

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการ
แก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

อารีรัตน์ ศรีโชติ

การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
มิถุนายน 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.วารินทร์ แก้วอุไร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

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

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

มิถุนายน 2562

ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วารินทร์ แก้วอุไร อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ยิ่ง จนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อังรังสิตติสกุล อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณางษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร นางทิพย์อาภา ศรีวรารกุล ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จนทำให้การค้นคว้าอิสระในครั้งนี้สมบูรณ์ สำเร็จลุล่วงและทรงคุณค่า

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร บุคลากรทางการศึกษา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงสงคราม “อัครคณาภิรักษ์อุปถัมภ์” และโรงเรียนบางระกำวิทยศึกษาศาสตร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูล

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการค้นคว้าอิสระนี้ ผู้วิจัยขอมอบอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนและผู้ที่เกี่ยวข้องบ้างไม่มากก็น้อย

วารินทร์ ศรีโชติ

| | |
|------------------------|--|
| ชื่อเรื่อง | การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 |
| ผู้ศึกษาค้นคว้า | อารีรัตน์ ศรีโชติ |
| ที่ปรึกษา | รองศาสตราจารย์ ดร.อารีรัตน์ แก้วอุไร |
| ประเภทสารนิพนธ์ | การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561 |
| คำสำคัญ | กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา, ระบบนิเวศ , การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ |

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2.1) เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2.2) เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัยดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยสร้างกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกิจกรรมการเรียนรู้ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 3 กิจกรรมการเรียนรู้ รวม 12 ชั่วโมง ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 ตามล่าหาเอเลี่ยน กิจกรรมที่ 2 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ กิจกรรมที่ 3 กับดักแมลง และ

แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบางระกำ วิทยศึกษจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ภาษาและเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม แล้วปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษจำนวน 9 คน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 75/75 ขั้นที่ 2 การใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงสงคราม “อุดรคอนารักษ์อุปถัมภ์” จำนวน 40 คน แบบแผนการวิจัยคือ One Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือการทดสอบค่าที (t-test dependent)

ผลการวิจัย พบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.54/77.44 2) ผลการใช้และศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า 2.1) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการพัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนทั้ง 3 ด้าน พบว่า การแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านที่นักเรียนพัฒนามากที่สุด คือ ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน รองลงมาคือ ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มเมื่อพิจารณาผลลัพธ์ด้านชิ้นงาน/นวัตกรรม ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสร้างชิ้นงานได้ และชิ้นงานสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริง 2.2) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ มีการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Title THE DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITIES BASED ON STEM EDUCATION IN UNIT "ECOLOGY" TO PROMOTE COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING OF GRADE 9 STUDENTS

Author Areerat Srichot

Advisor Associate Professor Wareerat Kaewurai, Ph.D.

Academic Paper Independent study M.Ed. in Curriculum and Instruction, Naresuan University, 2018

Keywords learning activities based on STEM education, ecology, collaborative problem solving

ABSTRACT

The development of learning activities based on STEM education in unit "Ecology" to promote Collaborative Problem Solving of grade 9 students had the objectives as follow: (1) to create and find out the capability of learning activities based on STEM education in unit "Ecology" to promote collaborative problem solving of grade 9 students according to criteria 75/75 (2) to imply and study effect of learning activity management by (2.1) studying the result of learning activities based on STEM education in unit "Ecology" to promote collaborative problem solving of grade 9 students (2.2) comparing collaborative problem solving before and after using learning activities based on STEM education in unit "Ecology" to promote collaborative problem solving of grade 9 students. Research methodology operated with research and development in 2 step; step 1: Creating and studying learning activity efficiency step. After the author has created the activities used engineering design process consisted of 6 steps; 1) Problem Identification 2) Related Information Search 3) Solution Design 4) Planning and Development 5) Testing, Evaluation and Design Improvement 6) Presentation which has three learning activities for twelve hours as follows: activity 1 Hunt for aliens, activity 2 Solar water distillation machine and activity 3 Insect trap , it was brought to three

specialists to consider the suitability of learning activities and lesson plans and then experimented with three students in grade 9, semester 2, academic Year 2018, Bangrakamwittayasuksa School, to consider the suitability of learning activity, language and time that spent during doing activity then improved them. After that, the author experimented them with nine students of Bangrakamwittayasuksa School to find out the efficiency of learning activity according to criteria 75/75. 2: Implementing and studying the effect of learning activity management. A sample group consisted of 40 students in grade 9, semester 2, academic Year 2018, Chomsangsongkram "Udomkanarakuppatham" School, Bang Rakam, Phitsanulok. The research methodology was One-Group Pretest – Posttest Design. The descriptive statistics used on data analysis was t-test dependent.

Research findings were as follows: (1) Learning activities based on STEM education in unit "Ecology" to promote collaborative problem solving of grade 9 students. The result found that learning activities were suitable in various elements of learning activity in the highest level. Learning activities were as effective as 76.54/77.44 (2) The effect of implement found that (2.1) Students who studied by learning activities based on STEM education have developed in collaborative problem solving higher in each learning activity. When considered the scores of collaborative problem solving of students in 3 aspects found that the collaborative problem solving that students developed the most was the creation and preservation of mutual understanding. The next was the selection of appropriate methods of solving problems and the creation and maintenance of group regulations when considering result from works or innovations from learning activities found that students from each group can create works successfully and they can be used to solve real problems. (2.2) Students who studied by learning activities based on STEM education in unit "Ecology" had collaborative problem solving higher than before at the significant level of .05

สารบัญ

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| 1 บทนำ..... | 1 |
| ความเป็นมาของปัญหา..... | 1 |
| จุดมุ่งหมายของงานวิจัย..... | 3 |
| ขอบเขตของงานวิจัย..... | 4 |
| สมมติฐานงานวิจัย..... | 7 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 8 |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 11 |
| หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้..... | 12 |
| สะเต็มศึกษา..... | 22 |
| กิจกรรมการเรียนรู้..... | 31 |
| การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ..... | 36 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 67 |
| 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย..... | 72 |
| ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 | 72 |
| ขั้นตอนที่ 2 การใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่องระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3..... | 97 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 103 |
| ตอนที่ 1 ผลการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 | 103 |
| ตอนที่ 2 ผลการใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่องระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3..... | 108 |
| 5 บทสรุป..... | 112 |
| สรุปผลการวิจัย..... | 114 |
| อภิปรายผล..... | 116 |
| ข้อเสนอแนะ..... | 122 |
| บรรณานุกรม..... | 124 |
| ภาคผนวก..... | 129 |
| ประวัติผู้วิจัย..... | 240 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | หน้า |
|---|------|
| 1 แสดงการวิเคราะห์หลักสูตร ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม..... | 16 |
| 2 รูปแบบการประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015..... | 43 |
| 3 เกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ Draft PISA 2015..... | 44 |
| 4 แสดงรูปแบบการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านความรู้..... | 48 |
| 5 แสดงรูปแบบการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านสังคม..... | 50 |
| 6 จำนวนข้อสอบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือใน PISA 2015 จำแนกตาม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือและทักษะการแก้ปัญหา..... | 53 |
| 7 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจักเรียนรู้ และการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ..... | 54 |
| 8 แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ..... | 62 |
| 9 เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ปรับจาก PISA 2015..... | 63 |
| 10 แสดงการวิเคราะห์หลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี..... | 74 |
| 11 แสดงชื่อเรื่อง ชื่อกิจกรรม และจำนวนชั่วโมง..... | 77 |
| 12 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชั้นการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการส่งเสริมแก้ปัญหาแบบร่วมมือ..... | 78 |
| 13 แสดงการวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตัวชี้วัด ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้..... | 87 |
| 14 แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ปรับจาก PISA 2015..... | 99 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตาราง | หน้า |
|--|------|
| 15 แสดงการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน..... | 104 |
| 16 แสดงการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน..... | 106 |
| 17 แสดงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 9 คน ตามเกณฑ์ 75/75..... | 108 |
| 18 แสดงคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแต่ละกิจกรรม ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงสงคราม "อุดรคอนารักษ์อุปถัมภ์" ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คน เมื่อจัดการเรียนรู้ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา..... | 109 |
| 19 ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงสงคราม "อุดรคอนารักษ์อุปถัมภ์" จำนวน 40 คน..... | 110 |
| 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 | 131 |
| 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 | 136 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตาราง | หน้า |
|--|------|
| 22 แสดงการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3..... | 144 |
| 23 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3..... | 238 |
| 24 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของผู้ประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3..... | 239 |

สารบัญภาพ

| ภาพ | หน้า |
|---|------|
| 1 ระดับการบูรณาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา..... | 25 |
| 2 บริบทของแบบทดสอบ..... | 41 |

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

โลกในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุก ๆ ด้าน ระบบการศึกษาจึงต้องมีการพัฒนาเพื่อให้ สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะสำหรับการออกไปดำรงชีวิตในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 แนวทางการปฏิรูปหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน มุ่งเน้นไปที่การสอนและการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ทักษะเหล่านี้ ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การจัดการตนเอง ทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน ในบรรดาทักษะทั้งหลาย ทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกันถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของทักษะในศตวรรษที่ 21 และถูกบรรจุอยู่ในหลักสูตรของประเทศต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative problem solving) ซึ่งเป็นหนึ่งในสมรรถนะที่สำคัญและจำเป็นในการศึกษา การทำงาน ทั้งปัจจุบันและอนาคต เพราะการทำงานหรือภารกิจใด ๆ จะประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพ ล้วนต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของสมาชิกที่ดีในทีม (สสวท., 2560 หน้า 47)

องค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (OECD) จึงได้จัดโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment; PISA) มีจุดประสงค์เพื่อสำรวจว่าระบบการศึกษาของแต่ละประเทศได้เตรียมเยาวชนของชาติให้พร้อมสำหรับการใช้ชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมอนาคตเพียงพอหรือไม่ แต่ผลการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนไทย ใน PISA 2015 นักเรียนไทยมีคะแนน 436 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (สสวท., 2561 หน้า 2) สอดคล้องกับผลการศึกษาข้อมูลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเมื่อทำงานเป็นกลุ่มมีสมาชิกไม่ช่วยทำงาน และจากการสำรวจความคิดเห็นจึงพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ต้องการทำงานคนเดียวมากกว่าการทำงานกลุ่ม และยังสอดคล้องกับผลการสำรวจการศึกษาต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปี 2559 และ 2560 ที่พบว่านักเรียนที่จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 เลือกที่จะศึกษาต่อในสายสามัญ 10% สายอาชีวศึกษา 30% เลือกเรียนทวิศึกษา 50% และออกไปประกอบอาชีพ 10% (งานวิชาการโรงเรียนชุมแสงสงคราม “อุดรคุณารักษ์อุปถัมภ์”, 2559) นักเรียนที่จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 เลือกที่จะศึกษาต่อในสายสามัญ 15% สายอาชีวศึกษา 30% เลือกเรียนทวิศึกษา 50% และออกไปประกอบอาชีพ 5%

(งานวิชาการโรงเรียนชุมชนแสงสงคราม “อุดรคนารักษ์อุปถัมภ์”, 2560) ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มเข้าสู่ตลาดแรงงาน และจากผลการสำรวจปัญหาที่พบในการฝึกงานของนักเรียนทวิศึกษาปีการศึกษา 2561 พบว่านักเรียนมีปัญหาในการปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน เช่น ไม่ยอมทำงานร่วมกับผู้อื่นที่ไม่ใช่กลุ่มของตน ไม่ยอมรับข้อเสนอของกลุ่ม ไม่รักษากฎระเบียบของสถานที่ฝึกงาน ทำงานกลุ่มที่ได้รับมอบหมายไม่สำเร็จ (งานวิชาการโรงเรียนชุมชนแสงสงคราม “อุดรคนารักษ์อุปถัมภ์”, 2561) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือกันเป็นสิ่งสำคัญที่ควรพัฒนาให้กับผู้เรียนเพื่อแก้ปัญหา และเพื่อเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับการทำงาน การใช้ชีวิต และการมีส่วนร่วมในสังคมอนาคต

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนให้เพิ่มสูงขึ้นได้ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาถือเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่าง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) เทคโนโลยี (Technology: T) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ และตลอดจนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ตลอดจนสร้างสรรค์ชิ้นงานที่สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมได้ ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วนและสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชา ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนมีทักษะการทำงานกลุ่ม และทักษะการสื่อสาร การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดตั้งคำถามแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ประกอบทั้ง 4 วิชามาบูรณาการ เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญที่พบในชีวิตจริง (อุปกการจรรย์พันธุ์, 2556 , หน้า 33) สอดคล้องกับ วศินิส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2560, หน้า 29) ได้กล่าวว่า การเรียนแบบ STEM เป็นการเรียนที่มีทั้งเด็กทำงานตามลำพังและเด็กทำงานร่วมกัน โดยครูเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวก เด็กต้องแบ่งปันความรู้ ใช้กระบวนการในการทำงาน และผลงานที่ทำให้เพื่อนได้มีความรู้และประสบการณ์ร่วมกัน ส่วนใหญ่กระบวนการสอนแบบ STEM จึงจัดให้เด็กได้ร่วมมือกัน นอกจากนี้เด็กยังได้ฝึกทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น การแบ่งปัน การรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง การรับผิดชอบเพื่อให้งานที่บำรรลุเป้าหมาย ซึ่งตรงกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่มนุษย์ควรมี และเหมาะกับการศึกษาของประเทศไทยที่ต้องการพัฒนาคนไทยให้มีความสามัคคี ร่วมใจในการทำสิ่งต่าง ๆ มีน้ำใจ ประชาธิปไตย และร่วมมือกับผู้อื่นเพื่อเรียนรู้และประสบ

ความสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ธีรญา ไชยเดช (2560) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้ รวมถึงผลการวิจัยของ กำจร คงอรุณ (2559) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของผู้เรียนทั้ง 3 ด้านให้สูงขึ้นได้เช่นเดียวกัน

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ พบว่าเนื้อหาเรื่องระบบนิเวศมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นการศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน การจัดกิจกรรมในบทนี้จึงเหมาะสมที่จะจัดในรูปแบบที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ผักการแก้สถานการณ์ปัญหา โดยมีการทำงานเป็นทีม มากกว่าการบรรยาย เพื่อให้ให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของระบบนิเวศ ตลอดจนสามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการที่ได้จากการเรียนรู้ในบทเรียนนี้ไปใช้ในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนในชีวิตจริงได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับการทำงาน การใช้ชีวิต และการมีส่วนร่วมในสังคมอนาคต

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 2.1 เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 2.2 เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยกำหนดขอบเขตในแต่ละขั้นตอนออกเป็น 3 ด้าน คือ ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ขอบเขตด้านเนื้อหา และขอบเขตด้านตัวแปร ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรม
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษากำหนดจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษากำหนดจำนวน 9 คน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

ขอบเขตด้านเนื้อหา

สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 สาระ ได้แก่ สาระการเรียนรู้หลัก สาระการเรียนรู้รอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สาระการเรียนรู้หลัก

เนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีมาตรฐานและตัวชี้วัดต่อไปนี้

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม. 3/1 สสำรวจระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่นและอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ

ว 2.1 ม. 3/2 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร

ว 2.1 ม. 3/3 อธิบายวัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน และความสำคัญที่มีต่อระบบนิเวศ

ว 2.1 ม. 3/4 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ

โดยงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง ดังนี้

1. องค์ประกอบของระบบนิเวศ
2. วัฏจักรน้ำและวัฏจักรคาร์บอน
3. ประชากรในระบบนิเวศ

2. สารระการเรียนรู้รอง

2.1 สารระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ค 6.1 ม. 1-3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

2.2 สารระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

ง 3.1 ม. 3/3 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะงาน

ขอบเขตด้านตัวแปร

1. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้
2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75

2. การใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การศึกษา 2561 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงสงคราม “อุตรคณา รัชอุปถัมภ์” ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง โดยมีหน่วย การสุ่มเป็นห้องเรียน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ผ่าน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 สาระ ได้แก่ สาระการเรียนรู้หลัก สาระการ เรียนรู้รอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สาระการเรียนรู้หลัก

เนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีมาตรฐานและตัวชี้วัด ต่อไปนี้

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อม กับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม. 3/1 สำรวจระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่นและอธิบายความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบภายในระบบนิเวศ

ว 2.1 ม. 3/2 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานของ สิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร

ว 2.1 ม. 3/3 อธิบายวัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน และความสำคัญที่มีต่อระบบนิเวศ

ว 2.1 ม. 3/4 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบ นิเวศ

โดยงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง ดังนี้

1. องค์ประกอบของระบบนิเวศ
2. วัฏจักรน้ำและวัฏจักรคาร์บอน
3. ประชากรในระบบนิเวศ

2. สาระการเรียนรู้รอง

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ค 6.1 ม. 1-3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

สาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

ง 3.1 ม. 3/3 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะงาน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

ตัวแปรตาม ได้แก่ การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบนิเวศ มี การแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นบทเรียนด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจศึกษาค้นคว้าข้อมูลวิชาวิทยาศาสตร์ (S) และนำความรู้ที่ได้จากการศึกษามาแก้ปัญหาวางแผนออกแบบสร้างชิ้นงาน ซึ่งจะใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ (M) มาช่วยในการออกแบบ และอาศัยทักษะ และความรู้ทางเทคโนโลยี (T) มาช่วยในการสืบค้นศึกษาและบันทึกข้อมูลนำเสนอชิ้นงานและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน โดยอาศัยหลักการและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ (E) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน (สสวท., 2560) ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่พบเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถใช้ทักษะการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W1H ซึ่งประกอบด้วย

Who เป็นการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับบุคคลปัญหา หรือความต้องการ

What เป็นการตั้งคำถามว่าอะไรคือปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น ๆ

When เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด

Where เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นที่ไหน

Why เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุว่าทำไมถึงเกิดปัญหาหรือความต้องการ

How เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหานั้นว่าจะสามารถทำได้ด้วยวิธีการอย่างไร

ขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ เพื่อหาวิธีการที่หลากหลายสำหรับการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลในขั้นที่ 2 ขั้นตอนนี้จะช่วยสื่อสารแนวคิดของการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจโดยผ่านวิธีการต่าง ๆ เช่น การร่างภาพ การอธิบาย

ขั้นตอนที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการวางลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ จากนั้นจึงลงมือสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ ชี้นำงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบและ ประเมินชี้นำงานวิธีการที่สร้างขึ้นว่าสามารถทำงานหรือใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไรและควรปรับปรุงแก้ไขชี้นำงานหรือแบบจำลองวิธีการในส่วใด ควร ปรับปรุงแก้ไขอย่างไร แล้วจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในส่วนนั้นจนได้ชี้นำงานวิธีการที่สอดคล้อง ตามรูปแบบที่ออกแบบไว้

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชี้นำงาน (Presentation) เป็นขั้นตอนของการคิดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชี้นำงานหรือวิธีการที่ สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ

2. การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเข้าร่วม กระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มที่มีตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และความ พยายามเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 3 สมรรถนะหลัก ได้แก่

2.1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (Establishing and maintaining shared understanding) หมายถึง นักเรียนต้องสามารถระบุความรู้ที่สมาชิกในกลุ่ม แต่ละคนมี (รู้ว่าสมาชิกแต่ละคนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหา) ระบุมุมมองของคนอื่นเกี่ยวกับการทำงาน ร่วมกัน และสร้างมุมมองร่วมกันเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา รวมถึงสามารถ สังเกตติดตามว่าความรู้ความสามารถ และมุมมองของตนเองและสมาชิกกลุ่มจะมีผลต่อการทำงาน ร่วมกันอย่างไร โดยในการสร้างความเข้าใจพื้นฐานและมุมมองต่าง ๆ ร่วมกันนี้ต้องอาศัย ความสามารถในการพูดคุยสื่อสารเป็นสำคัญ จึงจะทำให้งานประสบความสำเร็จได้ นอกจากนี้ นักเรียนต้องสามารถสร้างติดตาม และเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันตลอดการทำภารกิจ โดยมี การตอบสนองเมื่อผู้อื่นร้องขอข้อสนเทศ ส่งข้อสนเทศสำคัญเกี่ยวกับงาน สร้างหรือเจรจาต่อรอง เพื่อหาข้อตกลงร่วมกัน ตรวจสอบว่าใครรู้อะไรบ้างและดำเนินการเพื่อแก้ไขสิ่งที่ยังบกพร่อง ทักษะ เหล่านี้จะเกี่ยวข้องโยงกับเรื่องการรู้จักตนเองของนักเรียนในด้านความเชี่ยวชาญในการทำงาน และการรู้จักจุดแข็งจุดอ่อนของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่มในประเด็นที่สัมพันธ์กับงาน

2.2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (Taking appropriate action to solve the problem) หมายถึง นักเรียนต้องสามารถระบุประเภทของ กิจกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และดำเนินการตามขั้นตอนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้แนวทางในการ แก้ปัญหา รวมถึงมีความพยายามในการทำความเข้าใจข้อจำกัดของปัญหา สร้างเป้าหมายของ กลุ่ม ลงมือปฏิบัติงานหรือทำภารกิจที่ได้รับมอบหมาย และติดตามผลการดำเนินงาน การทำ

ภารกิจต้องใช้ในการสื่อสาร เช่น การอธิบาย การแสดงเหตุผล การเจรจาต่อรอง และการโต้แย้งด้วยเหตุผล เพื่อที่จะส่งผ่านข้อสนเทศและมุมมองภายในกลุ่ม และนำไปสู่การสร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์และเหมาะสม ผู้ที่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องรู้ข้อจำกัดต่าง ๆ ทำตามกฎเกณฑ์ แก้ไขได้ตรงปัญหา และประเมินความสำเร็จของแผนที่ใช้แก้ปัญหาได้

2.3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and maintaining team organization) หมายถึง นักเรียนต้องเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนและเพื่อนร่วมกลุ่ม ใช้ความรู้ของผู้ที่มีความชำนาญในกลุ่มเป็นแนวทางในการดำเนินงาน ทำตามกฎระเบียบและตามบทบาทหน้าที่ ฝึติดิตตามการรักษาระเบียบของกลุ่ม และส่งเสริมให้การสื่อสารภายในกลุ่มดำเนินต่อไปได้ โดยไม่เกิดอุปสรรคในการแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน นักเรียนที่มีสมรรถนะนี้จะสามารถดำเนินการจนภารกิจเสร็จสิ้น มีการสื่อสารข้อสนเทศสำคัญ รวมถึงให้ข้อเสนอแนะและสะท้อนความคิดเห็นถึงความสำเร็จของการแก้ปัญหาของกลุ่ม

การแก้ปัญหาแบบร่วมมือวัดได้จากแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยปรับจาก Draft PISA 2015 ประเมินสมรรถนะหลักของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม โดยกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมมือกันปฏิบัติ จากนั้นสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแต่ละด้าน ระหว่างปฏิบัติการกิจกรรม ดังนี้

สถานการณ์ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ให้สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันสำรวจระบบนิเวศในโรงเรียน

สถานการณ์ที่ 1 ให้สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันสร้างเครื่องดักหอยเชอรี่ เพื่อแก้ปัญหาหอยเชอรี่ระบาดในนาข้าว

สถานการณ์ที่ 2 ให้สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อแก้ปัญหาขาดแคลนน้ำดื่มในยามเกิดอุทกภัย

สถานการณ์ที่ 3 ให้สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันสร้างกับดักแมลงวัน เพื่อลดปัญหาการระบาดของแมลงวันในโรงอาหารของโรงเรียน

3. ระบบนิเวศ หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อยู่รวมกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้

- 1.1 วิสัยทัศน์
- 1.2 หลักการ
- 1.3 จุดหมาย
- 1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- 1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 1.6 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง
- 1.7 คำอธิบายรายวิชา
- 1.8 โครงสร้างรายวิชา

2. สะเต็มศึกษา

- 2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
- 2.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 2.3 ระดับการบูรณาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3. กิจกรรมการเรียนรู้

- 3.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้
- 3.2 องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้
- 3.3 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

4. การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

- 4.1 ความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
- 4.2 กรอบโครงสร้างการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
- 4.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

4.4 วิธีการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ จัดทำขึ้นสำหรับท้องถิ่น และสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้ เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 3)

1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 หน้า 4)

2. หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 หน้า 4)

2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งทางด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

3. จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 5)

3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

3.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย

3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมมีจิตสำนึกในคุณธรรมที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 หน้า 6)

4.1 ความสามารถในการสื่อสาร

4.2 ความสามารถในการคิด

4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 หน้า 7)

- 5.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 5.2 ซื่อสัตย์สุจริต
- 5.3 มีวินัย
- 5.4 ใฝ่เรียนรู้
- 5.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 5.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 5.7 รักความเป็นไทย
- 5.8 มีจิตสาธารณะ

6. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ภาษาต่างประเทศ โดยในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 หน้า 8)

6.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องระบบนิเวศ มีดังนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551 หน้า 1)

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม. 3/1 สำรวจระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่นและอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ

ว 2.1 ม. 3/2 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร

ว 2.1 ม. 3/3 อธิบายวัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน และความสำคัญที่มีต่อระบบนิเวศ

ว 2.1 ม. 3/4 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ

6.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551 หน้า 1) โดยสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ค 6.1 ม. 1-3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

6.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มุ่งพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวม เพื่อให้มีความรู้ความสามารถ มีทักษะในการทำงาน เห็นแนวทางในการประกอบอาชีพและการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 หน้า 204) โดยสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

ง 3.1 ม. 3/3 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะงาน

ตาราง 1 แสดงการวิเคราะห์หลักสูตร ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|---|--|---|
| ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ | ว 2.2 ม. 3/1 สำรวจระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่นและอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ | ระบบนิเวศในแต่ละท้องถิ่น ประกอบด้วยองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพเฉพาะถิ่นซึ่งมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน |
| | ว 2.2 ม. 3/2 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร | สิ่งมีชีวิตมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันโดยมีการถ่ายทอดพลังงานในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร |
| | ว 2.2 ม. 3/3 อธิบายวัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน และ ความสำคัญที่มีต่อระบบนิเวศ | น้ำและคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต น้ำและคาร์บอนจะมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรในระบบนิเวศ ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนำไปใช้ประโยชน์ได้ |

ตาราง 1 (ต่อ)

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|--------------------|--|--|
| | ว 2.2 ม. 3/4 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ | อัตราการเกิด อัตราการตาย อัตราการอพยพเข้าและอัตราการอพยพออกของสิ่งมีชีวิต มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ |

7. คำอธิบายรายวิชา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชื่อรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 6

รหัสวิชา ว23102

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 2

จำนวน 60 ชั่วโมง

1. คำอธิบายรายวิชา

เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องกัน

2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้

เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 1.2 ม. 3/1 สังเกตและอธิบายลักษณะของโครโมโซมที่มีหน่วยพันธุกรรมหรือยีนในนิวเคลียส

ว 1.2 ม. 3/2 อธิบายความสำคัญของสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ และกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ว 1.2 ม. 3/3 อภิปรายโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากความผิดปกติของยีนและโครโมโซม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 1.2 ม. 3/4 สำรวจและอธิบายความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสมดุล

ว 1.2 ม. 3/5 อธิบายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์ สัตว์ พืช และสิ่งแวดล้อม

ว 1.2 ม. 3/6 อภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม. 3/1 สำรวจระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่น และอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ

ว 2.1 ม. 3/2 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิต ในรูปของโซ่อาหาร และสายใยอาหาร

ว 2.1 ม. 3/3 อธิบายวัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน และความสำคัญที่มีต่อระบบนิเวศ

ว 2.1 ม. 3/4 อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ม. 3/1 วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา

ว 2.2 ม. 3/2 อธิบายแนวทางการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ

ว 2.2 ม. 3/3 อธิบายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ว 2.2 ม. 3/4 วิเคราะห์และอธิบายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ว 2.2 ม. 3/5 อภิปรายปัญหาสิ่งแวดล้อมและเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหา

ว 2.2 ม. 3/6 อภิปรายและมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 7.1 ม. 3/1 สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก

ว 7.1 ม. 3/2 สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ

ว 7.1 ม. 3/3 ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ว 7.2 ม. 3/1 สืบค้นและอภิปรายความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้สำรวจอวกาศ วัตถุ ท้องฟ้า สภาวะอากาศ ทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตร และการสื่อสาร

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบ

ที่แน่นอน สามารถอธิบายหรือตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้นๆ
เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 8.1 ม. 1-3/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจ
ตรวจสอบ หรือศึกษา ค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม. 1-3/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ และวางแผนการสำรวจ
ตรวจสอบหลาย ๆ วิธี

ว 8.1 ม. 1-3/3 เลือกเทคนิควิธีการสำรวจ ตรวจสอบ ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ
ที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม

ว 8.1 ม. 1-3/4 รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ

ว 8.1 ม. 1-3/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยาน กับข้อสรุป
ทั้งที่สนับสนุน หรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม. 1-3/6 สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการ
สำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม. 1-3/7 สร้างคำ ถามที่นำไปสู่การ สำรวจ ตรวจสอบ ในเรื่องที่ เกี่ยวข้อง
และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของ
โครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

ว 8.1 ม. 3/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบค้นคว้าเพิ่มเติม
จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมี
ข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้น หรือโต้แย้งจากเดิม

ว 8.1 ม. 1-3/9 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับ แนวคิด
กระบวนการ และผลของโครงการหรือ ชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 3.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 3.2 ความสามารถในการคิด
- 3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 3.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 3.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

4. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

- 4.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 4.2 ซื่อสัตย์สุจริต
- 4.3 มีวินัย
- 4.4 ใฝ่เรียนรู้
- 4.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 4.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 4.7 รักความเป็นไทย
- 4.8 มีจิตสาธารณะ

8. โครงสร้างรายวิชา

โครงสร้างรายวิชา

| วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 6 | | รหัสวิชา ว23102 | |
|---------------------------------|--|------------------|---------------|
| กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ | | จำนวน 60 ชั่วโมง | |
| ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 | | จำนวน 60 ชั่วโมง | |
| สัปดาห์ | หน่วยการเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) | จำนวน ๓๖๕ วัน |
| | | | คะแนน |
| หน่วยที่ 1 | ปฏิสัมพันธ์ในระบบสุริยะ | 12 | 4 |
| 1 | 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ | 3 | 1 |
| 2 | 1.2 ระบบสุริยะ | 3 | 1 |
| 3 | 1.3 ดวงดาวบนท้องฟ้า | 3 | 1 |
| 4 | 1.4 เทคโนโลยีอวกาศ | 3 | 1 |
| หน่วยที่ 2 | การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม | 15 | 6 |
| 5 | 4.1 สารพันธุกรรม | 3 | 1 |
| 6 | 4.2 กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม | 3 | 1 |
| 7 | 4.3 ความผิดปกติทางพันธุกรรม | 3 | 1 |
| 8 | 4.4 ความหลากหลายทางชีวภาพ | 3 | 2 |

| ลำดับ | หน่วยการเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) | จำนวน ตัวชี้วัด | น้ำหนัก คะแนน |
|---------------------------------|---|-------------------|--------------------|------------------|
| 9 | 4.5 เทคโนโลยีชีวภาพ | 3 | 1 | |
| 10 | สอบกลางภาคเรียน | 3 | 10 | 30 |
| หน่วยที่ 3 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม | | 15 | 6 | |
| 11 | 3.1 ปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น | 3 | 1 | 15 |
| 12-14 | 3.2 การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน | 9 | 4 | |
| 15 | 3.3 การใช้ทรัพยากรธรรมชาติตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง | 3 | 1 | |
| หน่วยที่ 4 ระบบนิเวศ | | 12 | 4 | |
| 16-17 | 2..1 องค์ประกอบของระบบนิเวศ | 4 | 2 | 10 |
| 17-18 | 2.2 วัฏจักรน้ำและคาร์บอน | 4 | 1 | |
| 18-19 | 2.3 ประชากรในระบบนิเวศ | 4 | 1 | |
| 20 | สอบปลายภาคเรียน | 3 | 20 | 20 |
| รวม | | 60 | 20 | 100 |

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ พบว่าเนื้อหาหน่วยที่ 4 เรื่องระบบนิเวศ มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นการศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน การจัดกิจกรรมในบทนี้จึงเหมาะสมที่จะจัดในรูปแบบที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ฝึกการแก้สถานการณ์ปัญหา โดยมีการทำงานเป็นทีม มากกว่าการบรรยาย เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของระบบนิเวศ ตลอดจนสามารถนำความรู้และทักษะกระบวนการที่ได้จากการเรียนรู้ในบทเรียนนี้ไปใช้ในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนในชีวิตจริงได้

สะเต็มศึกษา

1. ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education: STEM Education) คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง และการประกอบอาชีพในอนาคต (สถาบันการสอบวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557 หน้า 3)

วคินส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (2560, หน้า 14) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงความรู้และบูรณาการความรู้จากศาสตร์ทั้ง 4 คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนามนุษย์ให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้วยพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จากการบูรณาการความรู้กับวิชาอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร การเป็นผู้นำ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น การเข้าใจสังคม สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมในบริบทของตนเองและของโลก โดยการนำทักษะความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อพัฒนาตนเอง และพัฒนาประเทศในด้านเศรษฐกิจ สังคม สาธารณสุข และความมั่นคงของประเทศ รวมทั้งพัฒนาความเป็นสากลมนุษย์ต่อไป

Dejarnette (2012 อ้างอิงใน พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2556 หน้า 50) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาขาวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามารวมผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้แก่นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงวิชาไปใช้ในการแก้ปัญหา และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นอาจสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามารวมผสมผสานกัน โดยเน้นการนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง และการประกอบอาชีพในอนาคต

2. ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สถาบันการสอบวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 3) กล่าวถึงลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาว่า สะเต็มศึกษาส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม หรือโครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงการ

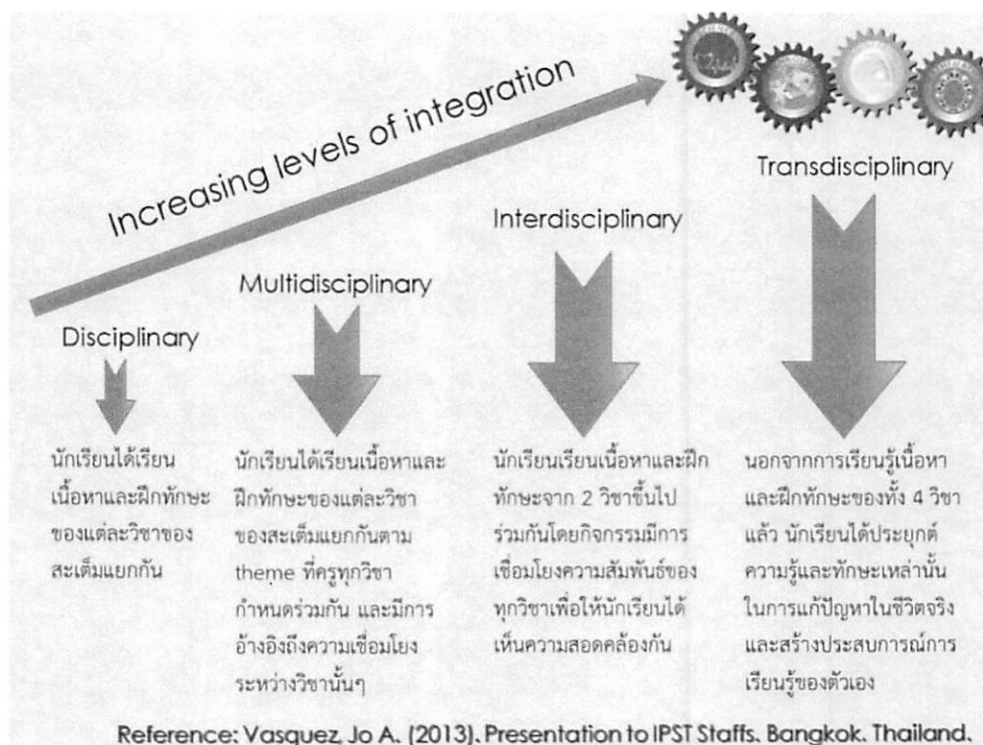
สะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ เช่น การเกษตร การอุตสาหกรรม การพลังงาน การจัดการสิ่งแวดล้อม การบริการสุขภาพ การคมนาคม อนึ่ง การทำกิจกรรมหรือโครงการสะเต็มศึกษา ไม่ได้จำกัดอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี แต่สามารถบูรณาการร่วมกับวิชาอื่น เช่น ศิลปะ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ สุขศึกษา พลศึกษา ดังนั้นสะเต็มศึกษาจึงเป็นการต่อยอดหลักสูตรที่บูรณาการการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2560, หน้า 15) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของทฤษฎีสะเต็มศึกษา คือ ความอยากรู้อยากเห็น นวัตกรรมทางการศึกษา การสร้างองค์ความรู้ การเรียนรู้ด้วยการลงมือทำกิจกรรมการเรียนรู้มีทั้งครูเป็นผู้นำในการสอน และเด็กเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ โดยใช้พหุปัญญาการคิดต่าง ๆ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดแก้ปัญหา ระดับชั้นความคิดตามแนวของบลูม หรือที่เราเรียกว่า Bloom Taxonomy รวมทั้งการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน

จากลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า แนวคิดสะเต็มศึกษาส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม หรือโครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหามที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม เป็นการต่อยอดหลักสูตรที่บูรณาการการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม

3. ระดับการบูรณาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 4) กล่าวว่า จุดเด่นอีกข้อหนึ่งของการจัดการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการ เพื่อช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 สาขา วิชา กับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ ทั้งนี้ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษาสามารถแบ่งได้ สามารถแบ่งได้ เป็น 4 ระดับ ได้แก่



ภาพ 1 ระดับการบูรณาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration)

การบูรณาการภายในวิชา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียน ได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสาระเติมแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration)

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหา และฝึกทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ แยกกันโดยมีหัวข้อหลัก (theme) ที่ครูทุกวิชา กำหนดร่วมกันและมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น ถ้าครูผู้สอนแต่ละวิชา กำหนดร่วมกันว่าจะใช้กระต๊อบเป็นหัวข้อหลักในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ครูผู้สอนเทคโนโลยีสามารถเริ่มแนะนำกระต๊อบได้ว่า กระต๊อบจัดเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกหรือตอบสนองความต้องการที่จะเก็บความร้อนของข้าว ในขณะที่ครูวิทยาศาสตร์ยกตัวอย่างกระต๊อบข้าวเพื่อสอนเรื่องการถ่ายโอนความ

ร้อน ครูคณิตศาสตร์สามารถใช้กระตักข้าวสอนเรื่องรูปทรงและให้นักเรียนหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของกระตักข้าวได้

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration)

เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาพร้อมกัน โดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเอง โดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากการเรียนรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อนและฉนวนกันความร้อน ครูกำหนดให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บความร้อนของกระตักข้าว โดยขอให้ครูคณิตศาสตร์สอน เรื่องการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปทรงต่าง ๆ ก่อนให้นักเรียนเริ่มทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นเมื่อนักเรียนทดลองและเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้นำข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลองในวิชาคณิตศาสตร์

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration)

เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจ หรือปัญหาของนักเรียน โดยครู อาจกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้าง ๆ แล้วให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้นครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน 3 ปัจจัยได้แก่

1. ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ
2. ตัวชี้วัดในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. ความรู้เดิมของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือโครงงานเป็นฐาน (Problem/ Project-Based Learning) เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (Instructional Strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางการบูรณาการแบบนี้ หากพิจารณาการใช้กระตักข้าวเป็นหัวข้อหลักในการเรียนรู้จะเต็มศึกษาครูสามารถ จัดการเรียนรู้บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา โดยกำหนดกรอบปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา เช่น การใช้กระตักข้าวในร้านอาหารที่มักมีการบรรจุข้าว

ในถุงพลาสติกก่อนบรรจุลงในกระติบข้าว เพื่อป้องกันข้าวเหนียวติดค้างที่กระติบซึ่งจะมีผลทำให้ทำความสะอาดยาก และผู้เรียนต้องออกแบบกระติบข้าวหรือวิธีการที่จะทำให้กระติบข้าวมีคุณสมบัติลดการติดของข้าวเหนียวเพื่อลดการใช้ถุงพลาสติก หลังจากที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาดังกล่าวแล้วผู้เรียนต้องกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา โดยใช้แนวคิดและทักษะทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

Vasquez, Sneider and Comer (2013 อ้างอิงใน วศินีส อิศรเสนา ณ ออยุธยา (2560, หน้า 38) ได้กล่าวว่า แนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education มี 3 รูปแบบ ได้แก่

1. การบูรณาการแบบสหวิชา หรือการเรียนแบบบูรณาการตามเรื่องที่กำหนด (Multidisciplinary or Thematic integration) เป็นการนำเนื้อหาในแต่ละกลุ่มสาระมาเชื่อมโยงในการจัดการเรียนการสอนตามหัวข้อหลักให้มีความสัมพันธ์กัน โดยครูและนักเรียนเลือกหัวข้อที่น่าสนใจในการเรียน และครูแต่ละวิชาสอนให้เชื่อมโยงกับหัวข้อที่เรียน ครูแต่ละวิชาแยกกันสอนในหัวข้อนั้น ๆ ให้เชื่อมโยงกับวิชาที่ตนเองสอน

2. การสอนแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary integration) เป็นการบูรณาการการสอนที่ครูร่วมกันจัดหลักสูตรการเรียนการสอนในแต่ละวิชาให้สัมพันธ์กัน เลือกความคิดรวบยอดที่สำคัญ แล้วเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ และทักษะจาก 2 วิชาขึ้นไป เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา เทคโนโลยี

3. การสอนบูรณาการแบบข้ามวิชา (Transdisciplinary integration) ครูจัดการเรียนการสอนตามคำถามและเรื่องที่นักเรียนอยากรู้โดยการแก้ปัญหาหรือการทำโครงการ มีการทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมกันวางแผน กำหนดหัวข้อ อภิปราย ประยุกต์การใช้วิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์

จากระดับการบูรณาการการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา การบูรณาการแบบสหวิทยาการ การบูรณาการแบบสหวิทยาการ และการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นแกนตามแนวคิดสะเต็มศึกษานบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) โดยให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจ หรือปัญหาของนักเรียน โดยครูกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้าง ๆ แล้วให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหา

4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

Billiar, Hubelbank, Oliva and Camesano (2014) ทำการวิจัยเพื่อประยุกต์ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) ออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยประกอบด้วย 8 ขั้นตอน

1. ระบุปัญหา/ความต้องการ
2. ศึกษาวิจัย จัดลำดับเป้าหมายและข้อจำกัด
3. หาวิธีการแก้ปัญหาที่จะเป็นไปได้
4. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดภายใต้ข้อจำกัด
5. สร้างโมเดลหรือรูปแบบของการแก้ปัญหา
6. ทดสอบ/ประเมินผลการใช้รูปแบบ
7. ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบของการแก้ปัญหา

สภาวิจัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council: NRC, 2012 อ้างอิงจาก สสวท., 2557) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน

1. ระบุปัญหา
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการปัญหาหรือชิ้นงาน

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 3) กล่าวว่า จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการซึ่งมีได้หลายรูปแบบ แต่มีขั้นตอนหลัก ๆ ประกอบด้วย

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือ การรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีและข้อด้อย และความเหมาะสมเพื่อเลือก แนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหามustกำหนด ขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนด เป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา โดยผลที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์ จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์ ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

อย่างไรก็ตามในการทำงานผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีลำดับที่แน่นอน โดยขั้นตอนทั้งหมดสามารถสลับไปมาหรือย้อนกลับขั้นตอนได้

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, หน้า 23) ระบุว่ากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) เป็นขั้นตอนที่นำมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะเริ่มโดยการระบุปัญหาที่พบแล้วกำหนดเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากนั้นจึงค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไข เมื่อได้วิธีการที่เหมาะสมแล้วจึงทำการวางแผนและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ เมื่อได้สร้างชิ้นงานหรือวิธีการเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบ ถ้ามีข้อบกพร่องให้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้สิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ และในตอนท้ายจะประเมินผลว่าสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจึงประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหา ทำความเข้าใจสิ่งที่พบเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถใช้ทักษะการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W1H ซึ่งประกอบด้วย

Who เป็นการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับบุคคลปัญหา หรือความต้องการ

What เป็นการตั้งคำถามว่าอะไรคือปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น ๆ

When เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด

Where เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นที่ไหน

Why เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุว่าทำไมถึงเกิดปัญหาหรือความต้องการ

How เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา นั้นว่าจะสามารถทำได้ด้วยวิธีการอย่างไร

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ เพื่อหาวิธีการที่หลากหลายสำหรับใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยการค้นหาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น สอบถามจากผู้รู้ สืบค้นหรือสำรวจจากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้จะเป็นการศึกษาองค์ความรู้ทั้งทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์แล้วสรุปเป็นสารสนเทศและวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ โดยวิธีการอาจจะมีได้มากกว่าหนึ่งวิธี จากนั้นจึงพิจารณาและเลือกวิธีการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการในประเด็นต่าง ๆ เช่น ข้อดี ข้อเสีย ความสอดคล้อง และการนำไปใช้ได้จริงของวิธีการแต่ละวิธี ดังนั้นวิธีการที่จะถูกพิจารณาคัดเลือกจะอยู่ภายใต้กรอบของปัญหาหรือความต้องการมาเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือก

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลในขั้นที่ 2 ขั้นตอนนี้จะช่วยสื่อสารแนวคิดของการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจโดยผ่านวิธีการต่างๆ เช่น การร่างภาพ การอธิบาย

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการวางลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ จากนั้นจึงลงมือสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ **ชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)** เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบและประเมินชิ้นงานวิธีการที่สร้างขึ้นว่าสามารถทำงานหรือใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไรและควรปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการในส่วนใด ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร แล้วจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในส่วนนั้นจนได้ชิ้นงานวิธีการที่สอดคล้องตามรูปแบบที่ออกแบบไว้

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นตอนของการคิดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ

จากการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, หน้า 23) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของชั้นนำของการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียน เพื่อที่ผู้เรียนจะได้ทำการวิเคราะห์เพื่อกำหนดปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อหาวิธีการที่หลากหลายสำหรับใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการวางลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ จากนั้นจึงลงมือสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เนื่องจากมีความเหมาะสมและครอบคลุมกระบวนการได้มาซึ่งชิ้นงาน ฝึกให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา และทำงานเป็นทีม

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

ทิศนา แชมมณี (2545, หน้า 14) ได้ให้ความหมายของคำว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการนำหลักสูตรไปปรับใช้ใน ระดับชั้นเรียน และกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ช่วยให้ครูได้วางแผนการสอน เตรียมการสอนได้ล่วงหน้า อันส่งผลให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 2) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การดำเนินการต่าง ๆ ในโรงเรียน ทั้งโดยครูและ

นักเรียน เช่น การสอนให้นักเรียนค้นคว้าอภิปราย บรรยาย การอบรม การสาธิต การปฏิบัติงาน การจัดนิทรรศการ และการศึกษานอกสถานที่ เป็นต้น

วรารภรณ์ ศรีวิโรจน์ (2556, หน้า 2) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การปฏิบัติต่าง ๆ ของผู้เรียนที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเป้าหมายวัตถุประสงค์ ผลการเรียนรู้หรือมาตรฐานตัวชี้วัด ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นอาจสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน หรือการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการนำหลักสูตรไปปรับใช้ในระดับชั้นเรียน และกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ช่วยให้ครูได้วางแผนการสอน หรือเตรียมการสอนไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนที่กำหนดไว้

2. องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้

ประไพ ฉลาดคิด (2548, หน้า 4-5) ได้กล่าวองค์ประกอบของการสอนไว้ ดังนี้ ลองจินตนาการเป็นภาพต่อไปนี้ ในการสอนแต่ละครั้งเมื่อผู้สอนเข้ามาในชั้นเรียนน่าจะมีกิจกรรมการเรียนการสอนเกิดขึ้น นั่นหมายความว่า ในห้องเรียนนั้นคงไม่ใช่ห้องเรียนที่ว่างเปล่า แต่ควรมีองค์ประกอบต่อไปนี้ในชั้นเรียน

1. ผู้สอน ผู้สอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งต่อการสอน เพราะต้องเป็นผู้รู้หลักสูตร และนำเนื้อหาสาระมาดำเนินการสอน มีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ตลอดเวลาของการเรียนการสอน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในบทเรียน มีทักษะกระบวนการ และมีเจตคติที่ดีตามเจตนารมณ์ของบทเรียนและหลักสูตร นอกจากนั้นครูยังต้องมีความสามารถใช้สื่อประกอบการสอน และสอนให้ตรงตามจุดประสงค์ที่ได้วางไว้ทำให้ การสอนดำเนินไปได้อย่างราบรื่น

2. ผู้เรียน เป็นองค์ประกอบสำคัญของการสอน เพราะการสอนจะเกิดขึ้นได้ จำเป็นต้องมีผู้เรียนเป็นผู้ได้รับความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดให้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่เป็นไปตามจุดประสงค์ของการสอนที่ตั้งไว้

3. กิจกรรมการเรียนการสอน เป็นองค์ประกอบอีกประการหนึ่ง ที่มีความสำคัญมากต่อการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนนั้นออกแบบโดยผู้สอนและผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ จนเกิดความรู้ ความเข้าใจ มีการวัดผลและประเมินผลตามที่ผู้สอนได้วางแผนไว้

4. บริบทในการเรียนการสอน ในการสอนที่ต้องการให้เกิดผลที่ดีทั้งต่อผู้สอนและผู้เรียนนั้น สภาพแวดล้อมทั้งในและนอกห้องเรียนก็มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึง อันได้แก่

ความเหมาะสมของสีในห้องเรียน การถ่ายเทของอากาศ ทิศทางลม เสียงรบกวนจากภายนอก ห้องเรียน เช่น เสียงรถยนต์วิ่งผ่านไปมา กลิ่นเหม็นจากตลาดสด เป็นต้น

การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้มากน้อยเพียงใด หรือมีประสิทธิภาพเพียงใด ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ผู้สอน กิจกรรมการเรียนการสอน ผู้เรียน ซึ่งทั้งสามองค์ประกอบนี้ย่อมมีความสำคัญในด้านผู้สอนจะต้องมีบุคลิกภาพที่ดี ยิ้มแย้ม แจ่มใส มีความพร้อมในเนื้อหาที่จะสอน และจะต้องใช้จิตวิทยามาใช้ในการสอน เช่น การใช้แรงจูงใจ ตัวเสริมแรง หรือสิ่งเร้า เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตอบสนองและเกิดการเรียนรู้ได้ดี ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องมีสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจ มีกิจกรรมที่เสริม เช่น การเล่นเกม ร้องเพลง เพื่อให้เด็กไม่เกิดการตึงเครียดมากเกินไป และในด้านผู้เรียนควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบุคลิกภาวะของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้สอนควรคำนึงถึงองค์ประกอบเหล่านี้เป็นสำคัญ

3. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

3.1 ความหมาย

เกณฑ์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตกิจกรรมการเรียนรู้จะพึงพอใจ หากแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว กิจกรรมการเรียนรู้นั้นก็มีคุณค่าต่อการลงทุนผลิตออกเป็นจำนวนมาก

3.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่า "กระบวนการ" (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตได้จากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้จะกำหนดเป็นเกณฑ์ ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่น่าพอใจ โดยกำหนดให้เป็นร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อร้อยละของผลการทดสอบหลังเรียน

ของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์การกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 80/58 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตนาศึกษาอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำ เพราะตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักจะได้ผลเท่านั้น ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, หน้า 494 - 495)

3.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) ไปทดลองใช้ (Try out) ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในระบบเพื่อปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

1) ขั้นการหาประสิทธิภาพ 1:1 (แบบเดี่ยว)

เป็นการทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลางและเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก

2) ขั้นการหาประสิทธิภาพ 1:10 (แบบกลุ่ม)

เป็นการทดสอบกับผู้เรียน 6-10 คน (คณะผู้เรียนเก่งกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์

3) ขั้นการหาประสิทธิภาพ 1:100 (ภาคสนาม)

เป็นการทดสอบกับผู้เรียนทั้งชั้น 40-100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, หน้า 496-497) เมื่อทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ภาคสนามแล้ว ให้เทียบค่า E_1/E_2 ที่หาได้จากกิจกรรมเรียนรู้กับ E_1/E_2 เกณฑ์ เพื่อดูว่าเราจะยอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ การยอมรับประสิทธิภาพให้ถือค่าแปรปรวน 2.5-5% นั่นคือ ประสิทธิภาพของกิจกรรมเรียนรู้ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 5% แต่โดยปกติเราจะกำหนดไว้ 2.5% ก็สามารถยอมรับได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้นั้นมีประสิทธิภาพการยอมรับประสิทธิภาพการเรียนรู้มี 3 ระดับ คือ 1) สูงกว่าเกณฑ์ 2) เท่าเกณฑ์ และ 3) ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ

การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม การประเมินส่วนนี้เป็นการพิจารณาว่า เมื่อนำนวัตกรรมการศึกษาภายหลังจากผ่านการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสม จากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีลักษณะภูมิหลังคล้ายคลึงใกล้เคียง

กับกลุ่มเป้าหมายแล้ว ผลจะเป็นประการใดโดยที่การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมมีลำดับขั้นตอนการประเมิน ดังนี้ รัตนะ บัวสนธ์ (2556)

1. การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึง การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มี คุณลักษณะตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้มีคุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง การทดลองใช้นวัตกรรมที่เรียกว่าการประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อตรวจสอบว่า นวัตกรรมนั้นมีความเกี่ยวข้องของสร้างแรงจูงใจให้กับ บุคคลที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของ กลุ่มเป้าหมายเพียงไร คำสั่ง คำชี้แจง และรายละเอียดที่มีอยู่ในนวัตกรรมนั้นบุคคลเหล่านี้มี ความรู้และความเข้าใจหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงนวัตกรรมให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป การประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้นจึงมุ่งไป ที่การค้นหาข้อจำกัดที่ได้จากคำแนะนำบอกเล่าของบุคคลที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนของ คุณลักษณะกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นสำคัญ เพื่อที่จะนำคำแนะนำ ที่ได้มาปรับปรุงนวัตกรรม ตามที่กล่าวนั่นเอง

2. การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง นำนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น เช่น อาจจะใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หรือแบบหนึ่งต่อสี่ (1:4) ก็ได้ ซึ่งก็หมายถึง ต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวน 9 คน แบ่งเป็น มีคุณลักษณะสูงกว่าปานกลาง 3 คน ปานกลาง 3 คน ต่ำกว่าปานกลาง 3 คน ในกรณีการประเมินแบบหนึ่งต่อสาม แต่ถ้าเป็นการประเมินแบบหนึ่งต่อสี่ ก็ต้องใช้จำนวนกลุ่มบุคคลทั้งสิ้น 12 คน การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กนี้จะมีการวิเคราะห์ค่าบ่งบอกดัชนี หรือเกณฑ์ ประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่เรียกว่าค่า E1 /E2 โดยที่เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E1 /E2) ของนวัตกรรม การศึกษาเท่าที่นิยมใช้จะมีสามเกณฑ์ ได้แก่ 75/75 หรือ 80/80 และ 90/90 การจะใช้เกณฑ์ ประสิทธิภาพนวัตกรรมการศึกษาเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งจากสามเกณฑ์นี้ มีหลักพิจารณาว่าถ้านวัตกรรมการศึกษานั้น ๆ มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อน หรือมีเนื้อหาสาระค่อนข้างยากก็ใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 แต่ถ้าเนื้อหา สาระไม่ยากมากนัก มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนมีลักษณะปานกลาง จะนิยมใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 มากที่สุด ในทำนองเดียวกัน ถ้าเป็นนวัตกรรมที่มีเนื้อหา สาระมุ่งปฏิบัติหรือ มุ่งพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะการปฏิบัติ (Psychomotor Domain) จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 90/90 นอกจากนี้จะใช้เกณฑ์ ประสิทธิภาพตามหลักการ

ที่กล่าวแล้ว สิ่งที่น่ามาพิจารณาประกอบในการเลือกใช้เกณฑ์ ก็คือ พื้นฐานความรู้เดิมหรือความสามารถทางการเรียนรู้ของกลุ่มผู้ได้รับการทดลองใช้และกลุ่มเป้าหมายด้วยเช่นกัน

จากการศึกษาผู้วิจัยจึงได้นำขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของกิจกรรม ตามได้กำหนดเกณฑ์และหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนว รัตนะ บัวสนธ์ (2556) ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพโดยเน้นกระบวนการและผลลัพธ์ และกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น 75/75

การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

1. ความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2558, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือว่า เป็นการแก้ปัญหาร่วมกันตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยนำผลประโยชน์ที่ต้องการเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการคิดเพื่อหาทางออก มากกว่าการประนีประนอมกับทุกฝ่าย ซึ่งการแก้ปัญหามีวิธีการและทางออกมากกว่าหนึ่งทาง ที่สามารถนำทุกฝ่ายไปสู่จุดที่พอใจและได้รับผลประโยชน์สูงสุด

PISA (2015) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือว่า เป็นความสามารถของบุคคลในการเข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหากลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการแบ่งปันความเข้าใจที่มีและรวบรวมความรู้ ทักษะ และความพยายามเข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือไว้ว่า สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ หมายถึงความสามารถของบุคคลในการเข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหากลุ่มที่มีตั้งแต่สองคนขึ้นไปอย่างมีประสิทธิภาพโดยการแบ่งปันความเข้าใจที่มี และรวบรวมความรู้ ทักษะและความพยายามเข้าด้วยกัน เพื่อแก้ปัญหา

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นอาจสรุปได้ว่า สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหากลุ่มที่มีตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และความพยายามเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหอย่างมีประสิทธิภาพ

2. กรอบโครงสร้างการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

กรอบโครงสร้างการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 ประกอบด้วย

2.1 กระบวนการแก้ปัญหา

นิยามของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือใน PISA 2015 มีความสอดคล้องกับกรอบโครงสร้างการประเมินผลการแก้ปัญหาของ PISA 2012 ซึ่งในครั้งนั้นมุ่งเน้นที่การแก้ปัญหาโดยบุคคลที่ทำงานคนเดียว และใช้กระบวนการแก้ปัญหา 4 กระบวนการ ได้แก่

2.1.1 การสำรวจและทำความเข้าใจปัญหา การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาโดยใช้การแปลความจากข้อสนเทศที่มีในเบื้องต้น หรือข้อสนเทศที่ได้จากการสำรวจและการมีปฏิสัมพันธ์กับปัญหา

2.1.2 การนำเสนอและคิดวิธีแก้ปัญหา นำข้อสนเทศที่มีมาเลือก จัดระบบ และบูรณาการเข้ากับความรู้เดิม แล้วนำข้อสนเทศเหล่านั้นมานำเสนอในรูปของกราฟ ตาราง สัญลักษณ์และคำต่าง ๆ จากนั้นจึงสร้างสมมติฐานโดยแยกแยะว่าปัจจัยใดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มี

2.1.3 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ในการวางแผนต้องทำความเข้าใจกับเป้าหมายของปัญหาให้ชัดเจนก่อน จากนั้นจึงตั้งเป้าหมายย่อย วางแผน และดำเนินการตามแผนที่วางไว้

2.1.4 การติดตามและสะท้อนความเห็น ติดตามว่าการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนเป็นไปตามแผนการเพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายหรือไม่ และมีการสะท้อนความเห็นเกี่ยวกับสมมติฐานสำคัญและแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

กระบวนการแก้ปัญหาทั้งสี่นี้เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนากรอบโครงสร้างการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยนักเรียนที่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ จะต้องแสดงออกถึงกระบวนการแก้ปัญหาข้างต้น รวมถึงกระบวนการทำงานร่วมกันด้วย

2.2 ทักษะและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของ PISA 2015 ประกอบด้วย 3 สมรรถนะหลัก ได้แก่

2.2.1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (Establishing and maintaining shared understanding) หมายถึง นักเรียนต้องสามารถระบุความรู้ที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนมี (รู้ว่าสมาชิกแต่ละคนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหา) ระบุมุมมองของคนอื่นเกี่ยวกับการทำงานร่วมกัน และสร้างมุมมองร่วมกันเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา รวมถึงสามารถสังเกตติดตามว่าความรู้ความสามารถ และมุมมองของตนเองและสมาชิกกลุ่มจะมีผลต่อการทำงานร่วมกันอย่างไร โดยในการสร้างความเข้าใจพื้นฐานและมุมมองต่าง ๆ ร่วมกันนี้ต้องอาศัยความสามารถในการพูดคุยสื่อสารเป็นสำคัญ จึงจะทำให้งานประสบความสำเร็จได้ นอกจากนี้ นักเรียนต้องสามารถสร้างติดตาม และเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันตลอดการทำภารกิจ โดยมี

การตอบสนองเมื่อผู้อื่นร้องขอข้อสนเทศ ส่งข้อสนเทศสำคัญเกี่ยวกับงาน สร้างหรือเจรจาต่อรอง เพื่อหาข้อตกลงร่วมกัน ตรวจสอบว่าใครรู้อะไรบ้างและดำเนินการเพื่อแก้ไขสิ่งที่ยังบกพร่อง ทักษะเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับเรื่องการรู้จักตนเองของนักเรียนในด้านความเชี่ยวชาญในการทำงาน และการรู้จักจุดแข็งจุดอ่อนของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่มในประเด็นที่สัมพันธ์กับงาน

2.2.2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (Taking appropriate action to solve the problem) หมายถึง นักเรียนต้องสามารถระบุประเภทของกิจกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และดำเนินการตามขั้นตอนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหา รวมถึงมีความพยายามในการทำความเข้าใจข้อจำกัดของปัญหา สร้างเป้าหมายของกลุ่ม ลงมือปฏิบัติงานหรือทำภารกิจที่ได้รับมอบหมาย และติดตามผลการดำเนินงาน การทำภารกิจต้องใช้การสื่อสาร เช่น การอธิบาย การแสดงเหตุผล การเจรจาต่อรอง และการโต้แย้งด้วยเหตุผล เพื่อที่จะส่งผ่านข้อสนเทศและมุมมองภายในกลุ่ม และนำไปสู่การสร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์และเหมาะสม ผู้ที่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องรู้ข้อจำกัดต่าง ๆ ทำตามกฎเกณฑ์ แก้ไขได้ตรงปัญหา และประเมินความสำเร็จของแผนที่ใช้แก้ปัญหาได้

2.2.3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and maintaining team organization) หมายถึง นักเรียนต้องเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนและเพื่อนร่วมกลุ่ม ใช้ความรู้ของผู้ที่มีความชำนาญในกลุ่มเป็นแนวทางในการดำเนินงาน ทำตามกฎระเบียบและตามบทบาทหน้าที่ เฝ้าติดตามการรักษาระเบียบของกลุ่ม และส่งเสริมให้การสื่อสารภายในกลุ่มดำเนินต่อไปได้ โดยไม่เกิดอุปสรรคในการแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน นักเรียนที่มีสมรรถนะนี้จะสามารถดำเนินการจนภารกิจเสร็จสิ้น มีการสื่อสารข้อสนเทศสำคัญ รวมถึงให้ข้อเสนอแนะและสะท้อนความคิดเห็นถึงความสำเร็จของการแก้ปัญหาของกลุ่ม

3. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

กรอบโครงสร้างการประเมินผลการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ได้แก่ ได้แก่ พื้นฐานของนักเรียน ทักษะของนักเรียน และบริบทของสถานการณ์การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

3.1 พื้นฐานของนักเรียน

นักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ประสบการณ์ และบุคลิกลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งปัจจัยดังกล่าวล้วนส่งผลต่อความสำเร็จในกระบวนการแก้ปัญหาทั้งแบบทำงานคนเดียวและทำงานแบบร่วมมือกัน โดยความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนจะครอบคลุมความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การอ่าน การเขียน ทักษะ ICT และความรู้ในชีวิตประจำวัน เป็นต้น

บุคลิกลักษณะของนักเรียน เช่น ทักษะด้านมนุษยสัมพันธ์ อารมณ์ เจตคติ ปัจจัยด้านบุคลิกภาพ (ความใจกว้าง การมีจิตสำนึก การเปิดเผย การประณีตประนอม ความมั่นคงทางอารมณ์) และ แรงจูงใจ ตลอดจนความสามารถในการคิดของแต่ละคน เช่น ความสามารถของความจำที่ใช้ในการทำงาน ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะ และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ต่างก็ส่งผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเช่นกัน

3.2 บริบทของแบบทดสอบ

ข้อสอบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ได้กำหนดบริบทของสถานการณ์ปัญหาที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันกับเพื่อน และทำภารกิจให้บรรลุเป้าหมาย โดยบริบทของปัญหาแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ โครงเรื่องของปัญหา องค์ประกอบของกลุ่ม ลักษณะเฉพาะของงาน และการสื่อสารของเนื้อเรื่อง บริบทแต่ละด้านจะแบ่งเป็นมิติต่าง ๆ ที่มีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อความยากง่ายในการทำภารกิจการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน

3.2.1. โครงเรื่องของปัญหา เป็นการกำหนดสถานการณ์ที่นักเรียนอาจพบเจอในชีวิตจริง ในแต่ละสถานการณ์จะมีมิติของประเภทของงาน สิ่งแวดล้อม และเนื้อหาหลักของเรื่องแตกต่างกัน เช่น เป็นสถานการณ์ในโรงเรียนหรือไม่ใช่โรงเรียน เกิดในบริเวณส่วนตัวหรือสาธารณะ โดยสถานการณ์นั้นเกี่ยวข้องกับเรื่องราวต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การอ่าน สิ่งแวดล้อม ชุมชน และการเมือง นักเรียนและเพื่อนร่วมกลุ่มซึ่งมีทักษะ ข้อสนเทศ และเป้าหมายแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องใช้การปฏิสัมพันธ์รูปแบบต่าง ๆ เช่น การอภิปราย การโต้แย้งด้วยเหตุผล และการโน้มน้าว เพื่อนำมาสู่การตัดสินใจและทำภารกิจให้บรรลุเป้าหมาย

1) ประเภทของงานในกิจกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เช่น

การสร้างข้อสรุปร่วมกัน – กลุ่มจำเป็นต้องตัดสินใจ ภายหลังจากที่ได้พิจารณามุมมองความคิดเห็น และข้อโต้แย้งที่แตกต่างกันของสมาชิก

ปัญหาจิ๊กซอว์ – สมาชิกกลุ่มบางคนมีข้อสนเทศหรือทักษะที่แตกต่างกัน ในกลุ่มจำเป็นต้องรวบรวมข้อสนเทศและทักษะที่สมาชิกแต่ละคนมี เพื่อทำงานให้ได้บรรลุเป้าหมาย

การเจรจาต่อรอง – สมาชิกกลุ่มมีปริมาณของข้อสนเทศและมีเป้าหมายส่วนตัวที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีการเจรจาต่อรองกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เหมาะสมเป็นที่น่าพอใจของทุกคน และเป็นไปตามเป้าหมายของกลุ่ม

2) สิ่งแวดล้อมในกิจกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ได้แก่

ส่วนตัวกับสาธารณะ –บริบทของปัญหาที่จักเป็นบริบทส่วนตัวนั้น จะเกี่ยวข้องกับปัญหาเฉพาะหน้าที่มีอยู่และสมาชิกในกลุ่มกำลังแก้ปัญหาที่นั้นอยู่ เช่น การวางแผน เวลาในการจัดงานสังสรรค์ของกลุ่ม ภายใต้ข้อจำกัดเรื่องเวลาของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม หากเป็นบริบทสาธารณะ จะเกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงที่เชื่อมโยงสู่โลกภายนอกมากขึ้น เช่น ปัญหาที่กลุ่มต้องตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกสถานที่ที่ดีที่สุดในการสร้างโรงเรียนภายในพื้นที่ที่มีอยู่

เทคโนโลยี กับ ไม่ใช่เทคโนโลยี – บริบทของปัญหาทางเทคโนโลยี จะเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาาร่วมกัน โดยมีการใช้อุปกรณ์เครื่องมือหรือคอมพิวเตอร์ เช่น ปัญหาเกี่ยวข้องกับการค้นพบวิธีการทำงานของสิ่งของ (เช่น การตั้งเสียงปลุกนาฬิกา) หรือ การใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยในการทำงาน เช่น การใช้เครื่องจักรในการผลิตรองเท้าให้ได้จำนวนที่เหมาะสม ในกรณีที่เป็นบริบทที่ไม่ใช่ปัญหาทางเทคโนโลยี จะไม่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้งานเทคโนโลยีเลย เช่น การวางแผนจัดงานสังสรรค์

โรงเรียน กับ ไม่ใช่โรงเรียน – บริบทของโรงเรียนจะเกี่ยวข้องกับปัญหาที่โดยปกติทั่วไปพบได้ในโรงเรียน ในขณะที่บริบทไม่ใช่โรงเรียนจะเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นภายนอกโรงเรียน เช่น ที่บ้าน การทำงาน และอื่นๆ

3.2.2. องค์ประกอบของกลุ่ม (Team composition) ในแต่ภารกิจจะ กำหนดให้มีจำนวนสมาชิกในกลุ่มต่างกัน แต่ทุกคนมีสถานภาพและบทบาทหน้าที่ที่ต่างกันด้วย สำหรับบริบทของปัญหาที่มีความเท่าเทียมกันของบทบาท สมาชิกแต่ละคนจะมีบทบาทเดียวกัน และมีส่วนร่วมในการทำงานเท่า ๆ กัน แต่ในบริบทของปัญหาที่มีความไม่เท่าเทียมกันของบทบาท จะมีการกำหนดบทบาทที่แตกต่างกันให้กับสมาชิกกลุ่มแต่ละคน เช่น สมาชิกกลุ่มคนหนึ่งจะทำหน้าที่เป็นผู้บันทึกคะแนน ในขณะที่อีกคนหนึ่งจะถูกกำหนดหน้าที่เป็นผู้ควบคุมเครื่องจักร

3.2.3 ลักษณะเฉพาะของงาน (Task characteristics) สถานการณ์ที่ให้ นักเรียนแก้ปัญหาอาจให้ข้อสนเทศมาอย่างชัดเจน หรือให้ข้อสนเทศที่คลุมเครือ ไม่เพียงพอต่อการ ทำภารกิจ ดังนั้น นักเรียนต้องใช้ข้อสนเทศที่ตนเองมี หรือ อาจจำเป็นต้องค้นหาข้อสนเทศเพิ่มเติม และใช้ข้อสนเทศอื่นๆ จากเพื่อนร่วมกลุ่มมาประกอบกันเพื่อให้ทำภารกิจต่อไปได้

3.2.4 การสื่อสารของเนื้อเรื่อง (Medium) สถานการณ์ในข้อสอบอาจให้ ข้อสนเทศโดยตรง หรือโดยอ้อมแก่นักเรียน ข้อสนเทศที่ให้อาจมีปริมาณมากหรือเพียงเล็กน้อย หรือสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียนมากน้อยต่างกัน

พื้นฐานของนักเรียน

ความรู้เดิม

- คณิตศาสตร์
- การอ่านและการเขียน
- วิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม
- การเรียนรู้ในแต่ละวัน

บุคลิกลักษณะ

- อารมณ์และเจตคติ
- ประสบการณ์และความรู้
- แรงจูงใจ
- ความสามารถในการคิด

ทักษะของนักเรียน

ทักษะความร่วมมือ

- การทำความเข้าใจ
- การมองจากมุมมองผู้อื่น
- การอธิบาย
- การสื่อสารให้เหมาะกับผู้ฟัง
- การร่วมมือกัน

ทักษะการแก้ปัญหา

- การสำรวจและทำความเข้าใจ
- การนำเสนอและคิดวิธี
- การวางแผนและการดำเนินการ
- การติดตามและสะท้อนความเห็น

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

- ❖ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน
- ❖ การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
- ❖ การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

ลักษณะเฉพาะของงาน

- การเปิดเผยข้อสนเทศ
- ความพร้อมใช้งานของข้อสนเทศ
- การพึ่งพาซึ่งกันและกัน
- การมีเป้าหมายร่วมกัน

โครงเรื่องของปัญหา

- ประเภทของงาน
- สิ่งแวดล้อมของเรื่อง
- เนื้อหาหลักของเรื่อง

องค์ประกอบของกลุ่ม

- ความเท่าเทียมกันของบทบาทที่ได้รับ
- ความเท่าเทียมกันของสถานะของสมาชิกในกลุ่ม
- ขนาดของกลุ่ม

การสื่อสารของเนื้อเรื่อง

- ความชัดเจนของภาษา
- การอ้างอิง
- ขอบเขตของปัญหา

บริบท

ภาพ 2 บริบทของแบบทดสอบ

4. วิธีการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

ปัจจุบันมีการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 2 วิธี ได้แก่ การประเมินแบบมนุษย์-ตัวแทน (คอมพิวเตอร์) (Human-Agent) และการประเมินแบบมนุษย์-มนุษย์ (Human-Human)

4.1 การประเมินแบบมนุษย์-ตัวแทน (คอมพิวเตอร์) (Human-Agent) คือ ผู้เข้าร่วมประเมินจะต้องทำการแก้ปัญหาร่วมกับตัวแทน (Agent) ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ ซึ่งถูกนำมาใช้ในการประเมิน PISA ปี 2015 ซึ่งการประเมินมนุษย์-ตัวแทนนั้น คือ การตอบสนองของตัวแทนต่อผู้เข้าประเมินจะเป็นการตอบสนองในลักษณะเดียวกัน และเป็นมาตรฐานต่อการให้คะแนน (Graesser, Jeon and Dufty, 2008 as cited in Valerie, et al., 2014 p.97 อ้างจาก กัธร คงอรุณ, 2559, หน้า 39)

กรอบโครงสร้างการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของ PISA 2015 ได้นำสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 3 ข้อ มาเขียนในตารางร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคล 4 ข้อหลัก จากกรอบโครงสร้างการประเมิน PISA 2012 เพื่อแสดงให้เห็นถึงทักษะเฉพาะด้านที่แสดงออกถึงความสามารถด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในการทำภารกิจต่าง ๆ ที่กำหนดให้ ซึ่งในแบบทดสอบด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจะประเมินการแสดงผลออกทั้ง 12 ข้อ (A1-D3) ดังตาราง 2

กรอบโครงสร้างการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 ได้นำสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 3 ข้อหลักข้างต้น มาเขียนในตารางร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคล 4 ข้อหลัก จากกรอบโครงสร้างการประเมิน PISA 2012 เพื่อแสดงให้เห็นถึงทักษะเฉพาะด้านที่แสดงออกถึงความสามารถด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในการทำภารกิจต่าง ๆ ที่กำหนดให้ ซึ่งในแบบทดสอบด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจะประเมินการแสดงผลออกทั้ง 12 ข้อ (A1-D3) ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 รูปแบบการประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015

| | (1) การสร้างและ เก็บรักษาความ เข้าใจที่มีร่วมกัน | (2) การเลือกวิธีการ ดำเนินการที่ เหมาะสมในการ แก้ปัญหา | (3) การสร้างและ รักษาระเบียบของ กลุ่ม |
|---|--|--|---|
| (A) การสำรวจและ ทำความเข้าใจ ปัญหา | (A1) การค้นพบ มุมมอง และ ความสามารถของ สมาชิกในกลุ่ม | (A2) การค้นพบ รูปแบบ ของการมี ปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เพื่อแก้ปัญหาตาม เป้าหมาย | (A3) การเข้าใจ บทบาท หน้าที่ในการ แก้ปัญหา |
| (B) การนำเสนอ และคิดหาวิธี แก้ปัญหา | (B1) การสร้าง แนวทาง การนำเสนอ ที่ใช้ร่วมกันและการ เจรจาตกลง เพื่อทำ ความเข้าใจปัญหา | (B2) การระบุและ อธิบายภาระงานที่ ต้องทำให้เสร็จ | (B3) อธิบายบทบาท และการจัดระเบียบ ของกลุ่ม (การสื่อสาร วิธีการทำงาน/ ข้อตกลงตามบทบาท หน้าที่) |
| (C) การวางแผน และดำเนินการ แก้ปัญหา | (C1) การสื่อสารกับ สมาชิกในกลุ่ม เกี่ยวกับการกระทำที่ จะทำหรือกำลังลงมือ ทำ | (C2) การปฏิบัติตาม แผน | (C3) การทำตาม ข้อตกลง ตาม บทบาทหน้าที่ (เช่น กระตุ้นให้สมาชิกใน กลุ่มทำงานจนสำเร็จ ตามภาระงานที่ได้รับ มอบหมาย) |
| (D) การติดตามและ สะท้อนความเห็น | (D1) การติดตามและ ปรับแก้ความเข้าใจที่มี ร่วมกัน | (D2) การติดตามผล ของ การกระทำและ ประเมิน ความสำเร็จ ในการแก้ปัญหา | (D3) การติดตาม การให้ ข้อเสนอแนะ และการปรับเปลี่ยน ระเบียบและ บทบาท ของกลุ่ม |

Draft PISA 2015 ได้แสดงเกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือซึ่งแบ่งเกณฑ์การประเมิน 3 สมรรถนะหลักได้ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับสูง ระดับกลาง ระดับต่ำ ซึ่งแสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 เกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ Draft PISA 2015

| ทักษะ | ระดับต่ำ | ระดับกลาง | ระดับสูง |
|--|--|--|--|
| กระบวนการ | | | |
| 1 การเก็บรักษา ความเข้าใจที่มี ร่วมกัน | <ul style="list-style-type: none"> - มีการสื่อสารที่ไม่ตรงประเด็นกับงาน - มีการเสนอความคิดเห็นเล็กน้อยหรือให้ข้อมูลที่ผิดเกี่ยวกับมุมมองของตนเอง - การกระทำของนักเรียนแสดงให้เห็นว่ามีการสร้างความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในระหว่างแบ่งปันความรู้ความเข้าใจร่วมกัน - มีการให้ข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกันหรือข้อมูลที่ผิดถูกต้องกับสมาชิกในกลุ่ม - นักเรียนให้ข้อมูลในช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสมกับบริบทหรือสถานการณ์ | <ul style="list-style-type: none"> - มีการสร้างองค์ความรู้และมีการสืบค้นข้อมูลที่เหมาะสมกับบริบทเกี่ยวกับมุมมองของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม - สร้างและตอบสนองต่อการร้องขอความชัดเจนของเป้าหมายในการแก้ปัญหา ข้อจำกัดของปัญหา และความต้องการในการแก้ปัญหา - รับทราบและยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดจากการแบ่งปันความรู้ความเข้าใจกับเพื่อนร่วมกลุ่ม - สามารถแก้ไขหรือลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการแบ่งปันความเข้าใจกับเพื่อนร่วมกลุ่ม | <ul style="list-style-type: none"> - มีความกระตือรือร้นในการแบ่งปันข้อมูลและมุมมองที่มีต่อการแก้ปัญหาของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่มเมื่อมีความจำเป็น - มีการค้นหาเกี่ยวกับความสามารถและมุมมองของสมาชิกในกลุ่ม - เป็นผู้ร้องขอให้มีการกำหนดเป้าหมายการแก้ปัญหา ระบุข้อจำกัดของปัญหาและความต้องการในการแก้ปัญหาในบริบทและสถานการณ์ที่เหมาะสม - สามารถค้นพบข้อผิดพลาดในระหว่างการทำความเข้าใจร่วมกันกับเพื่อนและเริ่มใช้การสื่อสารกับเพื่อน |

ตาราง 3 (ต่อ)

| ทักษะกระบวนการ | ระดับต่ำ | ระดับกลาง | ระดับสูง |
|---|---|---|---|
| 2 การเลือกวิธีการ ดำเนินการที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหา | - มีวิธีการสื่อสารและ ดำเนินการแก้ปัญหา อย่างไม่เป็นระบบมี ลักษณะการสุ่มหรือ ลองผิดลองถูกในการ แก้ปัญหา - มีการกระจายภาระ งานเพื่อการแก้ปัญหา อย่างไม่เหมาะสมกับ บริบทและ สถานการณ์ | - มีการตอบสนองต่อ การร้องขอการ ดำเนินการแก้ปัญหา และวางแผนการ แก้ปัญหา - มีการกระจายภาระ งานและบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบได้ อย่างเหมาะสม | - มีกานสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับการ ดำเนินการแก้ปัญหา และวางแผนการ ทำงานจากการ ร่วมมือกันของ สมาชิกในกลุ่มเพื่อให้ ได้วิธีการแก้ปัญหาได้ เหมาะสมตามบริบท และสถานการณ์ |
| | - มีการเสนอแนวทาง ในการแก้ปัญหาที่ไม่ เหมาะสมกับบริบท และสถานการณ์ | - การกระทำของ นักเรียนหรือการ สื่อสารของนักเรียน แสดงให้เห็น ว่านักเรียนพยายาม แก้ปัญหอย่างเป็น ลำดับขั้นตอนเพื่อให้ งานเดินหน้าไปได้ - มีการแก้ไขและ ปรับปรุงการ ดำเนินการแก้ปัญหา เมื่อได้รับแจ้ง - นักเรียนมีการร่วมกัน วางแผนการดำเนินงาน ได้ | - มีการตั้งเป้าหมาย การอภิปราย ตลอดจนการ ปรับเปลี่ยนบทบาท หน้าที่เมื่อปัญหาที่ เกิดขึ้นมีการ เปลี่ยนแปลงหรือเมื่อ มีอุปสรรคต่อการ แก้ปัญหา - สามารถระบุแนว ทางการดำเนินการ แก้ปัญหาที่ดีที่สุดได้ เพื่อนำไปสู่การบรรลุ เป้าหมายได้อย่างมี ประสิทธิภาพ |

ตาราง 3 (ต่อ)

| ทักษะ | ระดับต่ำ | ระดับกลาง | ระดับสูง |
|-------------------------------------|--|---|---|
| กระบวนการ | | | |
| 3 การสร้าง และรักษา ระเบียบของกลุ่ม | <p>- การกระทำของนักเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและเพื่อนในกลุ่ม</p> <p>- มีการดำเนินการเพียงคนเดียวหรือแสดงบทบาทในการทำงานอย่างไม่เหมาะสม</p> <p>- พยายามที่จะมอบหมายงานให้กับสมาชิกในกลุ่ม</p> <p>- นักเรียนมีความพยายามที่จแก้ปัญหาเพียงคนเดียวหรือจะร่วมมือก็ต่อเมื่อมีความจำเป็นต้องพึ่งพาอาศัยคนอื่นเท่านั้น</p> | <p>- รับทราบและดำเนินการตามบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบที่ตนเองได้รับจากกลุ่ม</p> <p>- การกระทำและการสื่อสารของนักเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความตระหนักในบทบาทหน้าที่ในฐานะที่นักเรียนเป็นสมาชิกคนหนึ่งของกลุ่ม</p> <p>- การกระทำของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนได้ดำเนินการตามบทบาทหน้าที่ของตนเองที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติตามที่ได้วางแผนไว้</p> <p>- มีการยอมรับหรือรับทราบข้อผิดพลาดหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหาเมื่อได้รับความหรือการแจ้งเตือนหรือการ</p> | <p>- การกระทำและการสื่อสารของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนเริ่มการวางแผนในการแก้ปัญหาและระบุบทบาทหน้าที่การทำงานของตนเองกับเพื่อนในกลุ่มภายใต้ความสามารถที่แตกต่างกันของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มได้อย่างเหมาะสม</p> <p>- นักเรียนมีการค้นหา มอบหมายหน้าที่การทำงานหรือยอมรับบทบาทที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาจากสมาชิกในกลุ่ม</p> <p>- นักเรียนมีการแก้ปัญหา กำหนดเป้าหมาย วางแผนหรือปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานเมื่อปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือเมื่อมีสมาชิกในกลุ่มทำตาม</p> |

ตาราง 3 (ต่อ)

| ทักษะกระบวนการ | ระดับต่ำ | ระดับกลาง | ระดับสูง |
|----------------|----------|--------------------------|---|
| | | แสดงออกถึงการเกิดอุปสรรค | บทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย - นักเรียนมีการแจ้งหรือย้ำเตือนให้สมาชิกในกลุ่มปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องต่อบทบาทและสถานการณ์ที่ได้รับ |

4.2 การประเมินแบบมนุษย์-มนุษย์ (Human-Human) คือ การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในโครงการประเมินและการเรียนการสอนทักษะในศตวรรษที่ 21 (ACT21s) ซึ่งเป้าหมายของโครงการนี้ คือ การค้นหาและสร้างรูปแบบการประเมินแบบใหม่ เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 (Patrick Griffin, 2014 อ้างจาก กักร คงอรุณ, 2559, หน้า 43) ได้นำเสนอแนวทางการประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การประเมินด้านความรู้และการประเมินด้านสังคม ซึ่งการประเมินด้านความรู้จะแบ่งออกเป็น 6 ระดับ โดยแต่ละระดับการประเมินด้านความรู้มีรายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงรูปแบบการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านความรู้

| ระดับ | การทำงาน | การสร้างองค์ความรู้ |
|-------|---|--|
| 6 | นักเรียนมีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ สามารถหาข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ ตรวจสอบข้อมูลและเลือกใช้ ข้อมูลเป็น สามารถรู้ได้ว่าข้อมูลไหนมีประโยชน์ ต่องานและข้อมูลไหนไม่มีประโยชน์ มีความ ตระหนักต่อภาระงานที่ได้รับและสามารถทำงาน ให้สำเร็จภายในระยะเวลาที่กำหนดได้ | นักเรียนสามารถเข้าใจลักษณะ และองค์ประกอบของปัญหา สามารถสร้างองค์ความรู้และหา แนวทางในการแก้ปัญหาได้ |
| 5 | นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ มีการวางแผนการทำงานในระดับดี มีการตั้งเป้าหมายที่อยู่ บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์ที่ตนเอง ได้รับ และมีการจดบันทึกข้อมูลที่มีประโยชน์และ อาจมีประโยชน์ในอนาคตสำหรับนักเรียน สามารถ วิเคราะห์ปัญหาได้ มีการวางแผนแก้ปัญหา | นักเรียนสามารถระบุสาเหตุและ ผลกระทบของปัญหาได้และ สามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้อย่าง เหมาะสมทั้งในปัญหาระดับทั่วไป ไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อน นักเรียนสามารถปรับปรุงแก้ไข สมมติฐานที่ตนเองตั้งไว้ สามารถ หาวิธีตรวจสอบและพิสูจน์ สมมติฐานนั้นได้อย่างเหมาะสม |
| 4 | นักเรียนมีการนำวิธีการแก้ปัญหามาทดลอง ผิดลอง มีการประยุกต์ดัดแปลงในเชิงทดลองผิดลองถูก และค่อยๆ มีการสืบค้นอย่างเป็นระบบมากขึ้นมี การตั้งเป้าหมายในการทำงานและการแก้ปัญหา ค่อนข้างแคบ และมีข้อจำกัดโดยจะมองแค่การ แก้ปัญหาย่อยให้สำเร็จก่อนแล้วค่อยไปวางแผน แก้ปัญหาอื่น ๆ ต่อไป มีความเข้าใจปัญหาแค่ ระดับพื้นฐานเท่านั้นและยังขาดการวิเคราะห์ ปัญหา การวางแผนเพื่อแก้ปัญหา การหาวิธี แก้ปัญหาร่วมกับเพื่อนในกลุ่มที่ดี | นักเรียนสามารถระบุถึงความ เชื่อมโยงและรูปแบบของปัญหา โดยใช้ข้อมูลที่มีและสามารถหาวิธี แก้ปัญหาระดับทั่วไปได้ |

ตาราง 4 (ต่อ)

| ระดับ | การทำงาน | การสร้างองค์ความรู้ |
|-------|--|---|
| 3 | นักเรียนทราบว่าจำเป็นต้องมีข้อมูลมากกว่านี้เพื่อจะแก้ปัญหาและทำการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลมากเท่าที่จะหาได้ แต่ก็ยังตระหนักได้ว่าข้อมูลที่ตนเองมีนั้นอาจจะยังไม่เพียงพอจึงมีการจัดสรรแบ่งปันข้อมูลเหล่านั้นกับเพื่อน | นักเรียนเริ่มเห็นความเชื่อมโยงของข้อมูลต่างๆ เพื่อการแก้ปัญหาร่วมกันกับเพื่อน |
| 2 | นักเรียนมรการวิเคราะห์ปัญหาอย่างจำกัดและให้เพียงข้อมูลที่มีอยู่ในมือหรือใช้ข้อมูลจากที่ครูสอนเท่านั้น นักเรียนแสดงให้เห็นการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การตั้งเป้าหมายในการทำงานและการแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีข้อจำกัด | นักเรียนมีการตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้ข้อมูลที่นักเรียนมี สามารถระบุสาเหตุและผลกระทบที่เป็นไปได้ มีการตรวจสอบซ้ำเพื่อความมั่นใจและการได้มาซึ่งข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหา |
| 1 | นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ การทำงาน การสืบค้นข้อมูลเป็นไปอย่างสะเปะสะปะ ไม่เป็นระบบ ไม่มีความพยายามที่จะแก้ปัญหา ใช้วิธีแก้ปัญหาอย่างไม่หลากหลาย มีความพยายามที่จะแก้ปัญหาด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง | นักเรียนมีความพยายามในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีเดิม ๆ ซ้ำ ๆ ซึ่งขาดแคลนหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ขาดความเข้าใจในปัญหา นักเรียนมีการหาข้อมูลเป็นรายบุคคล และทำตามที่ครูสอนเท่านั้น |

การประเมินด้านสังคม แบ่งออกเป็น 6 ระดับ โดยแต่ละระดับมีรายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงรูปแบบการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านสังคม

| ระดับ | การมีส่วนร่วม | การให้ความช่วยเหลือ | การทำงาน |
|-------|---|---|---|
| 6 | | นักเรียนมีการสื่อสารระหว่างเพื่อนในกลุ่มเกี่ยวกับปัญหาได้อย่างเข้าใจ มีการร่วมมือกันหาแนวทางหรือวิธีสำหรับแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และมีกระบวนการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ | นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่การทำงานอย่างชัดเจน สามารถบริหารจัดการการทำงาน การแก้ปัญหา ร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้การแก้ปัญหา หรือ การทำงานประสบความสำเร็จ นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความสามารถของตนเอง รู้จุดอ่อน จุดแข็ง ทั้งของตนเองและของเพื่อนในกลุ่มได้ |
| 5 | นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน ตั้งใจฟังและยอมรับความช่วยเหลือต่างๆ ไม่ว่าจะจากเพื่อนในกลุ่ม หรือ ครู | นักเรียนให้ความร่วมมือและยอมรับความเห็นจากเพื่อนในกลุ่มแต่ไม่ปรับปรุง หรือ เปลี่ยนแปลงเป้าหมายในการทำงาน มีการร่วมมือกันทำงานและแก้ปัญหาร่วมกัน อย่างเหมาะสม | นักเรียนมีความพยายามในการแก้ปัญหามาก ความแตกต่างทางความคิดและความเข้าใจของเพื่อนในกลุ่มได้ นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นร่วมกันสามารถติชมรวมถึงบอกข้อจำกัดของเพื่อนในกลุ่มตลอดจนปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการทำงานได้อย่างเหมาะสม |

ตาราง 5 (ต่อ)

| ระดับ | การมีส่วนร่วม | การให้ความช่วยเหลือ | การทำงาน |
|-------|--|--|--|
| 4 | นักเรียนแสดงให้เห็นถึงวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย | นักเรียนมีการแก้ไขปรับปรุงจากการสื่อสารร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อนำมาพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาให้มากขึ้นและมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลข้อคิดเห็นร่วมกัน | นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นและแบ่งปันข้อมูลสำหรับการทำงานและแก้ปัญหาให้กับเพื่อนในกลุ่มตามความสามารถของตนเองมีการแบ่งปันความเข้าใจร่วมกันและตระหนักถึงความสามารถและข้อจำกัดในการทำงานของตนเอง |
| 3 | นักเรียนแสดงให้เห็นถึงความพยายามในการแก้ปัญหามีการปรึกษาพูดคุยกันในกลุ่ม เช่น คำชี้แนะ คำสั่ง เป็นต้น | นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำความเข้าใจกับปัญหาร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม | นักเรียนจะมีส่วนร่วมในการทำงานก็ต่อเมื่อภาระงานนั้นเกี่ยวข้องกับงานที่ตนเองได้รับมาเท่านั้น |
| 2 | นักเรียนมีส่วนร่วมเฉพาะเมื่อได้รับความช่วยเหลือ มีการสื่อสารพูดคุยกันในกลุ่มแค่ช่วงแรก นักเรียนมีความตระหนักในหน้าที่ของตนและเพื่อนในกลุ่มและมีการส่งข้อมูลหรือแบ่งปันข้อมูลเฉพาะที่เกี่ยวข้องให้กับเพื่อนในกลุ่มตามหน้าที่ของตนเพื่อให้การทำงานดำเนิน | นักเรียนไม่มีการตอบสนองต่อการมีส่วนร่วมของเพื่อนในกลุ่ม หรือต้องใช้เวลาานกว่านักเรียนจะยอมมีส่วนร่วมกับเพื่อน และมีแนวโน้มที่จะปฏิเสธการร่วมมือใด ๆ จากเพื่อนในกลุ่ม | นักเรียนทำงานคนเดียวเป็นหลัก ทำตามหน้าที่ของตนเองเท่านั้น และมีความตระหนักถึงความสามารถและขีดจำกัดในการทำงานของตนเอง |

ตาราง 5 (ต่อ)

| ระดับ | การมีส่วนร่วม | การให้ความช่วยเหลือ | การทำงาน |
|-------|---|---------------------|----------|
| | ต่อไปได้ | | |
| 1 | นักเรียนมีการทำงานและการแก้ปัญหาด้วยตัวคนเดียว นักเรียนไม่มีการสื่อสารพูดคุยปรึกษากันในกลุ่มเลย ไม่มีการทำงานร่วมกันในกลุ่ม ไม่มีการแบ่งปันข้อมูลร่วมกัน การสื่อสารระหว่างกันเกิดขึ้นแค่ตอนรับปัญหามาแล้วเท่านั้น | | |

จากการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนที่กล่าวมา พบว่ามีวิธีการประเมิน 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบการประเมินของ PISA 2015 และรูปแบบการประเมินของ Care and Griffin (2014) ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบและเกณฑ์การประเมินของ PISA 2015 โดยแบ่งเกณฑ์การประเมิน 3 สมรรถนะหลักทั้ง 3 สมรรถนะออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับสูง ระดับกลาง ระดับต่ำ เนื่องจากรูปแบบการประเมินของ PISA 2015 มีหัวข้อหรือประเด็นในการประเมินได้ครบถ้วน ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

จำนวนข้อสอบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ใช้ในการประเมิน PISA 2015 กรอบโครงสร้างการแก้ปัญหาแบบร่วมมือออกแบบมาสำหรับการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ดังนั้นประเทศที่เลือกสอบด้วยคอมพิวเตอร์เท่านั้น จึงจะสามารถประเมินสมรรถนะด้านนี้ของนักเรียนได้ สำหรับแบบทดสอบด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 จะมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนและเพื่อนร่วมกลุ่มซึ่งเป็นตัวละครสมมติในคอมพิวเตอร์ ต้องร่วมกันแก้ไขปัญหาและทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมาย โดยใช้การสนทนาเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและตัดสินใจร่วมกัน ทั้งนี้นักเรียนจะสนทนาได้ตอบกับเพื่อนร่วมกลุ่มผ่านทางหน้าต่างสำหรับแชท (Chat) ซึ่งมีเมนูให้กดเลือกบทสนทนาจากตัวเลือกที่มีให้เพื่อสื่อสารกับ

เพื่อระหว่างการทำภารกิจ สำหรับการตรวจข้อสอบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจะเป็นการตรวจอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์ โดยข้อสอบแต่ละข้อจะมีการให้รหัสแล้วจึงนำรหัสมาแปลงเป็นคะแนน และระดับคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนที่แสดงออกถึงระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด แบบทดสอบด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือถูกพัฒนาขึ้นเพื่อวัดการแสดงออกทั้ง 12 ข้อ (A1-D3 ในตารางที่ 1) ภายใต้การกำหนดสถานการณ์ปัญหาในการทำภารกิจที่แตกต่างกัน ซึ่งคำถามแต่ละข้อจะวัดทักษะต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น คำถามบางข้อเน้นที่การค้นหาความเข้าใจพื้นฐานที่มีร่วมกัน (A1) บางคำถามวัดเรื่องการรับรู้บทบาทหน้าที่ (B2) บางคำถามวัดเรื่องการทำตามแผนงาน (C2) และบางคำถามแสดงถึงการรู้ว่ามีคามผิดปกติใดเกิดขึ้นในกลุ่ม (D3) คำถามที่ใช้ประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือมีการกระจายตามสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและทักษะการแก้ปัญหา

ตาราง 6 จำนวนข้อสอบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือใน PISA 2015 จำแนกตามสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และ ทักษะการแก้ปัญหา

| | จำนวนข้อสอบ | ร้อยละข้อสอบ |
|---|-------------|--------------|
| สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | |
| การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | 61 | 52% |
| การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | 26 | 22% |
| การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | 30 | 26% |
| รวม | 117 | 100% |
| ทักษะการแก้ปัญหา | | |
| การสำรวจและทำความเข้าใจปัญหา | 22 | 50% |
| การนำเสนอและคิดหาวิธีแก้ปัญหา | 37 | |
| การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา | 35 | 30% |
| การติดตามและสะท้อนความเห็น | 23 | 20% |
| รวม | 117 | 100% |

จากการศึกษาเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ดังนี้

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นการจัดการเรียนรู้ กิจกรรม
การจัดการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

| ขั้นการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาโดยใช้ กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม | กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ | การส่งเสริมการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ |
|--|---|---|
| <p>ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา</p> | <p>- นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน สมาชิก กลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจสถานการณ์ที่เป็น ปัญหาซึ่งสามารถใช้ทักษะการตั้งคำถามด้วย หลัก 5W1H ซึ่งประกอบด้วย Who เป็นการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับบุคคล ปัญหา หรือความต้องการ What เป็นการตั้งคำถามว่าอะไรคือปัญหา หรือความต้องการจากสถานการณ์นั้นๆ When เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือ ความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้น เมื่อใด Where เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือ ความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้น ที่ไหน Why เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุ ว่าทำไมถึงเกิดปัญหาหรือความต้องการ How เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์หา แนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา นั้นว่าจะ สามารถทำได้ด้วยวิธีการอย่างไร</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน - การค้นพบมุมมอง และ ความสามารถของ สมาชิกในกลุ่ม - การสร้างความเข้าใจ ปัญหาร่วมกัน (การระบุ ปัญหาร่วมกัน) การสร้างและรักษา ระเบียบของกลุ่ม - การเข้าใจบทบาท หน้าที่ในการแก้ปัญหา - การอธิบายบทบาทและ การจัดระเบียบของกลุ่ม</p> |

ตาราง 7 (ต่อ)

| <p>ขั้นการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาโดยใช้ กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม</p> | <p>กิจกรรมการจัดการเรียนรู้</p> | <p>การส่งเสริมการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> |
|--|---|---|
| <p>ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา</p> | <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันใช้ความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ในการค้นหา และทำความเข้าใจปัญหา จากนั้นร่วมกันระบุ ปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหา</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันสอบถามทำความเข้าใจ เพื่อค้นพบมุมมองและความสามารถของแต่ละ คนในกลุ่ม ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับงาน จากนั้นร่วมกันแบ่งหน้าที่การทำงานของแต่ ละคน ให้เหมาะสมกับงานและปัญหา</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันรวบรวมข้อมูลที่ เกี่ยวข้องกับปัญหาตามบทบาทหน้าที่ที่ได้ตก ลงไว้ ร่วมกันแบ่งปันความรู้ความเข้าใจของ ตนเองกับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อหาวิธีการที่ หลากหลายสำหรับใช้ในการแก้ปัญหา</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันเลือกวิธีการแก้ปัญหา ที่ดีที่สุด จากนั้นร่วมกันคิดสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้ แก้ปัญหา</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <p>- การค้นพบมุมมองและ ความสามารถของ สมาชิกในกลุ่ม ใน ประเด็นที่สัมพันธ์กับงาน</p> <p>- การสร้างความเข้าใจ ปัญหาร่วมกัน มีการ แบ่งปันความรู้ความ เข้าใจของตนเองกับ สมาชิกในกลุ่ม</p> |

ตาราง 7 (ต่อ)

| <p>ขั้นการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาโดยใช้ กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม</p> | <p>กิจกรรมการจัดการเรียนรู้</p> | <p>การส่งเสริมการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> |
|--|--|---|
| | <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันกำหนดเป้าหมายและวางแผนในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ การนำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ และใช้เทคโนโลยีค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต</p> | <p>การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - การค้นพบรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมาย มีการกำหนดเป้าหมายและวางแผนในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ร่วมกัน <p>การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม</p> <ul style="list-style-type: none"> - การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา - การอธิบายบทบาทและการจัดระเบียบของกลุ่ม - การทำตามข้อตกลงตามบทบาทหน้าที่ |

ตาราง 7 (ต่อ)

| <p>ขั้นการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาโดยใช้ กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม</p> | <p>กิจกรรมการจัดการเรียนรู้</p> | <p>การส่งเสริมการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> |
|--|--|---|
| <p>ขั้นที่ 3 ออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา</p> | <p>- สมาชิกกลุ่ม แบ่งหน้าที่กันตาม ความสามารถของแต่ละคนอย่างเหมาะสม ประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล ร่วมกันสื่อสาร อธิบาย เพื่อออกแบบ สิ่งประดิษฐ์ที่จะใช้แก้ปัญหาผ่านการร่างภาพ และการอธิบายลงบนกระดาษ</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันใช้ความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ การประยุกต์ใช้ ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ และใช้ เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล เพื่อออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา และร่างภาพลงบนกระดาษ</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <p>- การสื่อสารกับสมาชิก ในกลุ่มเกี่ยวกับการ กระทำการแก้ปัญหา การเลือกวิธีการ ดำเนินการที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหา</p> <p>- การค้นพบรูปแบบของ การมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เพื่อแก้ปัญหตาม เป้าหมาย มีการระบุนว ทางการแก้ปัญหาที่ เหมาะสม</p> <p>- การระบุและอธิบาย ภาระงานที่ต้องทำให้ เสร็จ</p> <p>การสร้างและรักษา ระเบียบของกลุ่ม</p> <p>- การเข้าใจบทบาท หน้าที่ในการแก้ปัญหา</p> <p>- การอธิบายบทบาทและ การจัดระเบียบของกลุ่ม</p> |

ตาราง 7 (ต่อ)

| <p>ขั้นการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาโดย ใช้กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม</p> | <p>กิจกรรมการจัดการเรียนรู้</p> | <p>การส่งเสริมการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> |
|--|---|--|
| <p>ขั้นที่ 4 วางแผนและ ดำเนินการ แก้ปัญหา</p> | <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันสื่อสาร อธิบาย อภิปราย เพื่อวางลำดับขั้นตอนการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ร่วมกันแบ่งหน้าที่ว่าใครจะทำอะไร ในขั้นตอนใด เพื่อให้สามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้สำเร็จ</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันสร้างสิ่งประดิษฐ์ตาม ขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ สมาชิกแต่ละคนทำ ตามหน้าที่ตามแผนที่ได้วางไว้อย่างถูกต้อง เหมาะสม โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ การประยุกต์ใช้ความรู้ด้าน คณิตศาสตร์ในการวัดและประมาณค่า ใช้ ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ในการสร้าง สิ่งประดิษฐ์ และใช้เทคโนโลยีในการค้นหา ข้อมูลเพิ่มเติม</p> | <p>- การทำตามข้อตกลงตาม บทบาทหน้าที่</p> <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <p>- การสื่อสารกับสมาชิก ใน กลุ่มเกี่ยวกับการกระทำ การแก้ปัญหา</p> <p>การเลือกวิธีการ ดำเนินการที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหา</p> <p>- การระบุอธิบายภาระงาน ที่ต้องทำให้สำเร็จ</p> <p>- การปฏิบัติตามแผน มี การดำเนินการแก้ปัญหา ตามแผนที่วางไว้ อย่าง เหมาะสมการสร้างและ รักษาระเบียบของกลุ่ม</p> <p>- การเข้าใจบทบาทหน้าที่ ในการแก้ปัญหา</p> <p>- การอธิบายบทบาทและ การจัดระเบียบของกลุ่ม การทำตามข้อตกลงตาม บทบาทหน้าที่ มีการแจ้ง</p> |

ตาราง 7 (ต่อ)

| <p>ขั้นการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาโดยใช้ กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม</p> | <p>กิจกรรมการจัดการเรียนรู้</p> | <p>การส่งเสริมการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> |
|--|--|---|
| | | <p>เดือนสมาชิกในกลุ่มให้ ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับ มอบหมาย</p> |
| <p>ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และ ปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน</p> | <ul style="list-style-type: none"> - สมาชิกกลุ่มร่วมกันตรวจสอบ ประเมินผล งานสิ่งประดิษฐ์ ว่าสามารถใช้ในการ แก้ปัญหาได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร และ ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร - สมาชิกกลุ่มร่วมกันอภิปราย ติดตามและ ปรับแก้ความเข้าใจที่มีร่วมกัน ในกรณีที่มีการ เข้าใจคลาดเคลื่อนของสมาชิกในกลุ่ม มีการ ตรวจสอบความผิดพลาดหรือความคลาด เคลื่อนที่เกิดจากการสื่อสารหรือทำความเข้าใจ ร่วมกัน ร่วมกันวางแผนหรือปรับเปลี่ยน โครงสร้างหน้าที่เมื่อเกิดปัญหาในการทำงาน - สมาชิกกลุ่มร่วมกันวางแผนการปรับปรุง แก้ไข ชิ้นงาน โดยใช้ ความรู้ ทางด้าน วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ การประยุกต์ใช้ ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ ใช้ความรู้ด้าน วิศวกรรมศาสตร์ออกแบบวิธีการปรับปรุง แก้ไขชิ้นงาน และใช้เทคโนโลยีในการสืบค้น ข้อมูล | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การติดตามและปรับแก้ ความเข้าใจที่มีร่วมกัน มี การตรวจสอบความ ผิดพลาดหรือความคลาด เคลื่อนที่เกิดจากการ สื่อสารหรือทำความเข้าใจ ร่วมกัน การเลือกวิธีการ ดำเนินการที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหา - การติดตามผลของการ กระทำและประเมิน ความสำเร็จในการ แก้ปัญหามีการระบุ แนวทางปรับปรุงแก้ไข อย่างเหมาะสม |

ตาราง 7 (ต่อ)

| <p>ขั้นการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาโดยใช้ กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม</p> | <p>กิจกรรมการจัดการเรียนรู้</p> | <p>การส่งเสริมการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> |
|--|--|--|
| | <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันแก้ไขชิ้นงานตามวิธีการ ที่ออกแบบไว้</p> | <p>การสร้างและรักษา ระเบียบของกลุ่ม - การติดตามการให้ ข้อเสนอแนะและการ ปรับเปลี่ยนระเบียบและ บทบาทของกลุ่ม มีการ รายงานปัญหาที่เกิดจาก การดำเนินงานภายใน กลุ่ม มีการร่วมกัน วางแผนหรือปรับเปลี่ยน โครงสร้างหน้าที่เมื่อเกิด ปัญหาในการทำงาน มี การช่วยเหลือและยอมรับ การช่วยเหลือจากสมาชิก ในกลุ่ม</p> |
| <p>ขั้นที่ 6 นำเสนอ วิธีการแก้ปัญหา ผล การแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน</p> | <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันคิดวิธีการนำเสนอข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานสร้างขึ้นมาเพื่อ แก้ปัญหาอย่างเหมาะสม โดยมีการแบ่ง หน้าที่ในการนำเสนอตามความถนัด ความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน - การค้นพบมุมมองและ ความสามารถของ สมาชิกในกลุ่ม สามารถ ระบุความรู้ที่สมาชิกใน</p> |

ตาราง 7 (ต่อ)

| <p>ขั้นการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาโดยใช้ กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม</p> | <p>กิจกรรมการจัดการเรียนรู้</p> | <p>การส่งเสริมการแก้ปัญหา แบบร่วมมือ</p> |
|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - สมาชิกกลุ่มร่วมกันใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศประยุกต์ใช้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการออกแบบงานนำเสนอให้เหมาะสมกับชิ้นงาน - สมาชิกกลุ่มร่วมกันนำเสนอผลงานสิ่งประดิษฐ์ ตามรูปแบบที่ได้ออกแบบและแบ่งหน้าที่รับผิดชอบกันได้ | <p>กลุ่มแต่ละคนมี (รู้ว่าสมาชิกแต่ละคนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหา) รู้จักตนเองในด้านความเชี่ยวชาญในการทำงานและการรู้จักจุดแข็งจุดอ่อนของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่มในประเด็นที่สัมพันธ์กับงาน</p> <p>การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - การค้นพบรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาดตามเป้าหมายอย่างเหมาะสม มีการเลือกวิธีการหรือรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม - การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จ - การปฏิบัติตามแผนที่ได้กำหนดไว้ |

จากการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ที่ใช้ในการประเมิน PISA 2015 ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เป็นแบบ Rubrics score โดยวัดการ แสดงออกสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 12 ข้อ ดังนี้

ตาราง 8 แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ปรับจาก PISA 2015

| รายการประเมิน | ระดับ | | | พฤติกรรม บ่งชี้ |
|--|------------|-------------|------------|-----------------|
| | สูง (3) | กลาง (2) | ต่ำ (1) | |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | | |
| 1.1 การค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม | | | | |
| 1.2 การระบุปัญหา | | | | |
| 1.3 การให้ข้อเสนอแนะและการรู้จุดอ่อนจุดแข็งของกลุ่ม | | | | |
| 1.4 การแสดงความคิดเห็นร่วมกันและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น | | | | |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | | |
| 2.1 การวางแผนและระบุแนวทางในการแก้ปัญหา | | | | |
| 2.2 การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จ | | | | |
| 2.3 การปฏิบัติตามแผน | | | | |
| 2.4 การติดตามผลของการกระทำและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา | | | | |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | | |
| 3.1 การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา | | | | |
| 3.2 การทำตามข้อตกลงตามบทบาทหน้าที่ | | | | |
| 3.3 การติดตาม การให้ข้อเสนอแนะและการปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม | | | | |

ตาราง 9 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ปรับจาก PISA 2015

| ด้าน | ระดับ | | |
|--|---|---|--|
| | สูง (3) | กลาง (2) | ต่ำ (1) |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | |
| 1.1 การค้นพบ มุมมองและ ความสามารถ ของสมาชิกใน กลุ่ม | นักเรียนทุกคนในกลุ่ม สามารถค้นพบมุมมอง และความสามารถของ สมาชิกที่มีผลต่องานที่ จะปฏิบัติได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่ม สามารถค้นพบมุมมอง และความสามารถของ สมาชิกที่มีผลต่องานที่ จะปฏิบัติได้ | นักเรียนทุกคนในกลุ่มไม่ สามารถค้นพบมุมมอง และความสามารถของ สมาชิกในกลุ่มได้ |
| 1.2 การระบุ ปัญหา (การวิเคราะห์ ประเด็นปัญหา ร่วมกัน และ ระบุปัญหา) | นักเรียนในกลุ่มทุกคน ร่วมกันปรึกษาพูดคุยกัน เกี่ยวกับประเด็นปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา แล้วหาข้อสรุปเพื่อให้ทุก คนเกิดความเข้าใจ ปัญหาไปในทิศทาง เดียวกัน มีความ กระตือรือร้นในการ แบ่งปันข้อมูล และ มุมมองที่มีต่อการ แก้ปัญหาของตนเอง และเพื่อนร่วมกลุ่ม ระบุ ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมกับบริบทและ สถานการณ์ | นักเรียนในกลุ่มส่วนใหญ่ ร่วมกันปรึกษาและ พูดคุยกันเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหา ร่วมกัน วิเคราะห์ปัญหา แต่ไม่ สามารถหาข้อสรุป เพื่อให้ทุกคนเกิดความ เข้าใจปัญหาไปใน ทิศทางเดียวกันได้ ต้อง ให้คำแนะนำ | นักเรียนในกลุ่มทุกคนไม่ ร่วมปรึกษา ไม่พูดคุยกัน เกี่ยวกับปัญหา ไม่ ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา และมีความเข้าใจ คลาดเคลื่อนในระหว่าง การแบ่งปันความรู้ความ เข้าใจร่วมกัน หรือมีการ ให้ข้อมูลซ้ำซ้อนหรือไม่ ถูกต้อง |

ตาราง 9 (ต่อ)

| ด้าน | ระดับ | | |
|--|---|---|--|
| | สูง (3) | กลาง (2) | ต่ำ (1) |
| 1.3 การให้ ข้อเสนอแนะและ การรู้จุดอ่อน จุดแข็งของ กลุ่ม | นักเรียนทุกคนในกลุ่ม สามารถให้ข้อเสนอแนะ และรู้จุดอ่อนจุดแข็งของ กลุ่ม | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่ม ร่วมกัน สามารถให้ ข้อเสนอแนะ และรู้จุดอ่อน จุดแข็งของกลุ่ม | นักเรียนทุกคนในกลุ่มไม่ สามารถให้ข้อเสนอแนะ และไม่รู้จุดอ่อนจุดแข็ง ของกลุ่ม |
| 1.4 การ ติดตามและ ปรับแก้ความ เข้าใจที่มี ร่วมกัน (การแสดง ความคิดเห็น ร่วมกันและรับ ฟังความ คิดเห็นของ ผู้อื่น) | นักเรียนทุกคนในกลุ่มมี การแสดงความคิดเห็น ร่วมกัน ยอมรับฟังความ ความคิดเห็นซึ่งกันและ กัน สื่อสารข้อผิดพลาด และนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่ม มีการแสดงความคิดเห็น ร่วมกัน ยอมรับฟังความ ความคิดเห็นซึ่งกันและ กัน สื่อสารข้อผิดพลาด แต่ไม่นำมาปรับปรุง แก้ไข | นักเรียนไม่มีการแสดง ความคิดเห็นร่วมกัน หรือ มีการเสนอเล็กน้อย หรือ ให้ข้อมูลที่ผิดพลาด |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่ เหมาะสมในการ แก้ปัญหา | | | |
| 2.1 การค้นพบ รูปแบบ ของ การมี ปฏิสัมพันธ์ ร่วมกัน เพื่อ แก้ปัญหาตาม เป้าหมาย | นักเรียนในกลุ่มทุกคน ร่วมกันวางแผนและ กำหนดขั้นตอนการ แก้ปัญหาได้อย่างเป็น ระบบ และสามารถระบุ แนวทางการดำเนินการ แก้ปัญหาที่ดีที่สุดได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่ม ร่วมกันวางแผนและ กำหนดขั้นตอนการ แก้ปัญหา แต่ไม่สามารถ ระบุแนวทางการ แก้ปัญหาได้ หรืออย่าง ใดอย่างหนึ่ง | นักเรียนในกลุ่มไม่ร่วมกัน วางแผนและกำหนด ขั้นตอนการแก้ปัญหา และไม่สามารถระบุแนว ทางการดำเนินการ แก้ปัญหาได้ |

ตาราง 9 (ต่อ)

| ด้าน | ระดับ | | |
|---|--|---|---|
| | สูง (3) | กลาง (2) | ต่ำ (1) |
| 2.2 การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จ | นักเรียนทุกคนในกลุ่มสามารถระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มสามารถระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จได้ | นักเรียนไม่สามารถระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติได้ |
| 2.3 การปฏิบัติตามแผน | นักเรียนทุกคนในกลุ่มสามารถปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มสามารถปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้ | นักเรียนไม่สามารถปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้ |
| 2.4 การติดตามผลของการกระทำและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา | นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีการสื่อสารกันตลอดการทำงาน ติดตามผลของงานและสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาเมื่อมีอุปสรรคได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มมีการสื่อสารกันตลอดการทำงาน ติดตามผลของงานและสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาเมื่อมีอุปสรรคได้ | นักเรียนไม่มีการสื่อสารกัน ไม่ติดตามผลของงานและไม่สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาเมื่อมีอุปสรรคได้ |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | |
| 3.1 การเข้าใจบทบาทหน้าในการแก้ปัญหา | นักเรียนทุกคนในกลุ่มสามารถระบุบทบาทหน้าที่ของตนเองกับเพื่อนในกลุ่มภายใต้ความสามารถที่แตกต่างกันได้เหมาะสม | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มสามารถระบุบทบาทหน้าที่ของตนเองกับเพื่อนในกลุ่มภายใต้ความสามารถที่แตกต่างกันได้ | นักเรียนไม่สามารถระบุบทบาทหน้าที่ของตนเองกับเพื่อนในกลุ่มได้ |

ตาราง 9 (ต่อ)

| ด้าน | ระดับ | | |
|---|---|--|--|
| | สูง (3) | กลาง (2) | ต่ำ (1) |
| 3.2 การทำตามข้อตกลงตามบทบาทหน้าที่ | นักเรียนทุกคนปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และมีการกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่ม ทำงานจนสำเร็จตามภาระงานที่ได้รับมอบหมายได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และมีการกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่ม ทำงานจนสำเร็จตามภาระงานที่ได้รับมอบหมาย | นักเรียนไม่ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย |
| 3.3 การติดตามการให้ข้อเสนอแนะและการปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม | นักเรียนทุกคนมีการสื่อสารถ่ายทอดข้อมูลปัญหาและอุปสรรคกันภายในกลุ่ม หรือมีการสื่อสารเพื่อเปลี่ยนหน้าที่ให้ข้อเสนอแนะกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อไม่ให้เกิดความขัดแย้ง | นักเรียนส่วนใหญ่มีการสื่อสารถ่ายทอดข้อมูลปัญหาและอุปสรรคกันภายในกลุ่ม หรือมีการสื่อสารเพื่อเปลี่ยนหน้าที่ให้ข้อเสนอแนะกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อไม่ให้เกิดความขัดแย้งในบางครั้ง | นักเรียนไม่มีการสื่อสารถ่ายทอดข้อมูลปัญหาและอุปสรรคกันภายในกลุ่ม |

จากตาราง 9 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ปรับจาก PISA 2015 โดยมีการแปลผลคะแนนดังนี้

| คะแนนรวม | ระดับคุณภาพ |
|---------------|-------------|
| 23 - 33 คะแนน | สูง |
| 12 - 22 คะแนน | กลาง |
| 1 - 11 คะแนน | ต่ำ |

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

กำธร คงอรุณ (2559) ศึกษาวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียน 17 คน ของโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยใช้แบบสะท้อนคิดของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ แบบบันทึกพฤติกรรมกรการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน และแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) การวางแผนและพัฒนา 4) การทดสอบและประเมินผล 5) การนำเสนอผลลัพธ์ และมีประเด็นที่สำคัญที่ควรตระหนักถึง ได้แก่ การทบทวนความรู้ที่จำเป็นสำหรับการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา การเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาชีวิตจริง และการกระตุ้นนักเรียนให้ทำกิจกรรมร่วมกัน 2. การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน พบว่าสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยภาพรวมส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูง และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบแต่ละสมรรถนะหลัก พบว่า การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการดำเนินการแก้ปัญหา การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม มีระดับสูงขึ้น

สุรีย์พร สว่างเมฆ (2559) ศึกษาวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ตามกรอบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ DEEPER เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 37 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ DEEPER เรื่อง ระบบย่อยอาหาร แบบสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ชนิดเลือกตอบ 12 ข้อ และบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรม ผู้วิจัยวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้เพื่อสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้ และนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมวิเคราะห์โดยแสดง ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และค่าสถิติทดสอบที่แบบไม่อิสระ ผลการศึกษาพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกรอบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ DEEPER มีลักษณะดังนี้ ขั้นระบุปัญหา ให้สถานการณ์เพื่อระบุปัญหาที่เกี่ยวข้อง

สถานการณ์ควรเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ขั้นค้นหาข้อมูล ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาโดยเริ่มจากช่วยค้นหาให้ทั้งหมด เป็นค้นหาให้บางส่วน และค้นหาเอง จนให้ค้นหาเองทั้งหมดและควรใช้เวลาค้นหาอย่างเพียงพอเพื่อให้มีข้อมูลในการแก้ปัญหา ขั้นอธิบายวิธีการแก้ปัญหา ใช้คำถามชี้แนะเพื่อให้เขียนวิธีแก้ปัญหาพร้อมแสดงหลักฐานประกอบ ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ให้ทุกกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหานำชั้นเรียน ควรวาดภาพเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง ขั้นประเมินวิธีการแก้ปัญหา กำหนดให้เปรียบเทียบวิธีแก้ปัญหากับกลุ่มอื่น เพื่อหาจุดปรับปรุงตนเอง ขั้นสะท้อนผลที่ได้จากการแก้ปัญหา ส่งตัวแทนกลุ่มสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ เพื่อนำไปพัฒนาในครั้งต่อไป 2) การจัดการเรียนรู้ตามกรอบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ DEEPER สามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ดังนี้ นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเฉลี่ยหลังเรียนอยู่ในระดับสูง ตามเกณฑ์ PISA 2015 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนที่อยู่ในระดับกลาง นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ชนะชัย ทะยอม (2560) ศึกษาวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐานของการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก คือ 1) ขั้นระบุประเด็นปัญหา 2) ขั้นการสืบค้นข้อมูล 3) ขั้นอธิบายหรือโต้แย้ง 4) ขั้นการนำเสนอ 5) ขั้นการประเมิน 6) ขั้นสะท้อนผล กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2558 จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบบบันทึกการสะท้อนผล และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้เป็นอย่างดี คือ กระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจและใกล้ตัว เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน การกำหนดภาระงานของนักเรียนที่มาก ได้แก่ การทำการทดลองเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการหาคำตอบของการแก้ปัญหา การสร้างชิ้นงาน และการทดสอบผลการแก้ปัญหา เป็นต้น นอกจากนั้นจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดและมีการประเมินความเข้าใจร่วมกันผ่านการอภิปรายโต้แย้ง 2) นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเพิ่มขึ้นตามลำดับ จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 3 ด้วยการใช้แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีสมรรถนะในระดับสูง และกลาง ของแต่ละสมรรถนะย่อย แต่เมื่อพิจารณาสมรรถนะที่นักเรียนพัฒนาได้ดีที่สุด คือ สมรรถนะการสร้าง

และรักษาระเบียบของกลุ่ม รอลงมาคือสมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน และลำดับสุดท้ายคือ สมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมกับปัญหา

ธีรฎา ไชยเดช (2560) ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ โดยกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและแบบสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 3 สมรรถนะหลัก ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมกับปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยประเมินตามเกณฑ์ที่สร้างขึ้น โดยปรับมาจากกรอบการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ โดยนักเรียนร้อยละ 95.8 มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงหลังการจัดการเรียนรู้

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Konstantinos (2006) ได้ศึกษาบทบาทของนักเรียนในการแบ่งปันความรู้ร่วมกัน ระหว่างการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ในวิชาคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาทสำคัญที่นักเรียนแสดงออกในระหว่างการทำกิจกรรมร่วมกัน และเพื่อศึกษาผลการแบ่งปันความรู้ร่วมกันในระหว่างการแก้ปัญหา มีผู้เข้าร่วมการศึกษา คือ นักศึกษาคณะของมหาวิทยาลัยโยฮานนีนาในประเทศกรีซ ช่วงอายุ 20-31 ปี โดยแบ่งออกเป็น 20 คู่ เป็นชาย 13 คู่ หญิง 1 คู่ และชายกับหญิง 6 คู่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ จำนวน 3 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อใช้เวลา 1 ชั่วโมง และใช้วิธีการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมจากแบบสังเกต พร้อมทั้งบันทึกเสียง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนแต่ละคนจะมีบทบาทการทำงานที่แตกต่างกัน สามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) รูปแบบของ The dominant initiator (DI) คือ มีการใช้ความคิดของตนเองเป็นใหญ่ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของกลุ่ม 2) รูปแบบ The collaborative initiator (CI) คือ มีการใช้ความคิดของตนเองเป็นใหญ่ แต่ยอมรับฟังความคิดเห็นของกลุ่ม 3) รูปแบบ The collaborative evaluator (CE) คือ มีการสร้างความรู้ร่วมกับกลุ่ม และยอมรับฟังความคิดเห็นของกลุ่ม 4) รูปแบบ The insecure conciliator (IC) คือ ไม่ออกความคิดเห็น สรุปการเรียนรู้ร่วมกับเพื่อนในระหว่างการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนที่มีคู่หูรูปแบบ The collaborative evaluator (CE) และ The

insecure conciliator (IC) จะมีการแลกเปลี่ยนความรู้และแบ่งปันความรู้ร่วมกันที่ดีที่สุด และนักเรียนที่มีคู่หูรูปแบบ The collaborative initiator (CI) และ The dominant initiator (DI) จะมีการแลกเปลี่ยนความรู้และแบ่งปันความรู้ร่วมกันน้อยที่สุด

Lyn and Nicholas (2015) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาโดยใช้แบบจำลองการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม เพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา โดยมีจุดมุ่งหมายคือ ต้องการให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิศวกรรมเพื่อแก้ปัญหา เรื่อง สะพานถล่มที่ Minnesota ในปี 2007 โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) วิธีการแก้ปัญหาและความเป็นไปได้ 3) วางแผนและออกแบบวิธีการ 4) สร้างและทดสอบชิ้นงาน 5) ปรับปรุงและพัฒนา ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้แบบจำลองการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาร่วมกับเพื่อน และเสริมสร้างทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์ คติยึดหยุ่น และยังส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเมื่อพบเจอสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

Yi Lin, et al. (2015) ได้ทำการศึกษาระบบประเมินผลเพื่อทำการประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยมีการประเมิน 8 ช่วง และมีนักวิจัย 4 คน ได้เข้าร่วมการศึกษาในครั้งนี้ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดจะเป็นเกณฑ์เดียวกับที่ OECD กำหนดไว้ ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยปัญหาที่ใช้ในการทดสอบผู้เรียน เช่น การออกแบบชิ้นวางของ การใช้ไมโครเวฟ และการสร้างบ้าน เป็นต้น ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียนชายได้หวั่นระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 222 คน ซึ่งในการประเมิน จะวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 3 ด้าน ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ซึ่งพบว่าระบบการประเมินมีความยุ่งยาก แต่ก็เป็นที่น่าพอใจสำหรับผู้ที่ใช้ ซึ่งสามารถใช้ในการประเมินผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผู้เรียนแสดงออกถึงสมรรถนะทั้ง 3 ด้านอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในประเทศและต่างประเทศ พบว่าเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้แบบบูรณาการ และมีศักยภาพในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อแก้ปัญหาดังต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นสถานการณ์สมมติ หรือสถานการณ์ที่ใกล้เคียงในชีวิตจริง เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกับ

เพื่อน การทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อช่วยกันแก้ปัญหา และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ผู้วิจัยจึง
สนใจนำแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
ของนักเรียน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดำเนินการตามระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีวิธีการดำเนินการวิจัย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. การใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2 การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. แหล่งข้อมูล

การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีแหล่งข้อมูล ดังนี้

1.1 ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรม ประกอบด้วย

1.1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อัมรังโสติสกุล อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัตนนคร

1.1.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกันธ์ชัย ชะนูนันท์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัตนนคร

1.1.3 นางทิพย์อาภา ศีวีรวงศ์ ครูชำนาญการพิเศษ (สาขาวิชาชีววิทยา)
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1

1.2 ขั้นตอนลงแบบหนึ่งต่อหนึ่ง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษ จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของ
กิจกรรมการเรียนรู้

1.3 ขั้นตอนลงแบบกลุ่ม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษ จำนวน 9 คน เพื่อหาประสิทธิภาพกิจกรรมการ
เรียนรู้ ตามเกณฑ์ 75/75

2. ตัวแปร

การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
มีตัวแปรดังนี้

2.1 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ค่า
ความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน จึงถือว่า
กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม)

2.2 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (ตามเกณฑ์ 75/75)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ มีเครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบ
ร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการ
แก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.3 แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

4. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ มีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บ
รวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบมาตราประมาณ
ค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยมีเนื้อหาที่ประเมิน 5 ด้าน คือ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้
ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ ด้านการวัดและ
ประเมินผลการเรียนรู้

4.2 แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยมีเนื้อหาที่ประเมิน 6 ด้าน คือ ด้านมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

4.3 แบบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1 การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

5.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และการนำไปใช้ ดังนี้

ตาราง 10 แสดงการวิเคราะห์หลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|--|---|---|
| กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ | | |
| สาระที่ 2 ชีววิทยากับสิ่งแวดล้อม | ว 2.2 ม. 3/1 สสำรวจระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่นและอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ | ระบบนิเวศในแต่ละท้องถิ่นประกอบด้วย องค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพเฉพาะถิ่น ซึ่งมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน |
| มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต | ว 2.2 ม. 3/2 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิต | สิ่งมีชีวิตมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยมีการถ่ายทอดพลังงานในรูปของโซ่อาหาร |

ตาราง 10 (ต่อ)

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|--|--|---|
| ความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์ | ในรูปของโซ่อาหารและสายใย อาหาร | และสายใยอาหาร |
| | ว 2.2 ม. 3/3 อธิบายวัฏจักร น้ำ วัฏจักรคาร์บอน และ ความสำคัญที่มีต่อระบบนิเวศ | น้ำและคาร์บอนเป็น องค์ประกอบในสิ่งมีชีวิตและ สิ่งไม่มีชีวิต น้ำและคาร์บอนจะ มีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรใน ระบบนิเวศ ทำให้สิ่งมีชีวิตใน ระบบนิเวศนำไปใช้ประโยชน์ ได้ |
| | ว 2.2 ม. 3/4 อธิบายปัจจัยที่มี ผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาด ของประชากรในระบบนิเวศ | อัตราการเกิด อัตราการตาย อัตราการอพยพเข้า และอัตรา การอพยพออกของสิ่งมีชีวิต มี ผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาด ของประชากรในระบบนิเวศ |
| กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ | | |
| สาระที่ 8 ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 ใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบ เสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่ แน่นอน สามารถอธิบายและ ตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและ | ว 8.1 ม. 1-3/6 สร้าง แบบจำลอง หรือรูปแบบที่ อธิบายผลหรือแสดงผลของ การสำรวจตรวจสอบ | - |

ตาราง 10 (ต่อ)

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|--|--|------------------------|
| เครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลา นั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้อง สัมพันธ์กัน | | |
| กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ | | |
| สาระที่ 6 : ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มี ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การ สื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทาง คณิตศาสตร์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ | ค 6.1 ม. 1-3/5 เชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ | |
| กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี | | |
| สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยี สารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การ เรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การ ทำงาน และอาชีพ อย่าง มี ประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และ มีคุณธรรม | ง 3.1 ม. 3/3 ใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ นำเสนองานในรูปแบบที่ เหมาะสมกับลักษณะ งาน | |

2) ศึกษาเนื้อหา เรื่อง ระบบนิเวศ จากหนังสือและเอกสารคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 4 เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาในการสอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 กิจกรรม ดังนี้

ตาราง 11 แสดงชื่อเรื่อง ชื่อกิจกรรม และจำนวนชั่วโมง

| ลำดับที่ | ชื่อเรื่อง | ชื่อกิจกรรม | จำนวน ชั่วโมง |
|------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------|
| 1 | องค์ประกอบของระบบนิเวศ | ตามล่าหาเอเลี่ยน | 4 |
| 2 | วัฏจักรน้ำและวัฏจักรคาร์บอน | เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ | 4 |
| 3 | ประชากรในระบบนิเวศ | กับดักแมลง | 4 |
| รวม | | | 12 |

5.1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และหลักการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 การทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

5.1.4 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

ตาราง 12 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชั้นการจัดการเรียนรู้
กิจกรรมการเรียนรู้ และการส่งเสริมแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

| ชั้นการ จัดการ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริมการ แก้ปัญหา แบบร่วมมือ |
|-------------------------------|---|---|
| ชั้นที่ 1 การระบุ ปัญหา | <p>- นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน สมาชิกกลุ่มร่วมกัน ทำความเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งสามารถใช้ ทักษะการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W1H ซึ่งประกอบด้วย Who เป็นการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับบุคคลปัญหา หรือ ความต้องการ What เป็นการตั้งคำถามว่าอะไรคือปัญหาหรือความ ต้องการจากสถานการณ์นั้น ๆ When เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความ ต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใดWhere เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของ สถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นที่ไหน Why เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุว่าทำไมถึง เกิดปัญหาหรือความต้องการ How เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางหรือ วิธีการแก้ปัญหานั้นว่าจะสามารถทำได้ด้วยวิธีการ อย่างไร</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ในการค้นหาและทำความเข้าใจปัญหา จากนั้นร่วมกันระบุปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหา - สมาชิกกลุ่มร่วมกันสอบถามทำความเข้าใจเพื่อค้นพบ มุมมองและความสามารถของแต่ละคนในกลุ่ม ใน ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับงานจากนั้นร่วมกันแบ่งหน้าที่การ ทำงานของแต่ละคน ให้เหมาะสมกับงานและปัญหา</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน - การค้นพบมุมมอง และ ความสามารถของสมาชิก ในกลุ่ม - การสร้างความเข้าใจ ปัญหาร่วมกัน (การระบุ ปัญหาร่วมกัน) การสร้างและรักษา ระเบียบของกลุ่ม - การเข้าใจบทบาทหน้าที่ ในการแก้ปัญหา - การอธิบายบทบาทและ การจัดระเบียบของกลุ่ม</p> |

ตาราง 12 (ต่อ)

| ขั้นการ จัดการ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบ ร่วมมือ |
|---|--|--|
| <p>ขั้นที่ 2 การ รวบรวม ข้อมูลและ แนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับ ปัญหา</p> | <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับปัญหาตามบทบาทหน้าที่ที่ได้ตกลงไว้ ร่วมกันแบ่งปันความรู้ความเข้าใจของตนเอง กับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อหาวิธีการที่ หลากหลายสำหรับใช้ในการแก้ปัญหา</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันเลือกวิธีการแก้ปัญหา ที่ดีที่สุด จากนั้นร่วมกันคิดสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้ แก้ปัญหา</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันกำหนดเป้าหมายและ วางแผนในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ การ นำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ และใช้เทคโนโลยีค้นคว้าข้อมูลจาก อินเทอร์เน็ต</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษาความ เข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <p>- การค้นพบมุมมองและ ความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม ในประเด็นที่สัมพันธ์กับงาน</p> <p>- การสร้างความเข้าใจปัญหา ร่วมกัน มีการแบ่งปันความรู้ ความเข้าใจของตนเองกับสมาชิก ในกลุ่ม</p> <p>การเลือกวิธีการดำเนินการที่ เหมาะสมในการแก้ปัญหา</p> <p>- การค้นพบรูปแบบของการมี ปฏิสัมพันธ์ร่วมกันเพื่อแก้ปัญหา ตามเป้าหมาย มีการกำหนด เป้าหมายและวางแผนในการ แก้ปัญหาที่เป็นไปได้ร่วมกัน</p> <p>การสร้างและรักษาระเบียบ ของกลุ่ม</p> <p>- การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการ แก้ปัญหา</p> <p>- การอธิบายบทบาทและการจัด ระเบียบของกลุ่ม</p> <p>- การทำตามข้อตกลง ตาม บทบาทหน้าที่</p> |

ตาราง 12 (ต่อ)

| ขั้นการ จัดการเรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริมการแก้ปัญหา แบบร่วมมือ |
|--|--|--|
| ขั้นที่ 3 การ ออกแบบ วิธีการ แก้ปัญหา | <p>- สมาชิกกลุ่มแบ่งหน้าที่กันตามความสามารถของแต่ละคนอย่างเหมาะสม ประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล ร่วมกันสื่อสาร อธิบาย เพื่อออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่จะใช้แก้ปัญหาผ่านการร่างภาพและการอธิบายลงบนกระดาษ</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ การประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ และใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และร่างภาพลงบนกระดาษ</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <p>- การสื่อสารกับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการกระทำ การแก้ปัญหา</p> <p>การเลือกวิธีการ ดำเนินการที่เหมาะสมใน การแก้ปัญหา</p> <p>- การค้นพบรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมาย มีการระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม</p> <p>- การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จ</p> <p>การสร้างและรักษา ระเบียบของกลุ่ม</p> <p>- การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา</p> <p>- การอธิบายบทบาทและการจัดระเบียบของกลุ่ม</p> <p>- การทำตามข้อตกลงตามบทบาทหน้าที่</p> |

ตาราง 12 (ต่อ)

| ขั้นการ จัดการเรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริมการแก้ปัญหา แบบร่วมมือ |
|---|---|---|
| ขั้นที่ 4 การ วางแผนและ ดำเนินการ แก้ปัญหา | <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันสื่อสาร อธิบาย อภิปราย เพื่อวางลำดับขั้นตอนการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ร่วมกันแบ่งหน้าที่ว่าใครจะทำอะไร ในขั้นตอนใด เพื่อให้สามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้สำเร็จ</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันสร้างสิ่งประดิษฐ์ตาม ขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ สมาชิกแต่ละคนทำตาม หน้าที่ตามแผนที่ได้วางไว้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบ นิเวศ การประยุกต์ใช้ความรู้ด้าน คณิตศาสตร์ใน การวัดและประมาณค่า ใช้ความรู้ด้าน วิศวกรรมศาสตร์ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และใช้ เทคโนโลยีในการค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <p>- การสื่อสารกับสมาชิก ใน กลุ่มเกี่ยวกับการกระทำการ แก้ปัญหา</p> <p>การเลือกวิธีการ ดำเนินการที่เหมาะสมใน การแก้ปัญหา</p> <p>- การระบุอธิบายภาระ งาน ที่ต้องทำให้สำเร็จ</p> <p>- การปฏิบัติตามแผน มี การดำเนินการแก้ปัญหา ตามแผนที่วางไว้อย่าง เหมาะสม</p> <p>การสร้างและรักษา ระเบียบของกลุ่ม</p> <p>- การเข้าใจบทบาทหน้าที่ใน การแก้ปัญหา</p> <p>- การอธิบายบทบาทและ การจัดระเบียบของกลุ่มการ ทำตามข้อตกลงตามบทบาท หน้าที่ มีการแจ้งเตือน สมาชิกในกลุ่มให้ปฏิบัติ หน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย</p> |

ตาราง 12 (ต่อ)

| ขั้นการ จัดการ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบ ร่วมมือ |
|--|--|---|
| <p>ขั้นที่ 5 การ ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไขวิธีการ แก้ปัญหา หรือชิ้นงาน</p> | <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันตรวจสอบ ประเมินผล งานสิ่งประดิษฐ์ ว่าสามารถใช้ในการ แก้ปัญหาได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร และ ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันอภิปราย ติดตามและ ปรับแก้ความเข้าใจที่มีร่วมกัน ในกรณีที่มีการ เข้าใจคลาดเคลื่อนของสมาชิกในกลุ่ม มีการ ตรวจสอบความผิดพลาดหรือความคลาด เคลื่อนที่เกิดจากการสื่อสารหรือทำความเข้าใจ ร่วมกัน ร่วมกันวางแผนหรือปรับเปลี่ยน โครงสร้างหน้าที่เมื่อเกิดปัญหาในการทำงาน</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันวางแผนการปรับปรุง แก้ไขชิ้นงานโดยใช้ความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ การประยุกต์ใช้ ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ ใช้ความรู้ด้าน วิศวกรรมศาสตร์ออกแบบวิธีการปรับปรุง แก้ไขชิ้นงาน และใช้เทคโนโลยีในการสืบค้น ข้อมูล</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันแก้ไขชิ้นงานตามวิธีการ ที่ออกแบบไว้</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษาความ เข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <p>- การติดตามและปรับแก้ความ เข้าใจที่มีร่วมกัน มีการตรวจสอบ ความผิดพลาดหรือความคลาด เคลื่อนที่เกิดจากการสื่อสารหรือ ทำความเข้าใจร่วมกัน</p> <p>การเลือกวิธีการดำเนินการที่ เหมาะสมในการแก้ปัญหา</p> <p>- การติดตามผลของการกระทำ และประเมินความสำเร็จในการ แก้ปัญหามีการระบุแนวทาง ปรับปรุงแก้ไขอย่างเหมาะสม</p> <p>การสร้างและรักษาระเบียบ ของกลุ่ม</p> <p>- การติดตามการให้ข้อเสนอแนะ และการปรับเปลี่ยนระเบียบและ บทบาทของกลุ่ม มีการรายงาน ปัญหาที่เกิดจากการดำเนินงาน ภายในกลุ่ม ร่วมกันวางแผนหรือ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างหน้าที่เมื่อ เกิดปัญหาในการทำงาน</p> <p>ช่วยเหลือและยอมรับการ ช่วยเหลือจากสมาชิกในกลุ่ม</p> |

ตาราง 12 (ต่อ)

| ขั้นการจัดการเรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ |
|--|---|--|
| <p>ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน</p> | <ul style="list-style-type: none"> - สมาชิกกลุ่มร่วมกันคิดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานสร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม โดยมีการแบ่งหน้าที่ในการนำเสนอตามความถนัดความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม - สมาชิกกลุ่มร่วมกันใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการออกแบบงานนำเสนอ ให้เหมาะสมกับชิ้นงาน - สมาชิกกลุ่มร่วมกันนำเสนอผลงานสิ่งประดิษฐ์ ตามรูปแบบที่ได้ออกแบบและแบ่งหน้าที่รับผิดชอบกันได้ | <p>การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม สามารถระบุความรู้ที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนมี (รู้ว่าสมาชิกแต่ละคนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหา) รู้จักตนเองในด้านความเชี่ยวชาญในการทำงาน และการรู้จักแข็งจุดอ่อนของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่มในประเด็นที่สัมพันธ์กับงาน การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา - การค้นพบรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมายอย่างเหมาะสม มีการเลือกวิธีการหรือรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม - การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จ - การปฏิบัติตามแผนที่ได้กำหนดไว้ |

ตาราง 12 (ต่อ)

| ชั้นการ จัดการ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ |
|-------------------------------|--------------------|---|
| | | <p>การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม</p> <ul style="list-style-type: none"> - การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา - การอธิบายบทบาทและการจัดระเบียบของกลุ่ม - การทำตามข้อตกลง - การติดตามให้ข้อเสนอแนะและการปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม <p>การแสดงความคิดเห็นถึงความสำเร็จของการแก้ปัญหาของกลุ่ม</p> |

5.1.5 นำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง แนะนำ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

5.1.6 นำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ดูรายชื่อในภาคผนวก ก) เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะ โดยระดับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้เกณฑ์การประเมินของ บุญชุม ศรีสะอาด (2546, หน้า 160-166) ดังนี้

| ระดับคะแนน | เกณฑ์การประเมิน |
|------------|-------------------|
| 5 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4 | เหมาะสมมาก |
| 3 | เหมาะสมปานกลาง |
| 2 | เหมาะสมน้อย |
| 1 | เหมาะสมน้อยที่สุด |

5.1.7 นำผลการตรวจประเมินให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (บุญชุม ศรีสะอาด, 2546, หน้า 160-166)

| ระดับคะแนน | เกณฑ์การประเมิน |
|-------------|-------------------|
| 4.51 – 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 3.51 – 4.50 | เหมาะสมมาก |
| 2.51 – 3.50 | เหมาะสมปานกลาง |
| 1.51 – 2.50 | เหมาะสมน้อย |
| 1.00 – 1.50 | เหมาะสมน้อยที่สุด |

โดยให้ค่าเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 จึงถือว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม

5.1.8 นำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาปรับปรุง แก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5.1.9 นำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา

5.1.10 นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษ จำนวน 9 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามขั้นตอนของ รัตนะ บัวสนธ์ (2556)

5.1.11 ศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการของ รัตนะ บัวสนธ์ (2556) และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลสำเร็จรูป

5.1.12 ปรับปรุงกิจกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

5.2 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามกิจกรรมที่ได้ออกแบบไว้ จำนวน 3 กิจกรรม เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยมีวิธีการสร้าง ดังนี้

5.2.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และการนำไปใช้

5.2.2 ศึกษาเนื้อหา เรื่อง ระบบนิเวศ จากหนังสือและเอกสารคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาในการสอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง และสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ดังนี้

1) มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดบูรณาการ 3 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี

2) สาระสำคัญ เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ วัฏจักรน้ำวัฏจักรคาร์บอน และประชากร

3) สาระการเรียนรู้ บูรณาการ 3 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม คณิตศาสตร์ สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

4) จุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย

5) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับระบบนิเวศ นักเรียนจะได้ใช้ความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหา ใช้ความรู้วิชาคณิตศาสตร์ ในการคำนวณ วัดขนาด ประมาณค่า ใช้ความรู้วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอ และใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างสิ่งประดิษฐ์

6) การวัดประเมินผล เป็นการประเมินผลด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

7) สื่อและแหล่งเรียนรู้

ตาราง 13 แสดงการวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์
 ภาษาอังกฤษและเทคโนโลยี ตัวชี้วัด ชื่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 กิจกรรมการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

| มาตรฐานการเรียนรู้/ จุดประสงค์การเรียนรู้ ตัวชี้วัด | กิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา |
|--|--|
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ | |
| กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ | กิจกรรมที่ 1 ตามล่าหา เอเลี่ยน |
| สาระที่ 2 ชีววิทยากับ สิ่งแวดล้อม | นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ร่วมมือ กันศึกษาด้านการแก้ปัญหา |
| ตัวชี้วัด | เอเลี่ยนสปีชีส์ที่เข้ามารุกรานใน ระบบนิเวศ จนทำให้เกิดการสูญ พันธุ์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิดใน ระบบนิเวศ นักเรียนจะต้อง ช่วยกันสำรวจระบบนิเวศนา ข้าว และสร้างอุปกรณ์ดักจับ หอยเชอรี่ โดยใช้ความรู้วิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง องค์ประกอบ ของระบบนิเวศ ศึกษาใช้อาหาร และสลายอาหาร รวมถึงการ ดำรงชีวิตของหอยเชอรี่ซึ่งเป็น เอเลี่ยนสปีชีส์ในระบบนิเวศนา ข้าว วิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ การคำนวณขนาด และจำนวน อุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างเครื่อง ดักจับหอยเชอรี่ วิชาการงาน อาชีพและเทคโนโลยี ได้แก่ การ ใช้สมาร์ตโฟนค้นหาวิธีการ กำจัดหอยเชอรี่จากอินเทอร์เน็ต |
| ว 2.1 ม. 3/1 สำรวจระบบ นิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่นและ อธิบายความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบภายในระบบ นิเวศ | 1. นักเรียนสามารถอธิบาย ความหมายและบอก องค์ประกอบของระบบนิเวศได้ |
| ว 2.1 ม. 3/2 วิเคราะห์และ อธิบายความสัมพันธ์ของการ ถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิต ในรูปของโซ่อาหารและสายใย อาหาร | 2. นักเรียนสามารถอธิบาย ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตใน ระบบนิเวศได้ |
| กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ | 3. นักเรียนสามารถอธิบาย ความหมายของโซ่อาหารและ สายใยอาหารได้ |
| สาระที่ 6 ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ | ด้านทักษะพิสัย |
| ตัวชี้วัด | 1. นักเรียนสามารถใช้ เทคโนโลยีในการสำรวจระบบ นิเวศได้ |
| ค 6.1 ม. 1-3/5 เชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ | 2. นักเรียนสามารถใช้ กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรมในการสร้าง สิ่งประดิษฐ์ได้ |
| | 3. นักเรียนสามารถคำนวณ วัดขนาด เพื่อเลือกวัสดุที่จะ นำมาใช้สร้างสิ่งประดิษฐ์ได้ |
| | 4. นักเรียนสามารถแก้ปัญหา แบบร่วมมือได้ |

ตาราง 13 (ต่อ)

| แผนการจัดการเรียนรู้ | มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา |
|---|--|--|
| กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่น ๆ กลุ่มสาระการเรียนรู้การ งานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยี สารสนเทศและการ สื่อสาร ง 3.1 ม. 3/3 ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศนำเสนองานใน รูปแบบที่เหมาะสมกับ ลักษณะงาน | ด้านจิตพิสัย นักเรียนเห็นคุณค่าของระบบ นิเวศ | วิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ การใช้ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อสร้างเครื่องดักจับหอยเชอรี่ |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วัฏจักรสาร | | |
| กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับ สิ่งแวดล้อม ตัวชี้วัด ว 2.1 ม. 3/3 อธิบายวัฏจักร น้ำ วัฏจักรคาร์บอน และ ความสำคัญที่มีต่อระบบ นิเวศ | ด้านพุทธิพิสัย นักเรียนสามารถอธิบายการ เกิดวัฏจักรน้ำและวัฏจักร คาร์บอนได้ ด้านทักษะพิสัย 1. นักเรียนสามารถใช้ สมาร์ทโฟนในการสืบค้น ข้อมูลได้ 2. นักเรียนสามารถใช้ กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรมเพื่อสร้างเครื่อง | กิจกรรมที่ 2 เครื่องกลั่นน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ร่วมมือกัน สร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังงาน แสงอาทิตย์จากอุปกรณ์ที่มีอยู่ อย่างจำกัดในขณะน้ำท่วม เพื่อ แก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำสะอาด ไว้ดื่มกิน ในกรณีเกิดน้ำท่วม โดย สมาชิกแต่ละกลุ่มจะต้องใช้ความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรสาร เพื่อทำให้น้ำสกปรกสะอาด สามารถรับประทานได้ ความรู้วิชา |

ตาราง 13 (ต่อ)

| แผนการจัดการเรียนรู้ | มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา |
|---|---|---|
| <p>กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ สาระที่ 6 ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ ตัวชี้วัด ค 6.1 ม. 1-3/5 เชื่อมโยง ความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่น ๆ</p> <p>กลุ่มสาระการเรียนรู้การ งานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยี สารสนเทศและการ สื่อสาร ง 3.1 ม. 3/3 ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศนำเสนองานใน รูปแบบที่เหมาะสมกับ ลักษณะงาน</p> | <p>กลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ได้3. นักเรียนสามารถ คำนวณ วัดขนาดวัสดุที่จะ นำมาสร้างเครื่องกลั่นน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ได้ 4. นักเรียนสามารถ แก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ ด้านจิตพิสัย นักเรียนเห็นความสำคัญ ของวัฏจักรสารที่มีต่อ สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ</p> | <p>คณิตศาสตร์ เรื่อง การคาดคะเน การคำนวณอุปกรณ์ เพื่อสร้าง เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้ความรู้วิชาการงานอาชีพและ เทคโนโลยีเพื่อค้นหาวิธีการทำให้น้ำ สกปรกสะอาดจนสามารถดื่มได้ และใช้กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรมเพื่อสร้างเครื่องกลั่นน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์</p> |

ตาราง 13 (ต่อ)

| แผนการจัดการเรียนรู้ | มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา |
|--|--|---|
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ประชากร | | |
| <p>กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับ สิ่งแวดล้อม ตัวชี้วัด ว 2.2 ม. 3/4 อธิบายปัจจัยที่ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ขนาดของประชากรในระบบ นิเวศ</p> <p>กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ สาระที่ 6 ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ ตัวชี้วัด ค 6.1 ม. 1-3/5 เชื่อมโยง ความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่น ๆ</p> | <p>ด้านพุทธิพิสัย</p> <p>1. นักเรียนสามารถบอก ความหมายของประชากรได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถบอก ปัจจัยที่มีผลต่อการ เปลี่ยนแปลงขนาดของ ประชากรได้</p> <p>ด้านทักษะพิสัย</p> <p>1. นักเรียนสามารถใช้ สมาร์ทโฟนในการสืบค้น ข้อมูลได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถใช้ กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรมในการสร้างกับดัก แมลงได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถคำนวณ วัดขนาดของวัสดุที่จะนำมา สร้างกับดักแมลงได้</p> <p>4. นักเรียนสามารถ แก้ปัญหาแบบร่วมมือได้</p> | <p>นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ร่วมมือกัน สำรวจประชากรแมลงในโรงเรียน ศึกษาปัญหาที่เกิดจากการที่ ประชากรแมลงบางชนิดในโรงเรียน มีจำนวนมาก และร่วมมือกันสร้าง กับดักแมลงเพื่อลดจำนวน ประชากรแมลงนั้น ๆ โดยสมาชิก แต่ละกลุ่มจะต้องใช้ความรู้วิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสำรวจและ ศึกษาประชากร ความรู้วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การนับ การ คาดคะเน การคำนวณ เพื่อหา จำนวนประชากรแมลง ใช้ความรู้ วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี เพื่อค้นหาวิธีการกำจัดแมลงอย่าง ปลอดภัย และการสร้างกับดัก แมลง และใช้กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมเพื่อสร้างกับดักแมลง</p> |

ตาราง 13 (ต่อ)

| แผนการจัดการเรียนรู้ | มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา |
|---|---|--|
| กลุ่มสาระการเรียนรู้การ งานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 3 เทคโนโลยี สารสนเทศและการ สื่อสาร | ด้านจิตพิสัย นักเรียนตระหนักถึง ความสำคัญของการสำรวจ ประชากร | |
| ง 3.1 ม. 3/3 ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศนำเสนองานใน รูปแบบที่เหมาะสมกับ ลักษณะงาน | | |

5.2.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการ
แก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง แนะนำ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

5.2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการ
แก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณา
ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะ ได้แก่

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณางษ์ อาจารย์ประจำภาควิชา
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกันธ์ชัย ชะนูนันท์ อาจารย์ประจำภาควิชา
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

3) นางทิพย์อาภา ศรีสว่างกุล ครูชำนาญการพิเศษ (สาขาวิชาชีววิทยา)
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1

โดยระดับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้เกณฑ์การประเมินของ บุญชุม
ศรีสะอาด (2564, หน้า 160-166) ดังนี้

| ระดับคะแนน | เกณฑ์การประเมิน |
|------------|-------------------|
| 5 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 4 | เหมาะสมมาก |
| 3 | เหมาะสมปานกลาง |
| 2 | เหมาะสมน้อย |
| 1 | เหมาะสมน้อยที่สุด |

5.2.5 นำผลการตรวจประเมินให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (บุญชุม ศรีสะอาด, 2546, หน้า 160-166)

| ระดับคะแนน | เกณฑ์การประเมิน |
|-------------|-------------------|
| 4.51 – 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 3.51 – 4.50 | เหมาะสมมาก |
| 2.51 – 3.50 | เหมาะสมปานกลาง |
| 1.51 – 2.50 | เหมาะสมน้อย |
| 1.00 – 1.50 | เหมาะสมน้อยที่สุด |

โดยให้ค่าเหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน จึงถือว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม

5.2.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาปรับปรุง แก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5.2.7 จัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

5.3 การสร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ได้แก่ แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ลักษณะของแบบประเมินเป็น Rubrics score 3 ระดับ

5.4 การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในขั้นตอนการสร้างและประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้แก่

5.4.1 แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีรายการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านชื่อกิจกรรม ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม และด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.4.2 แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีรายการประเมิน 6 ด้าน ได้แก่ ด้านมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ ด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

5.4.3 แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

สร้างแบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยประเมินความตรงเชิงเนื้อหาระหว่างสถานการณ์ปัญหา รายการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และเกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การศึกษาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้

6.1.1 คำนวณหาค่าความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
- ระดับ 4 หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
- ระดับ 3 หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
- ระดับ 1 หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

6.1.2 นำผลการตรวจประเมินให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (บุญชุม ศรีสะอาด, 2546, หน้า 160-166)

| ระดับคะแนน | เกณฑ์การประเมิน |
|-------------|-------------------|
| 4.51 – 5.00 | เหมาะสมมากที่สุด |
| 3.51 – 4.50 | เหมาะสมมาก |
| 2.51 – 3.50 | เหมาะสมปานกลาง |
| 1.51 – 2.50 | เหมาะสมน้อย |
| 1.00 – 1.50 | เหมาะสมน้อยที่สุด |

โดยกำหนดเกณฑ์พิจารณาความเหมาะสมจะต้องมีค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน จึงถือว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม

6.2 การศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

6.2.1 นำคะแนนจากการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษ จำนวน 3 คน มาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้

6.2.2 นำคะแนนจากการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษ จำนวน 9 คน มาคำนวณประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 โดย

75 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเฉลี่ย ที่เกิดจากการทำกิจกรรม ใบบาง การสร้างชิ้นงาน และการนำเสนอระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ร้อยละ 75

75 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเฉลี่ย ที่เกิดจากการทำกิจกรรมทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ร้อยละ 75

โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ E1/E2 ของ รัตนะ บัวสนธ์ (2556) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 การคำนวณค่าความเหมาะสมเพื่อใช้ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้สถิติดังนี้

7.1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})

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

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum x$ = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

7.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

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

S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = ข้อมูลแต่ละค่า

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

7.2 การคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบ
ร่วมมือ

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

IOC = ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ = ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

7.3 การศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ใช้สูตร การหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 (รัตนะ บัวสนธ์, 2556) ดังนี้

7.3.1 การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{A} \times 100$$

| | | | |
|-------|------------|-----|--|
| เมื่อ | E_1 | แทน | ประสิทธิภาพของกระบวนการ |
| | $\sum X_1$ | แทน | คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในระหว่างเรียนของผู้เรียนทุกคน |
| | N | แทน | จำนวนผู้เรียน |
| | A | แทน | คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในระหว่างเรียน |

7.3.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{B} \times 100$$

| | | | |
|-------|------------|-----|---|
| เมื่อ | E_2 | แทน | ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ |
| | $\sum X_2$ | แทน | คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทุกคน |
| | N | แทน | จำนวนผู้เรียน |
| | B | แทน | คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน |

ขั้นตอนที่ 2 การใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.1 แหล่งข้อมูล

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 ปีการศึกษา 2561

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงสงคราม “อุดรคุณารักษ์อุปถัมภ์” ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คน

1.2 ตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ

ตัวแปรตาม ได้แก่ การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.3.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน โดยใช้แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูล และศึกษาผลลัพธ์ของการจัดกิจกรรม

1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และร้อยละ และวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

1.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.7.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

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

| | | | |
|-----|-----------|---------|--------------------------------------|
| โดย | \bar{X} | หมายถึง | ค่าเฉลี่ย |
| | $\sum X$ | หมายถึง | ผลรวมของคะแนนทั้งหมดทุกกลุ่มตัวอย่าง |
| | n | หมายถึง | จำนวนกลุ่มตัวอย่าง |

2. การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 แหล่งข้อมูล

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 ปีการศึกษา 2561

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงสงคราม “อุตรคอนารักษ์อุปถัมภ์” ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คน

2.2 ตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ

ตัวแปรตาม ได้แก่ การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

2.3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.3.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบ
ร่วมมือ

2.5 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเป็นแบบสังเกต
พฤติกรรม โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubrics score โดยมีกระบวนการสร้างดังนี้

2.5.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ องค์ประกอบของ
การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ วิธีการวัดผลและประเมินผลการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2.5.2 สร้างแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยประเมินการแก้ปัญหา
แบบร่วมมือ ระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย โดยมีรายการประเมินการ
แก้ปัญหาแบบร่วมมือ 3 ด้าน ได้แก่ การเก็บและรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีการ
ดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม โดยปรับจาก Draft
PISA 2015 (OECD, 2015) ดังนี้

ตาราง 14 แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ปรับจาก PISA 2015

| รายการประเมิน | ระดับ | | | พฤติกรรม บ่งชี้ |
|---|------------|-------------|------------|--------------------|
| | สูง (3) | กลาง (2) | ต่ำ (1) | |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | | |
| 1.1 การค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกใน กลุ่ม | | | | |
| 1.2 การระบุปัญหา | | | | |
| 1.3 การให้ข้อเสนอแนะและการรู้จุดอ่อนจุดแข็งของกลุ่ม | | | | |
| 1.4 การแสดงความคิดเห็นร่วมกันและรับฟังความ ความคิดเห็นของผู้อื่น | | | | |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | | |
| 2.1 การวางแผนและระบุแนวทางในการแก้ปัญหา | | | | |
| 2.2 การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จ | | | | |
| 2.3 การปฏิบัติตามแผน | | | | |

ตาราง 14 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ระดับ | | | พฤติกรรม บ่งชี้ |
|--|------------|-------------|------------|--------------------|
| | สูง (3) | กลาง (2) | ต่ำ (1) | |
| 2.4 การติดตามผลของการกระทำและประเมิน ความสำเร็จในการแก้ปัญหา | | | | |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | | |
| 3.1 การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา | | | | |
| 3.2 การทำตามข้อตกลงตามบทบาทหน้าที่ | | | | |
| 3.3 การติดตาม การให้ข้อเสนอแนะและการปรับเปลี่ยน ระเบียบและบทบาทของกลุ่ม | | | | |

2.5.3 นำแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำ

2.5.4 ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.5.5 นำแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา หรือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ได้แก่

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ อาจารย์ประจำภาควิชา
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกันธ์ชัย ชะนูนันท์ อาจารย์ประจำภาควิชา
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3) นางทิพย์อาภา ศิริวรางกูล ครูชำนาญการพิเศษ (สาขาวิชาชีววิทยา)
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1

โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อนั้นสามารถจัดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ตรงจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อนั้นสามารถจัดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ตรงจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อนั้นไม่สามารถจัดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ตรงจุดประสงค์

2.5.6 นำผลคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

2.5.7 นำแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือมาคัดเลือกข้อที่มีความสอดคล้องของความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ($IOC \geq 0.50$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00)

2.5.8 นำแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่คัดเลือกแล้ว ไปหาความเชื่อมั่น ด้วยการนำไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 9 คน โดยให้ครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ตรวจให้คะแนน จากนั้นนำผลคะแนนมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นในแบบสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือมีค่าความเชื่อมั่น 0.90

2.5.9 จัดทำแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือฉบับสมบูรณ์

2.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

2.6.1 ประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูล

2.6.2 จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง

2.6.3 ประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังเรียนโดยใช้แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ หลังการจัดการเรียนรู้ แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูล

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test Dependent จากโปรแกรมสำเร็จรูป

2.8 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดการจัดการเรียนรู้ ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.8.1 t-test Dependent

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

$$dt = n-1$$

D = คะแนนผลต่าง

n = จำนวนข้อมูล

dt = องศาแห่งความอิสระ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผลการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ผลการใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 ผลการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2 ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเริ่มต้นบทเรียนด้วยการใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจศึกษาค้นคว้าข้อมูลวิชาวิทยาศาสตร์ (S) เรื่อง ระบบนิเวศ และนำความรู้ที่ได้จากการศึกษามาแก้ปัญหาวางแผนออกแบบสร้างชิ้นงาน ซึ่งจะใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ (M) มาช่วยในการออกแบบ และอาศัยทักษะ และความรู้ทางเทคโนโลยี (T) มาช่วยในการสืบค้นศึกษาและบันทึกข้อมูลนำเสนอชิ้นงานและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน โดยอาศัยหลักการและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ (E) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

โดยผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรม 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 ตามล่าหาเอเลี่ยน กิจกรรมที่ 2 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และกิจกรรมที่ 3 กับดักแมลง โดยแต่ละกิจกรรมใช้เวลา 4 ชั่วโมง รวมทั้ง 3 กิจกรรม ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

2. ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และให้คำแนะนำ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้มาวิเคราะห์ข้อมูล ดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน

| รายการประเมิน | n=3 | | ระดับความเหมาะสม |
|--|-----------|------|------------------|
| | \bar{X} | S.D. | |
| 1. ด้านชื่อกิจกรรม | | | |
| 1.1 ชื่อกิจกรรมมีความน่าสนใจ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 1.2 ชื่อกิจกรรมเข้าใจง่าย | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 2. ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม | | | |
| 2.1 จุดประสงค์มีความสอดคล้องกับกิจกรรม | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 2.2 จุดประสงค์ส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |

ตาราง 15 (ต่อ)

| รายการประเมิน | n=3 | | ระดับความ เหมาะสม |
|--|-------------|-------------|----------------------|
| | \bar{X} | S.D. | |
| 3. ด้านขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ | | | |
| 3.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็ม ศึกษา | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 3.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 3.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหา แบบร่วมมือ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 3.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา | 4.00 | 1.00 | มาก |
| 3.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| รวมเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน | 4.56 | 0.58 | มากที่สุด |

จากตาราง 15 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

3. ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และให้คำแนะนำ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาวิเคราะห์ข้อมูล ดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน

| รายการประเมิน | n=3 | | ระดับความ เหมาะสม |
|---|-----------|------|----------------------|
| | \bar{X} | S.D. | |
| 1. ด้านมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด | | | |
| 1.1 มาตรฐานการเรียนรู้สอดคล้องตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 1.2 ตัวชี้วัดมีความถูกต้องตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 1.3 มีการบูรณาการมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | |
| 2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด | 4.00 | 1.00 | มาก |
| 2.2 ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 2.3 ครอบคลุมด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 3. ด้านสาระการเรียนรู้ | | | |
| 3.1 มีความถูกต้อง | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 3.2 สอดคล้องกับชื่อเรื่อง | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | |
| 4.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4.2 กิจกรรมมีความน่าสนใจ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 4.3 กิจกรรมเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 4.4 กิจกรรมสามารถนำไปใช้สอนได้จริง | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 4.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา | 3.67 | 0.58 | มาก |

ตาราง 16 (ต่อ)

| รายการประเมิน | n=3 | | ระดับความ เหมาะสม |
|--|-------------|-------------|----------------------|
| | \bar{X} | S.D. | |
| 4.6 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนมีการบูรณาการเรียนรู้ ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 4.7 กิจกรรมส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ | | | |
| 5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 4.3 ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ | | | |
| 5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 5.3 มีวิธีการวัดผลที่หลากหลาย | 4.33 | 0.58 | มาก |
| รวมเฉลี่ยทั้ง 6 ด้าน | 4.41 | 0.56 | มาก |

จากตาราง 16 พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมในระดับมาก

4. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาและเวลาในการจัดกิจกรรม พบว่าเนื้อหามีความเหมาะสม ส่วนเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมควรมีการปรับปรุง หลังจากผู้วิจัยปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว จึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบาง

ระกำวิทยศึกษ จำนวน 9 คน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2556) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 มีดังนี้

ตาราง 17 แสดงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 9 คน ตามเกณฑ์ 75/75

| ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | ร้อยละของคะแนนจากการทดสอบกิจกรรมหลังเรียน |
|---|--------------|--------------|---|
| กิจกรรมที่ 1 | กิจกรรมที่ 2 | กิจกรรมที่ 3 | การทดสอบหลังเรียน |
| 64.65 | 73.06 | 91.92 | 77.44 |
| ประสิทธิภาพกระบวนการ = 76.54 | | | ประสิทธิภาพผลลัพธ์ = 77.44 |
| $E1/E2 = 76.54/77.44$ | | | |

จากตาราง 17 พบว่า ประสิทธิภาพกระบวนการระหว่างการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.54 และประสิทธิภาพผลลัพธ์หลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.44 นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

ผลการใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ผลการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากการที่ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตการสอน ประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนแสงสงคราม “อุดรคนารักษ์อุปถัมภ์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คน เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ด้วยแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่วัดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนทั้ง 3 ด้าน โดยนักเรียนมีการพัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการทำกิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรม ดังนี้

ตารางที่ 18 แสดงคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแต่ละกิจกรรม ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงสงคราม “อุดรคุณารักษ์อุปถัมภ์”
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คน เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วย
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหา
แบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ

| กิจกรรมที่ | คะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | คะแนน รวมเฉลี่ย (33) | ร้อยละ |
|------------|---|--|---|----------------------------|--------|
| | การสร้างและ เก็บรักษา ความเข้าใจที่มี ร่วมกัน (12) | การเลือกวิธีการ ดำเนินการที่ เหมาะสมในการ แก้ปัญหา (12) | การสร้างและ รักษาระเบียบ ของกลุ่ม (9) | | |
| 1 | 5.38 | 5.13 | 5.25 | 15.76 | 43.78 |
| 2 | 8.25 | 7.75 | 7.75 | 23.75 | 65.97 |
| 3 | 10.86 | 10.50 | 10.13 | 31.49 | 87.47 |

จากตาราง 18 พบว่า นักเรียนมีการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในกิจกรรมที่ 1 ตามล่าหา
เอเลี่ยน มีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 15.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 43.78 กิจกรรมที่ 2 เครื่องกลั่นน้ำ
พลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 23.75 คิดเป็นร้อยละ 65.97 กิจกรรมที่ 3 กับดัก
แมลง มีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 31.49 คิดเป็นร้อยละ 87.47 จะเห็นได้ว่าการทำกิจกรรมที่ 1
ถึงกิจกรรมที่ 3 นักเรียนมีคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสูงขึ้น สะท้อนให้เห็นว่ากลุ่มเป้าหมาย
ได้พัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มสูงขึ้น

เมื่อพิจารณาคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วย
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบ
นิเวศ ทั้ง 3 ด้าน พบว่า การแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านที่นักเรียนพัฒนามากที่สุด คือ ด้านการ
สร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน รองลงมาคือ ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่
เหมาะสมในการแก้ปัญหา และด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

เมื่อพิจารณาผลลัพธ์ด้านชิ้นงาน/นวัตกรรม ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ พบว่า
กิจกรรมที่ 1 ตามล่าหาเอเลี่ยน นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสร้างเครื่องดักหอยเชอรี่ได้สำเร็จ
แต่ส่วนใหญ่ต้องใช้เวลาในการสร้างชิ้นงานเพิ่มขึ้นจากที่กำหนด และเครื่องดักหอยเชอรี่สามารถ
นำไปใช้จับหอยเชอรี่ได้ สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริง กิจกรรมที่ 2 เครื่องกลั่นน้ำพลังงาน

แสงอาทิตย์ นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ได้สำเร็จตามเวลาที่กำหนด และชิ้นงานสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริง และกิจกรรมที่ 3 กับดักแมลง นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสร้างกับดักแมลงวันได้สำเร็จตามเวลาที่กำหนด บางกลุ่มมีการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลอย่างรวดเร็วทำให้สร้างชิ้นงานได้เสร็จเร็วกว่าเวลาที่กำหนด และชิ้นงานสามารถนำไปใช้ดักจับแมลงวัน เพื่อแก้ปัญหาแมลงวันระบาดได้จริง

2. ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงสงคราม “อุดรคุณารักษ์อุปถัมภ์” จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง โดยมีหน่วยการสุ่มเป็นห้องเรียน โดยการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตการสอน โดยใช้แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยปรับจาก PISA 2015 ผลดังตาราง 19

ตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงสงคราม “อุดรคุณารักษ์อุปถัมภ์” จำนวน 40 คน

| การทดสอบ | n | \bar{X} | S.D. | \bar{D} | S.D. _D | t | Sig.(1-tailed) |
|-----------|----|-----------|------|-----------|-------------------|----------|----------------|
| ก่อนเรียน | 40 | 15.75 | 1.74 | 15.75 | 0.84 | 118.63 * | 0.0000 |
| หลังเรียน | 40 | 31.50 | 1.13 | | | | |

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 19 พบว่า การแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงสงคราม “อุดรคุณารักษ์อุปถัมภ์” เท่ากับ 15.75 และ

31.50 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนเรียน และหลังเรียน พบว่า การแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยมีจุดมุ่งหมายของงานวิจัย คือ

1. เพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2 เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย งานวิจัยนี้ ดำเนินการตามระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และหลักการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 การทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน จากนั้นนำกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ

จำนวน 3 คน พิจารณาความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ จากนั้นผู้วิจัยนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบางระกำ วิทยศึกษ จำนวน 9 คน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 (รัตนะ บัวสนธ์, 2556)

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงสงคราม "อุดรคณาภิรักษ์อุปถัมภ์" อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเป็นแบบสังเกตพฤติกรรม โดยมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubrics score ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ องค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ วิธีการวัดผลและประเมินผลการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ จากนั้นสร้างแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย โดยมีรายการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 3 ด้าน ได้แก่ การเก็บและรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม โดยปรับจาก Draft PISA 2015 (OECD,2015) นำแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นนำแบบประเมินไปหาความเชื่อมั่น ด้วยเทคนิค Inter-rater โดยครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ตรวจให้คะแนน วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นด้วยสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า มีค่าความเชื่อมั่น 0.90 ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูล และศึกษาผลลัพธ์ของการจัดกิจกรรม

การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมแสงสงคราม "อุดรคณาภิรักษ์อุปถัมภ์" อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินการแก้ปัญหา แบบร่วมมือ นำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติทดสอบที

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.1 ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยเริ่มต้นบทเรียนด้วยการใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจศึกษาค้นคว้าข้อมูลวิชาวิทยาศาสตร์ (S) เรื่อง ระบบนิเวศ และนำความรู้ที่ได้จากการศึกษามาแก้ปัญหาวางแผนออกแบบสร้างชิ้นงาน ซึ่งจะใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ (M) มาช่วยในการออกแบบ และอาศัยทักษะ และความรู้ทางเทคโนโลยี (T) มาช่วยในการสืบค้นศึกษาและบันทึกข้อมูลนำเสนอชิ้นงานและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน โดยอาศัยหลักการและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ (E) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

โดยผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรม 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 ตามล่าหาเอเลี่ยน กิจกรรมที่ 2 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และกิจกรรมที่ 3 กับดักแมลง

1.2 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ และให้คำแนะนำ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

1.3 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และให้คำแนะนำ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมในระดับมาก

1.4 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาและเวลา พบว่าเนื้อหามีความเหมาะสม ส่วนเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมควรมีการปรับปรุง หลังจากผู้วิจัยปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว จึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางระกำวิทยศึกษ จำนวน 9 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2556) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป พบว่า คะแนนระหว่างการใช้กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.54 และคะแนนหลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.44 นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

2. ผลการใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 ผลการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นักเรียนมีการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในกิจกรรมที่ 1 กิจกรรมที่ 2 และกิจกรรมที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 43.78, 65.97 และ 87.47 ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นว่ากลุ่มเป้าหมายได้

พัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนทั้ง 3 ด้าน พบว่า การแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านที่นักเรียนพัฒนามากที่สุด คือ ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน รองลงมาคือ ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม นักเรียนมีชิ้นงานที่สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เครื่องดักหอยเชอรี่ เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และกับดักแมลงวัน

2.2 ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

พบว่า การแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

อภิปรายผล

1. การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นบทเรียนด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจศึกษาค้นคว้าข้อมูลวิชาวิทยาศาสตร์ (S) และนำความรู้ที่ได้จากการศึกษามาแก้ปัญหาวางแผนออกแบบสร้างชิ้นงาน ซึ่งจะใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ (M) มาช่วยในการออกแบบ และอาศัยทักษะ และความรู้ทางเทคโนโลยี (T) มาช่วยในการสืบค้นศึกษาและบันทึกข้อมูลนำเสนอชิ้นงาน และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน โดยอาศัยหลักการและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ (E) โดยผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งหมด 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 ตามล่าหาเอเลี่ยน กิจกรรมที่ 2 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และกิจกรรมที่ 3 กับดักแมลง โดยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องวัฏจักรน้ำและวัฏจักรคาร์บอน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ประชากร โดยแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ โดยกิจกรรม

เรื่อง ตามล่าหาเอเลี่ยนเป็นกิจกรรมที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ร่วมมือกันศึกษาสถานการณ์ปัญหา เอเลี่ยนสปีชีส์หรือชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เข้ามารุกรานในระบบนิเวศ จนทำให้เกิดการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิดในระบบนิเวศ นักเรียนจะต้องช่วยกันสำรวจระบบนิเวศนาข้าว และสร้างอุปกรณ์ดักจับหอยเชอรี่ กิจกรรมนี้นักเรียนจะได้นำความรู้ในหลายสาขาวิชามานำมาบูรณาการในการแก้ปัญหา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ ศึกษาโซ่อาหารและสายใยอาหาร รวมถึงการดำรงชีวิตของหอยเชอรี่ซึ่งเป็นเอเลี่ยนสปีชีส์ในระบบนิเวศนาข้าว วิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ การคำนวณขนาด และจำนวนอุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างเครื่องดักจับหอยเชอรี่ วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ได้แก่ การใช้สมาร์ตโฟนค้นหาวิธีการกำจัดหอยเชอรี่จากอินเทอร์เน็ต วิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อสร้างเครื่องดักจับหอยเชอรี่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วัฏจักรน้ำและวัฏจักรคาร์บอน โดยกิจกรรม เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ร่วมมือกันสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์จากอุปกรณ์ที่มีอยู่อย่างจำกัดในขณะน้ำท่วม เพื่อแก้ปัญหาคาราคาเข่งน้ำสะอาดไว้ดื่มกิน ในกรณีเกิดน้ำท่วม โดยสมาชิกแต่ละกลุ่มจะต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรสาร เพื่อทำให้น้ำสกปรกสะอาดสามารถรับประทานได้ ความรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การคาดคะเน การคำนวณอุปกรณ์ เพื่อสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้ความรู้วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยีเพื่อค้นหาวิธีการทำให้น้ำสกปรกสะอาดจนสามารถดื่มได้ และใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อสร้างเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ประชากรในระบบนิเวศ โดยกิจกรรม กับดักแมลง เป็นกิจกรรมที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ร่วมมือกันสำรวจประชากรแมลงในโรงเรียน ศึกษาปัญหาที่เกิดจากการที่ประชากรแมลงบางชนิดในโรงเรียนมีจำนวนมาก และร่วมมือกันสร้างกับดักแมลงเพื่อลดจำนวนประชากรแมลงนั้น ๆ โดยสมาชิกแต่ละกลุ่มจะต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสำรวจและศึกษาประชากร ความรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การนับ การคาดคะเน การคำนวณ เพื่อหาจำนวนประชากรแมลง ใช้ความรู้วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยีเพื่อค้นหาวิธีการกำจัดแมลงอย่างปลอดภัย และการสร้างกับดักแมลง และใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อสร้างกับดักแมลง

ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และผู้วิจัยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สสวท., 2560) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหา ทำความเข้าใจสิ่งที่พบเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้พัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน โดยการทำความเข้าใจกับสมาชิกในกลุ่ม สามารถค้นพบมุมมองและความสามารถของ สมาชิกในกลุ่ม ค้นพบรูปแบบ ของการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมาย ได้เรียนรู้กระบวนการทำงานของกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธีรญา ไชยเดช (2560) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการ เพื่อหาวิธีการที่หลากหลายสำหรับการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้วิธีการการค้นหาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น สอบถามจากผู้รู้ สืบค้นหรือสำรวจจากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้จะเป็นการศึกษาองค์ความรู้ทั้งทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์แล้วสรุปเป็นสารสนเทศและวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ โดยวิธีการอาจจะมีได้มากกว่าหนึ่งวิธี จากนั้นจึงพิจารณาและเลือกวิธีการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการในประเด็นต่าง ๆ เช่น ข้อดี ข้อเสีย ความสอดคล้อง และการนำไปใช้ได้จริงของวิธีการแต่ละวิธี ดังนั้นวิธีการที่จะถูกพิจารณาคัดเลือกจะอยู่ภายใต้กรอบของปัญหาหรือความต้องการมาเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือก ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะพัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยสามารถค้นพบรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมาย มีการกำหนดเป้าหมายและวางแผนในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ร่วมกัน

ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลในขั้นที่ 2 ขั้นตอนนี้จะช่วยสื่อสารแนวคิดของการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจโดยผ่านวิธีการต่าง ๆ เช่น การร่างภาพ การอธิบาย ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้พัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม โดยสามารถสื่อสารกับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการกระทำการแก้ปัญหา การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จ การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา การอธิบายบทบาทและการจัดระเบียบของกลุ่ม การทำตามข้อตกลงตามบทบาทหน้าที่

ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการวางลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ จากนั้นจึงลงมือสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในขั้นตอนต่อไป ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้พัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาโดยการปฏิบัติงานตามแผน ตลอดจนการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้วางไว้

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบและประเมินชิ้นงานวิธีการที่สร้างขึ้นว่าสามารถทำงานหรือใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไรและควรปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการในส่วนตัว ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร แล้วจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในส่วนนั้นจนได้ชิ้นงานวิธีการที่สอดคล้องตามรูปแบบที่ออกแบบไว้ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้พัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน โดยติดตามและปรับแก้ความเข้าใจที่มีร่วมกัน มีการตรวจสอบความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสื่อสารหรือทำความเข้าใจร่วมกัน การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยติดตามผลของการกระทำและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหามีการระบุแนวทางปรับปรุงแก้ไขที่เหมาะสม การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มอาจมีการร่วมกันวางแผนหรือปรับเปลี่ยนโครงสร้างหน้าที่เมื่อเกิดปัญหาในการทำงาน มีการช่วยเหลือและยอมรับการช่วยเหลือจากสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นตอนของการคิดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้พัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน โดยสามารถค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในกลุ่มสามารถระบุความรู้ที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนมี รู้จักตนเองในด้านความเชี่ยวชาญในการทำงานและการรู้จักจุดแข็งจุดอ่อนของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่มในประเด็นที่สัมพันธ์กับงาน ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยการค้นพบรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันเพื่อแก้ปัญหามาเป้าหมายอย่างเหมาะสม มีการเลือกวิธีการหรือรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จ รวมถึงการปฏิบัติตามแผนที่ได้กำหนดไว้ ด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม โดยนักเรียนจะสามารถเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา อธิบายบทบาทและการจัดระเบียบของกลุ่ม ทำตามข้อตกลงตามบทบาทหน้าที่ ติดตาม ให้ข้อเสนอแนะและการปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม มีการแสดงความคิดเห็นถึงความสำเร็จของการแก้ปัญหากลุ่ม สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุชิน เพ็ชรรักษ์ (2548 : 31

- 34 อ้างจาก ทิศนา ขัมมณี, 2560 หน้า 94-98) ที่กล่าวว่า หลักการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructionism คือ การให้ผู้เรียนลงมือสร้างสิ่งของหรือประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอกที่มีความหมาย ซึ่งจะรวมถึงปฏิริยาระหว่างความรู้ในตัวของผู้เรียนเองกับประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมภายนอกสามารถเชื่อมโยงและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ สอดคล้องกับ วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2560 หน้า 29) ได้กล่าวว่า การเรียนแบบ STEM เป็นการเรียนที่มีทั้งเด็กทำงานตามลำพังและเด็กทำงานร่วมกัน โดยครูเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวก เด็กต้องแบ่งปันความรู้ ใช้กระบวนการในการทำงาน และผลงานที่ทำให้เพื่อนได้มีความรู้และประสบการณ์ร่วมกัน ส่วนใหญ่กระบวนการสอนแบบ STEM จึงจัดให้เด็กได้ร่วมมือกัน นอกจากนี้เด็กยังได้ฝึกทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น การแบ่งปัน การรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง การรับผิดชอบเพื่อให้งานที่ทำบรรลุเป้าหมาย ซึ่งตรงกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่มนุษย์ควรมี และเหมาะกับการศึกษาของประเทศไทยที่ต้องการพัฒนาคนไทยให้มีความสามัคคี ร่วมใจในการทำสิ่งต่าง ๆ มีน้ำใจ ประชาธิปไตย และร่วมมือกับผู้อื่นเพื่อเรียนรู้และประสบความสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อธิภา ไชยเดช (2560) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้ รวมถึงผลการวิจัยของ กำธร คงอรุณ (2559) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของผู้เรียนทั้ง 3 ด้านให้สูงขึ้นได้เช่นเดียวกัน

หลังจากผู้วิจัยสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วดำเนินการตรวจสอบเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีการทดลองใช้กับนักเรียน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมด้านภาษา เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม และนำข้อบกพร่องมาแก้ไขปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ และนำไปใช้กับนักเรียน จำนวน 9 คน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 76.54/77.44 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสะเต็มศึกษา ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การวัดผลและประเมินผล และผู้เชี่ยวชาญด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ตรวจสอบ และผลการตรวจสอบพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด จึงทำให้กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด เช่นเดียวกับผลการวิจัยของ พนสวัสดิ์ สองแคว (2559) ที่

พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงบทเรียนในห้องเรียนกับการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จริง นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2. การใช้และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้ศึกษาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 3 ด้าน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในแต่ละกิจกรรม พบว่า คะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแต่ละกิจกรรมของนักเรียนจากการทำกิจกรรมที่ 1 ถึงกิจกรรมที่ 3 นักเรียนมีคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสูงขึ้น สะท้อนให้เห็นว่ากลุ่มเป้าหมายได้พัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มสูงขึ้น เมื่อพิจารณาคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ทั้ง 3 ด้าน พบว่า การแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านที่นักเรียนพัฒนามากที่สุด คือ ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน รองลงมาคือ ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ที่พบผลเช่นนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่มมากขึ้นเมื่อได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันทำให้ทราบถึงความสามารถของสมาชิกในกลุ่มมากขึ้น มีการพูดคุย และอภิปรายกันเกี่ยวกับประเด็นปัญหา เมื่อปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มร่วมกันมากขึ้นทำให้เกิดการแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังผู้อื่นมากขึ้นด้วย จึงทำให้การแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันมีการพัฒนา มากที่สุด การแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนในกลุ่มมีการวางแผน ระบุภาระงาน และปฏิบัติตามแผนได้ ในขณะที่การแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มมีการพัฒนาน้อยที่สุด เนื่องจากส่วนใหญ่ นักเรียนจะยังยึดติดกับบทบาทหน้าที่ที่ตนได้รับมากกว่าที่จะปรับเปลี่ยนหน้าที่เพื่อให้ภารกิจประสบความสำเร็จ ซึ่งมีผลทำนองเดียวกับการวิจัยของ ชนกกานต์ เนตรรัศมี (2559) ที่พบว่า ผู้เรียนมีการพัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน ด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ตามลำดับ

2.2 การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ทดสอบ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจระบบนิเวศ และรายงานผลการสำรวจภายในเวลา 30 นาที ระหว่างปฏิบัติกิจกรรมผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตการสอนได้สังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนโดยใช้แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า การแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อธิภา ไชยเดช (2560) และ กำธร คงอรุณ (2559) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้

จะเห็นได้ว่า ปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันอย่างหนึ่งไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยความรู้จากวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะจะต้องผสมผสานความรู้จากวิชาต่าง ๆ ที่ได้เรียนเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสมจึงจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้ แนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้แต่ละสาขาวิชาเข้าด้วยกันจึงเป็นสิ่งที่จะช่วยฝึกให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้หลายสาขาวิชามาใช้ในการแก้ปัญหา และปัจจุบันทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกันถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งถูกบรรจุอยู่ในหลักสูตรของประเทศต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative problem solving) เป็นหนึ่งในสมรรถนะที่สำคัญและจำเป็นในการศึกษา การทำงาน ทั้งปัจจุบันและอนาคต เพราะการทำงานหรือภารกิจใด ๆ จะประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพ ล้วนต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของสมาชิกที่ดีในทีม (สสวท., 2560, หน้า 47)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เป็นกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ เป็นทางเลือกสำหรับครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยสามารถบูรณาการเข้ากับรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือ การงานอาชีพและเทคโนโลยีได้

1.2 ครูผู้สอนควรศึกษาคู่มือการจัดการจัดการการเรียนรู้ เนื่องจาก กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นบทเรียนด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสนใจศึกษาค้นคว้าข้อมูลวิชาวิทยาศาสตร์ (S) และนำความรู้ที่ได้จากการศึกษามาแก้ปัญหาวางแผนออกแบบสร้างชิ้นงาน ซึ่งจะใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ (M) มาช่วยในการออกแบบ และอาศัยทักษะ และความรู้ทางเทคโนโลยี (T) มาช่วยในการสืบค้นศึกษาและบันทึกข้อมูลนำเสนอชิ้นงานและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน โดยอาศัยหลักการและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ (E) ซึ่งบทบาทของครูผู้สอนมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างมาก โดยครูผู้สอนจะต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม และร่วมกันทำงานเป็นทีม คอยสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน แนะนำเมื่อนักเรียน เกิดปัญหาระหว่างการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

1.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้น ครูผู้สอนควรอธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมให้นักเรียนได้เข้าใจอย่างชัดเจนก่อนการจัดการเรียนรู้ จะทำให้นักเรียนทราบแนวทางในการจัดกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนได้บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ดังจะเห็นได้จากผลการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพกระบวนการต่ำมาก แต่เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจต่อขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น จึงทำให้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพกระบวนการเพิ่มสูงขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถส่งเสริมทักษะของผู้เรียนได้หลากหลาย เช่นความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นต้น ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญและน่าสนใจที่ควรส่งเสริมให้กับนักเรียนต่อไป

2.2 การประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสามารถวัดได้โดยใช้การสังเกตพฤติกรรมระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม และใช้แบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ซึ่งผู้วิจัยสามารถนำมาสนับสนุนการวัดคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนมากขึ้น

2.3 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เป็นสิ่งสำคัญในการนำไปพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551**. กระทรวงศึกษาธิการ.
- กำธร คงอรุณ. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ. (2557). รอบรู้เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมคืออะไร? **นิตยสาร สสวท.** 42 (190), 37-41.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving) บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2561 จาก <http://www.ipst.ac.th>
- ชนกกานต์ เนตรศรีศรี. (2560). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ในเรื่อง เคมีสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชนะชัย ทะยอม. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยใช้กรอบ แนวคิดแบบ DEEPER เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545). การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 20). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ทิตนา แคมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ธีรภา ชัยเดช. (2560). การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- นันทชา อัมฤทธิ. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์หลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บุญชุม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- ปกรณ์ ประจัญบาน. (2552). ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์. พิษณุโลก: รัตนสุวรรณการ
พิมพ์.
- ประไพ ฉลาดคิด. (2548). หลักการสอน. กรุงเทพฯ: เกษมศรี ซี. พี.
- ปาริชาติ ผาสุก. (2559). การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบย่อย
อาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแบบ
DEEPER Scaffolding framework. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พรสวรรค์ สองแคว. (2559). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่อง “วัฏจักรหิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน”
ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มนตรี จุฬาวัดมนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม. นิตยสาร สสวท. 42
(185), 14-18.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2552). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คำสมัย.
โรงเรียนชุมแสงสงคราม “อุดรคณารักษ์อุปถัมภ์”. (2560). สรุปผลการดำเนินงานปีงบประมาณ
2560.
- วราภรณ์ ศรีวิโรจน์. (2556). เอกสารประกอบการเรียนการสอน รายวิชา 1022230 หลักการ
จัดการเรียนรู้ (Principles of learning management). สืบค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2561.
จาก <http://edu.pbru.ac.th/e-media/08.pdf>
- วดีณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2560). เรื่องนำรู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา).
(พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). รู้จักสะเต็ม. สืบค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2561. จาก
http://www.stemedthailand.org/?page_id=๒๓
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
Collaborative Problem Solving : CPS. (แผ่นพับ). ไม่ปรากฏเลขหน้า.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). **กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015**. สืบค้นเมื่อ 22 มิถุนายน 2561, จาก <http://www.ipst.ac.th>.
- สุทธิดา กาวีมี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา ตอนที่ 1. *นิตยสาร สสวท*. 46 (209), 23-27.
- สุทธิดา กาวีมี. (2561). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา ตอนที่ 2. *นิตยสาร สสวท*. 46 (210), 44-49.
- สุรียพร สว่างเมฆ. (2559). **วิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามกรอบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ DEEPER เรื่อง ระบบย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2558). **ชุดฝึกอบรมการยกระดับคุณภาพผู้เรียนสู่ ความพร้อมในการประเมินระดับนานาชาติ (PISA) การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving)**. สืบค้นเมื่อ 22 มิถุนายน 2561, จาก http://www.dusitaram.ac.th/download/pisa_training/5_Solution/5-1_6.pdf
- เอกรินทร์ อัครชกุลวิสุทธิ. (2558). การประเมินด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015. *นิตยสาร สสวท*. 43 (191), 37-41.
- อุปกาล จีระพันธ์. (2556). **สะเต็มศึกษาของใหม่สำหรับประเทศไทยหรือไม่**. *นิตยสาร สสวท*. 42 (185), 32-34.
- Billiar, K., Hubelbank, J., Oliva, T., and Camesano, T. (2014). Teaching STEM by design. *Advance in Engineering Education*, 4(1), 1-21.
- Konstantinos Tatsis. (2006). The effect of students' roles on the establishment of shared knowledge during collaborative problem solving: a case study from the field of mathematics. *Social Psychology of Education*. (2006) 9:443–460. Retrieved November 1, 2018, from <https://link.springer.com/article/10.1007/s11218006-9005-8>
- Lyn D. English and Nicholas G. Mousoulides. (2015). Bridging STEM in a Real-World Problem. *National Council of Teachers of Mathematics*. 2015. (20), 532-539. Retrieved November 1, 2018, from

https://www.jstor.org/stable/10.5951/mathteachmidscho.20.9.0532?seq=1#page_scan_tab_contents

National Research Council (NRC). (2012). **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas**. Retrieved December 26, 2018, from http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13165

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อังวงไสตติสกุล อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. นางทิพย์อาภา ศรีวรารกุล ครูชำนาญการพิเศษ (สาขาวิชาชีววิทยา) โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1

ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. นางทิพย์อาภา ศรีวรารกุล ครูชำนาญการพิเศษ (สาขาวิชาชีววิทยา) โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

| รายการ | ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | ผลการประเมิน | | ระดับความเหมาะสม |
|--|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|------|------------------|
| | กิจกรรมที่ 1 | กิจกรรมที่ 2 | กิจกรรมที่ 3 | \bar{X} | S.D. | |
| 1. ด้านชื่อกิจกรรม | | | | | | |
| 1.1 ชื่อกิจกรรมมีความน่าสนใจ | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 1.2 ชื่อกิจกรรมเข้าใจง่าย | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | มาก |
| | เฉลี่ย | | | 4.34 | | มาก |
| 2. ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม | | | | | | |
| 2.1 จุดประสงค์มีความสอดคล้องกับกิจกรรม | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 2.2 จุดประสงค์ส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| | เฉลี่ย | | | 4.67 | | มากที่สุด |

ตาราง 20 (ต่อ)

| รายการ | ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ | | | ผลการประเมิน | | |
|--|-------------------------------------|------------------|------------------|--------------|------|--------------------------|
| | กิจกรรม ที่ 1 | กิจกรรม ที่ 2 | กิจกรรม ที่ 3 | \bar{X} | S.D. | ระดับ ความ เหมาะสม |
| 3. ด้านขั้นตอนการจัด | | | | | | |
| กิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | |
| 3.1 ขั้นตอนการจัด กิจกรรมสอดคล้องกับ แนวคิดสะเต็มศึกษา | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 3.2 ขั้นตอนการจัด กิจกรรมสอดคล้องกับ กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 3.3 ขั้นตอนการจัด กิจกรรมส่งเสริมให้เกิดการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 3.4 กิจกรรมมีความ เหมาะสมกับเวลา | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 1.00 | มาก |
| 3.5 กิจกรรมมีความ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| | เฉลี่ย | | | 4.54 | | มากที่สุด |
| | รวมเฉลี่ย | | | 4.56 | 0.58 | มากที่สุด |

**แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใส่เครื่องหมาย \surd ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

| | |
|-------------------|------------------|
| เหมาะสมมากที่สุด | ให้คะแนน 5 คะแนน |
| เหมาะสมมาก | ให้คะแนน 4 คะแนน |
| เหมาะสมปานกลาง | ให้คะแนน 3 คะแนน |
| เหมาะสมน้อย | ให้คะแนน 2 คะแนน |
| เหมาะสมน้อยที่สุด | ให้คะแนน 1 คะแนน |

| รายการ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|------------------|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| กิจกรรมที่ 1 ตามล่าหาเอเลี่ยน | | | | | |
| 1. ด้านชื่อกิจกรรม | | | | | |
| 1.1 ชื่อกิจกรรมมีความน่าสนใจ | | | | | |
| 1.2 ชื่อกิจกรรมเข้าใจง่าย | | | | | |
| 2. ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม | | | | | |
| 2.1 จุดประสงค์มีความสอดคล้องกับกิจกรรม | | | | | |
| 2.2 จุดประสงค์ส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | | | |
| 3. ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 3.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา | | | | | |
| 3.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการออกแบบ | | | | | |
| เชิงวิศวกรรม | | | | | |
| 3.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาแบบ | | | | | |
| ร่วมมือ | | | | | |

| รายการ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--|------------------|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 3.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา | | | | | |
| 3.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | | | | | |
| กิจกรรมที่ 2 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ | | | | | |
| 1. ด้านชื่อกิจกรรม | | | | | |
| 1.1 ชื่อกิจกรรมมีความน่าสนใจ | | | | | |
| 1.2 ชื่อกิจกรรมเข้าใจง่าย | | | | | |
| 2. ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม | | | | | |
| 2.1 จุดประสงค์มีความสอดคล้องกับกิจกรรม | | | | | |
| 2.2 จุดประสงค์ส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | | | |
| 3. ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 3.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา | | | | | |
| 3.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม | | | | | |
| 3.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | | | |
| 3.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา | | | | | |
| 3.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | | | | | |
| กิจกรรมที่ 3 กับดักแมลง | | | | | |
| 1. ด้านชื่อกิจกรรม | | | | | |
| 1.1 ชื่อกิจกรรมมีความน่าสนใจ | | | | | |
| 1.2 ชื่อกิจกรรมเข้าใจง่าย | | | | | |
| 2. ด้านจุดประสงค์ของกิจกรรม | | | | | |
| 2.1 จุดประสงค์มีความสอดคล้องกับกิจกรรม | | | | | |
| 2.2 จุดประสงค์ส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | | | |
| 3. ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 3.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา | | | | | |
| 3.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม | | | | | |

| รายการ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--|------------------|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 3.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาแบบ ร่วมมือ | | | | | |
| 3.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา | | | | | |
| 3.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | | | | | |

บันทึกความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงนาม.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบ
นิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

| รายการ | ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ | | | ผลการประเมิน | | ระดับ ความ เหมาะสม |
|--|-------------------------------------|----------|----------|--------------|------|--------------------------|
| | แผนที่ 1 | แผนที่ 2 | แผนที่ 3 | \bar{X} | S.D. | |
| 1. ด้านมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด | | | | | | |
| 1.1 มาตรฐานการเรียนรู้ สอดคล้องตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 1.2 ตัวชี้วัดมีความถูกต้องตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 1.3 มีการบูรณาการมาตรฐาน การเรียนรู้และตัวชี้วัดของกลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่ม สาระงานอาชีพและ เทคโนโลยี และกลุ่มสาระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.58 | มาก |
| | เฉลี่ย | | | 4.55 | | มากที่สุด |

ตาราง 21 (ต่อ)

| รายการ | ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ | | | ผลการประเมิน | | ระดับ ความ เหมาะสม |
|---|-------------------------------------|----------|----------|--------------|------|--------------------------|
| | แผนที่ 1 | แผนที่ 2 | แผนที่ 3 | \bar{X} | S.D. | |
| 2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | |
| 2.1 สอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้และตัวชี้วัด | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 1.00 | มาก |
| 2.2 ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 2.3 ครอบคลุมด้านการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.58 | มาก |
| | เฉลี่ย | | | 4.33 | | มาก |
| 3. ด้านสาระการเรียนรู้ | | | | | | |
| 3.1 มีความถูกต้อง | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 3.2 สอดคล้องกับชื่อเรื่อง | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.58 | มาก |
| | เฉลี่ย | | | 4.17 | | มาก |
| 4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | |
| 4.1 กิจกรรมสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4.2 กิจกรรมมีความน่าสนใจ | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 4.3 กิจกรรมเหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 4.4 กิจกรรมสามารถนำไปใช้ สอนได้จริง | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 4.5 กิจกรรมมีความเหมาะสม กับเวลา | 3.67 | 3.67 | 3.67 | 3.67 | 0.58 | มาก |

ตาราง 21 (ต่อ)

| รายการ | ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ | | | ผลการประเมิน | | ระดับ ความ เหมาะสม |
|--|-------------------------------------|----------|----------|--------------|------|--------------------------|
| | แผนที่ 1 | แผนที่ 2 | แผนที่ 3 | \bar{X} | S.D. | |
| 4.6 กิจกรรมส่งเสริมให้ นักเรียนมีการบูรณาการเรียนรู้ ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 4.7 กิจกรรมส่งเสริมให้เกิดการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.58 | มาก |
| | เฉลี่ย | | | 4.43 | | มาก |
| 5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ | | | | | | |
| 5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้ | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.58 | |
| 5.3 ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | มาก |
| | เฉลี่ย | | | 4.33 | | มาก |
| 6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ | | | | | | |
| 6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้ | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 6.3 มีวิธีการวัดผลที่ หลากหลาย | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.58 | มาก |
| | เฉลี่ย | | | 4.56 | | มากที่สุด |
| | รวมเฉลี่ย | | | 4.41 | 0.56 | มาก |

**แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เครื่องหมาย \surd ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

| | |
|-------------------|------------------|
| เหมาะสมมากที่สุด | ให้คะแนน 5 คะแนน |
| เหมาะสมมาก | ให้คะแนน 4 คะแนน |
| เหมาะสมปานกลาง | ให้คะแนน 3 คะแนน |
| เหมาะสมน้อย | ให้คะแนน 2 คะแนน |
| เหมาะสมน้อยที่สุด | ให้คะแนน 1 คะแนน |

| รายการ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--|------------------|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ตามล่าหาเอเลี่ยน | | | | | |
| 1. ด้านมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด | | | | | |
| 1.1 มาตรฐานการเรียนรู้สอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 | | | | | |
| 1.2 ตัวชี้วัดมีความถูกต้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 | | | | | |
| 1.3 มีการบูรณาการมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา | | | | | |
| 2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด | | | | | |

| รายการ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|------------------|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 2.2 ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ | | | | | |
| 2.3 ครอบคลุมด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | | | |
| 3. ด้านสาระการเรียนรู้ | | | | | |
| 3.1 มีความถูกต้อง | | | | | |
| 3.2 สอดคล้องกับชื่อเรื่อง | | | | | |
| 4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 4.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 4.2 กิจกรรมมีความน่าสนใจ | | | | | |
| 4.3 กิจกรรมเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | | | | | |
| 4.4 กิจกรรมสามารถนำไปใช้สอนได้จริง | | | | | |
| 4.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา | | | | | |
| 4.6 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนมีการบูรณาการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา | | | | | |
| 4.7 กิจกรรมส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | | | |
| 5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ | | | | | |
| 5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 4.3 ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | | | |
| 6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ | | | | | |
| 6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 6.3 มีวิธีการวัดผลที่หลากหลาย | | | | | |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ | | | | | |
| 1. ด้านมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด | | | | | |
| 1.1 มาตรฐานการเรียนรู้สอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 | | | | | |

| รายการ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|------------------|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1.2 ตัวชี้วัดมีความถูกต้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 | | | | | |
| 1.3 มีการบูรณาการมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา | | | | | |
| 2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด | | | | | |
| 2.2 ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ | | | | | |
| 2.3 ครอบคลุมด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | | | |
| 3. ด้านสาระการเรียนรู้ | | | | | |
| 3.1 มีความถูกต้อง | | | | | |
| 3.2 สอดคล้องกับชื่อเรื่อง | | | | | |
| 4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 4.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 4.2 กิจกรรมมีความน่าสนใจ | | | | | |
| 4.3 กิจกรรมเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | | | | | |
| 4.4 กิจกรรมสามารถนำไปใช้สอนได้จริง | | | | | |
| 4.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา | | | | | |
| 4.6 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนมีการบูรณาการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา | | | | | |
| 4.7 กิจกรรมส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | | | |
| 5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ | | | | | |
| 5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 4.3 ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | | | |

| รายการ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--|------------------|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ | | | | | |
| 5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 5.3 มีวิธีการวัดผลที่หลากหลาย | | | | | |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง กับดักแมลง | | | | | |
| 1. ด้านมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด | | | | | |
| 1.1 มาตรฐานการเรียนรู้สอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 | | | | | |
| 1.2 ตัวชี้วัดมีความถูกต้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 | | | | | |
| 1.3 มีการบูรณาการมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา | | | | | |
| 2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด | | | | | |
| 2.2 ครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึง ประสงค์ | | | | | |
| 2.3 ครอบคลุมด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | | | |
| 3. ด้านสาระการเรียนรู้ | | | | | |
| 3.1 มีความถูกต้อง | | | | | |
| 3.2 สอดคล้องกับชื่อเรื่อง | | | | | |
| 4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 4.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 4.2 กิจกรรมมีความน่าสนใจ | | | | | |
| 4.3 กิจกรรมเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | | | | | |
| 4.4 กิจกรรมสามารถนำไปใช้สอนได้จริง | | | | | |
| 4.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา | | | | | |

| รายการ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--|------------------|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 4.6 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนมีการบูรณาการเรียนรู้ตามแนวทาง ของสะเต็มศึกษา | | | | | |
| 4.7 กิจกรรมส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | | | |
| 5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ | | | | | |
| 5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 4.3 ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | | | | | |
| 6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ | | | | | |
| 5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | |
| 5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | |
| 5.3 มีวิธีการวัดผลที่หลากหลาย | | | | | |

บันทึกความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงนาม.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ง ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบ
ร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 22 แสดงการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินการแก้ปัญหา
แบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

| รายการประเมิน | ผู้เชี่ยวชาญ | | | IOC | แปลผล |
|--|--------------|---|---|------|--------|
| | คนที่ | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | | |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | | | |
| 1.1 การค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.2 การสร้างความเข้าใจปัญหาร่วมกัน | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.3 การสื่อสารกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อระบุปัญหา | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 1.4 การแสดงความคิดเห็นร่วมกันและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | | | |
| 2.1 การวางแผนและระบุแนวทางในการแก้ปัญหา | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.2 การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.3 การปฏิบัติตามแผน | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2.4 การติดตามผลของการกระทำและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | | | |
| 3.1 การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.2 การทำตามข้อตกลงตามบทบาทหน้าที่ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3.3 การติดตาม การให้ข้อเสนอแนะและการปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาว่าพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนหรือไม่ โดยพิจารณาจากสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ดังนี้

การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเข้าร่วมกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มที่มีตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และความพยายามเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 3 สมรรถนะหลัก ได้แก่

1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (Establishing and maintaining shared understanding) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถระบุความรู้ที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนมี (รู้ว่าสมาชิกแต่ละคนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหา) ระบุมุมมองของคนอื่นเกี่ยวกับการทำงานร่วมกัน และสร้างมุมมองร่วมกันเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา รวมถึงสามารถสังเกตติดตามว่า ความรู้ความสามารถ และมุมมองของตนเองและสมาชิกกลุ่มจะมีผลต่อการทำงานร่วมกันอย่างไร โดยในการสร้างความเข้าใจพื้นฐานและมุมมองต่าง ๆ ร่วมกันนี้ต้องอาศัยความสามารถในการพูดคุยสื่อสารเป็นสำคัญ จึงจะทำให้งานประสบความสำเร็จได้ นอกจากนี้ นักเรียนต้องสามารถสร้างติดตาม และเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันตลอดการทำภารกิจ โดยมีการตอบสนองเมื่อผู้อื่นร้องขอข้อสนเทศ ส่งข้อสนเทศสำคัญเกี่ยวกับงาน สร้างหรือเจาะต่อร่องเพื่อหาข้อตกลงร่วมกัน ตรวจสอบว่าใครรู้อะไรบ้างและดำเนินการเพื่อแก้ไขสิ่งที่ยังบกพร่อง ทักษะเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับเรื่องการรู้จักตนเองของนักเรียนในด้านความเชี่ยวชาญในการทำงาน และการรู้จักแข็งจุดอ่อนของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่มในประเด็นที่สัมพันธ์กับงาน

2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (Taking appropriate action to solve the problem) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถระบุประเภทของกิจกรรม และดำเนินการตามขั้นตอนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหา รวมถึงมีความพยายามในการทำ ความเข้าใจข้อจำกัดของปัญหา สร้างเป้าหมายของกลุ่ม ลงมือปฏิบัติงานหรือทำภารกิจที่ได้รับมอบหมาย และติดตามผลการดำเนินงาน การทำภารกิจต้องใช้ในการสื่อสาร เช่น การอธิบาย การแสดงเหตุผล การเจาะต่อร่อง และการโต้แย้งด้วยเหตุผล เพื่อที่จะส่งผ่านข้อสนเทศและมุมมองภายในกลุ่ม และนำไปสู่การสร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์และเหมาะสม ผู้ที่สามารถแก้ไขปัญหได้อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องรู้ข้อจำกัดต่าง ๆ ทำตามกฎเกณฑ์ แก้ไขได้ตรงปัญหา และประเมินความสำเร็จของแผนที่ใช้แก้ปัญหาได้

3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and maintaining team organisation) หมายถึง การที่นักเรียนเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนและเพื่อนร่วมกลุ่ม ใช้ความรู้ของผู้ที่มีความชำนาญในกลุ่มเป็นแนวทางในการดำเนินงาน ทำตามกฎระเบียบและตามบทบาทหน้าที่ ฝึติดตามการรักษาระเบียบของกลุ่ม และส่งเสริมให้การสื่อสารภายในกลุ่มดำเนินต่อไปได้ โดยไม่เกิดอุปสรรคในการแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน นักเรียนที่มีสมรรถนะนี้จะสามารถดำเนินการจนภารกิจเสร็จสิ้น มีการสื่อสารข้อสนเทศสำคัญ รวมถึงให้ข้อเสนอแนะและสะท้อนความคิดเห็นถึงความสำเร็จของการแก้ปัญหาของกลุ่ม

ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งจุดประสงค์ของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนออกเป็นจุดประสงค์ย่อย ดังนี้

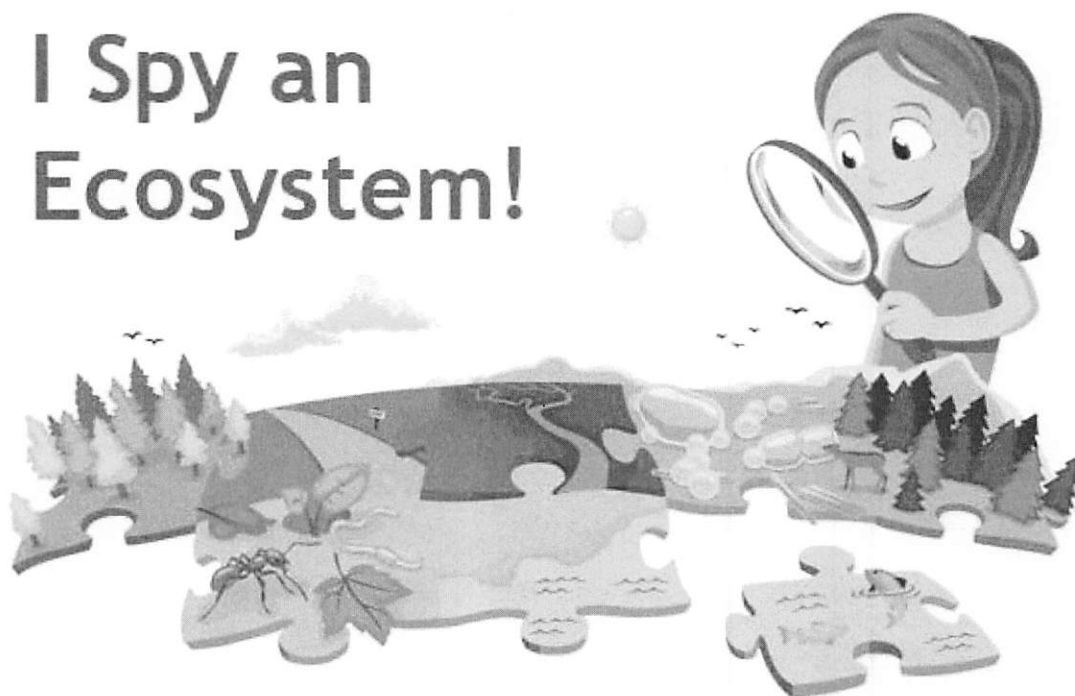
1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน
 - 1.1 การค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม
 - 1.2 การสร้างความเข้าใจปัญหาาร่วมกันเพื่อระบุปัญหา
 - 1.3 การให้ข้อสนเทศและรู้จุดอ่อนจุดแข็งของกลุ่ม
 - 1.4 การแสดงความคิดเห็นร่วมกันและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
 - 2.1 การวางแผนและระบุแนวทางในการแก้ปัญหา
 - 2.2 การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จ
 - 2.3 การปฏิบัติตามแผน
 - 2.4 การติดตามผลของการกระทำและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา
3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม
 - 3.1 การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา
 - 3.2 การทำตามข้อตกลงตามบทบาทหน้าที่
 - 3.3 การติดตาม การให้ข้อเสนอแนะและการปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม

โดยเกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของรายการพฤติกรรมแต่ละข้อมีดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินสอดคล้องกับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบประเมินสอดคล้องกับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินไม่สอดคล้องสอดคล้องกับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

สถานการณ์ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
สำรวจระบบนิเวศ

I Spy an Ecosystem!



คำสั่ง ให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันสำรวจระบบนิเวศภายในโรงเรียน

**ตารางพิจารณาทดสอบความตรงเชิงเนื้อหา
ของแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

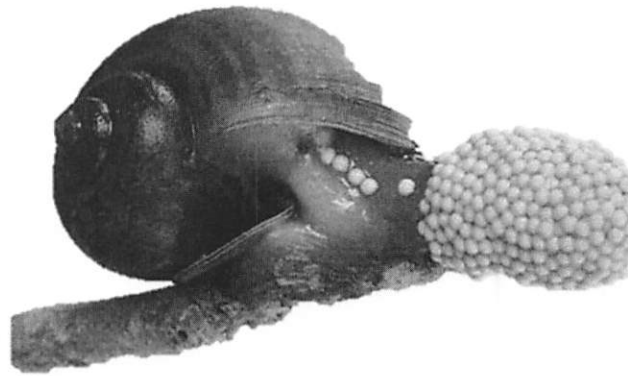
| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|---|--|---|---|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| สถานการณ์สถานการณ์ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน | | | | | | |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | | | | |
| 1.1 การ ค้นพบมุมมอง และ ความสามารถ ของสมาชิกใน กลุ่ม | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถค้นพบ มุมมองและ ความสามารถของ สมาชิกที่มีผลต่อ งานที่จะปฏิบัติได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มสามารถ ค้นพบมุมมองและ ความสามารถของ สมาชิกที่มีผลต่อ งานที่จะปฏิบัติได้ | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มไม่สามารถ ค้นพบมุมมอง และ ความสามารถ ของสมาชิกใน กลุ่มได้ | | | |
| 1.2 การระบุ ปัญหา | นักเรียนในกลุ่มทุก คนร่วมกันปรึกษา พูดคุยกันเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์ ปัญหาแล้วหา ข้อสรุปเพื่อให้ทุก คนเกิดความเข้าใจ ปัญหาไปในทิศทาง เดียวกัน มีความ กระตือรือร้นในการ แบ่งปันข้อมูล และ มุมมองที่มีต่อการ แก้ปัญหาของ ตนเองและเพื่อน | นักเรียนในกลุ่ม ส่วนใหญ่ร่วมกัน ปรึกษาและพูดคุย กันเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์ ปัญหา แต่ไม่ สามารถหาข้อสรุป เพื่อให้ทุกคนเกิด ความเข้าใจ ปัญหาไปใน ทิศทางเดียวกันได้ ต้องให้คำแนะนำ | นักเรียนในกลุ่ม ทุกคนไม่ร่วม ปรึกษา ไม่พูดคุย กันเกี่ยวกับ ปัญหา ไม่รวมกัน วิเคราะห์ปัญหา และมีความเข้าใจ คลาดเคลื่อนใน ระหว่างการ แบ่งปันความรู้ ความเข้าใจ ร่วมกัน หรือมีการ ให้ข้อมูลซ้ำซ้อน หรือไม่ถูกต้อง | | | |

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|---|--|--|--|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| | ร่วมกลุ่ม ระบุ ปัญหาได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม กับบริบทและ สถานการณ์ | | | | | |
| 1.3 การให้ ข้อเสนอแนะและ การรู้จุดอ่อน จุดแข็งของ กลุ่ม | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถให้ ข้อเสนอแนะ และรู้ จุดอ่อนจุดแข็งของ กลุ่ม | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มร่วมกัน สามารถให้ ข้อเสนอแนะ และรู้ จุดอ่อนจุดแข็ง ของกลุ่ม | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มไม่สามารถ ให้ข้อเสนอแนะ และ ไม่รู้จุดอ่อนจุด แข็งของกลุ่ม | | | |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | | | | |
| 2.1 การ วางแผนและ ระบุแนวทางใน การแก้ปัญหา | นักเรียนในกลุ่มทุก คนร่วมกันวางแผน และกำหนดขั้นตอน การแก้ปัญหาได้ อย่างเป็นระบบ และสามารถระบุ แนวทางการ ดำเนินการ แก้ปัญหาที่ดีที่สุด ได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มร่วมกัน วางแผนและ กำหนดขั้นตอน การแก้ปัญหา แต่ ไม่สามารถระบุ แนวทางการ แก้ปัญหาได้ หรือ อย่างใดอย่างหนึ่ง ได้ | นักเรียนในกลุ่ม ไม่ร่วมกัน วางแผนและ กำหนดขั้นตอน การแก้ปัญหา และไม่สามารถ ระบุแนวทางการ ดำเนินการ แก้ปัญหาได้ | | | |
| 2.2 การระบุ และอธิบาย ภาระงานที่ ต้องทำให้เสร็จ | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถระบุ และอธิบายภาระ งานที่ต้องปฏิบัติให้ เสร็จได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มสามารถ ระบุและอธิบาย ภาระงานที่ต้อง ปฏิบัติให้เสร็จได้ | นักเรียนไม่สามาร ระบุและอธิบาย ภาระงานที่ต้อง ปฏิบัติได้ | | | |

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|---|--|---|---|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| 2.3 การปฏิบัติตามแผน | นักเรียนทุกคนในกลุ่มสามารถปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มสามารถปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้ | นักเรียนไม่สามารปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้ | | | |
| 2.4 การติดตามผลของการกระทำและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา | นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีการสื่อสารกันตลอดการทำงาน ติดตามผลของงานและสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาเมื่อมีอุปสรรคได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มมีการสื่อสารกันตลอดการทำงาน ติดตามผลของงานและสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาเมื่อมีอุปสรรคได้ | นักเรียนไม่มีการสื่อสารกัน ไม่ติดตามผลของงาน และไม่สามารปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาเมื่อมีอุปสรรคได้ | | | |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | | | | |
| 3.1 การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา | นักเรียนทุกคนในกลุ่มสามารถระบุบทบาทหน้าที่ของตนเองกับเพื่อนในกลุ่มภายใต้ความสามารถที่แตกต่างกันได้อย่างเหมาะสม | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มสามารถระบุบทบาทหน้าที่ของตนเองกับเพื่อนในกลุ่มภายใต้ความสามารถที่แตกต่างกันได้ | นักเรียนไม่สามารถระบุบทบาทหน้าที่ของตนเองกับเพื่อนในกลุ่มได้ | | | |
| 3.2 การทำตามข้อตกลงตามบทบาทหน้าที่ | นักเรียนทุกคนปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และมี | นักเรียนส่วนใหญ่ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และมี | นักเรียนไม่ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย | | | |

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|--|--|---|--|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| | การกระตุ้นให้ สมาชิกในกลุ่ม ทำงานจนสำเร็จ ตามภาระงานที่ ได้รับมอบหมายได้ | การกระตุ้นให้ สมาชิกในกลุ่ม ทำงานจนสำเร็จ ตามภาระงานที่ ได้รับมอบหมาย | | | | |
| 3.3 การ ติดตาม การให้ ข้อเสนอแนะ และการ ปรับเปลี่ยน ระเบียบและ บทบาทของ กลุ่ม | นักเรียนทุกคนมีการ สื่อสารถ่ายทอด ข้อมูลปัญหาและ อุปสรรคกันภายใน กลุ่ม หรือมีการ สื่อสารเพื่อเปลี่ยน หน้าที่ ให้ ข้อเสนอแนะกับ สมาชิกในกลุ่มเพื่อ ไม่ให้เกิดความ ขัดแย้ง | นักเรียนส่วนใหญ่ มีการสื่อสาร ถ่ายทอดข้อมูล ปัญหาและ อุปสรรคกัน ภายในกลุ่ม หรือมี การสื่อสารเพื่อ เปลี่ยนหน้าที่ ให้ ข้อเสนอแนะกับ สมาชิกในกลุ่ม เพื่อไม่ให้เกิด ความขัดแย้งใน บางครั้ง | นักเรียนไม่มีการ สื่อสารถ่ายทอด ข้อมูลปัญหาและ อุปสรรคกัน ภายในกลุ่ม | | | |

สถานการณ์ที่ 1 เอลีเยนสปีชีส์



หอยเชอรี่ เป็นหอยน้ำจืดที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำทวีปแอฟริกาได้ นำเข้าประเทศไทยในฐานะของหอยที่กำลังจัดตะไคร่น้ำและเศษอาหารในตู้ปลา ซึ่งนิยมเลี้ยงกันอย่างมากแพร่หลาย มีการขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว ต่อมาจึงปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ เกิดการระบาดอย่างรวดเร็วและทำลายต้นข้าวของเกษตรกร

คำถาม จากสถานการณ์ ปัญหาคืออะไร และนักเรียนจะสร้างสิ่งประดิษฐ์อะไรเพื่อแก้ไข ปัญหา?

**ตารางพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา
ของแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|---|--|---|--|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| สถานการณ์ที่ 1 เอเลี่ยนสปีชีส์ | | | | | | |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | | | | |
| 1.1 การ ค้นพบมุมมอง และ ความสามารถ ของสมาชิกใน กลุ่ม | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถค้นพบ มุมมองและ ความสามารถของ สมาชิกที่มีผลต่อ งานที่จะปฏิบัติได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มสามารถ ค้นพบมุมมองและ ความสามารถของ สมาชิกที่มีผลต่อ งานที่จะปฏิบัติได้ | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มไม่สามารถ ค้นพบมุมมอง และ ความสามารถ ของสมาชิกใน กลุ่มได้ | | | |
| 1.2 การระบุ ปัญหา | นักเรียนในกลุ่มทุก คนร่วมกันปรึกษา พูดคุยกันเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์ ปัญหาแล้วหา ข้อสรุปเพื่อให้ทุก คนเกิดความเข้าใจ ปัญหาไปในทิศทาง เดียวกัน มีความ กระตือรือร้นในการ แบ่งปันข้อมูล และ มุมมองที่มีต่อการ แก้ปัญหาของ ตนเองและเพื่อน | นักเรียนในกลุ่ม ส่วนใหญ่ร่วมกัน ปรึกษาและพูดคุย กันเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์ ปัญหา แต่ไม่ สามารถหาข้อสรุป เพื่อให้ทุกคนเกิด ความเข้าใจ ปัญหาไปใน ทิศทางเดียวกันได้ ต้องให้คำแนะนำ | นักเรียนในกลุ่ม ทุกคนไม่รวม ปรึกษา ไม่พูดคุย กันเกี่ยวกับ ปัญหา ไม่รวมกัน วิเคราะห์ปัญหา และมีความเข้าใจ คลาดเคลื่อนใน ระหว่างการ แบ่งปันความรู้ ความเข้าใจ ร่วมกัน หรือมีการ ให้ข้อมูลซ้ำซ้อน หรือไม่ถูกต้อง | | | |

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|---|--|--|--|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| | ร่วมกลุ่ม ระบุ ปัญหาได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม กับบริบทและ สถานการณ์ | | | | | |
| 1.3 การให้ ข้อเสนอแนะและ การรู้จุดอ่อน จุดแข็งของ กลุ่ม | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถให้ ข้อเสนอแนะ และรู้ จุดอ่อนจุดแข็งของ กลุ่ม | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มร่วมกัน สามารถให้ ข้อเสนอแนะ และรู้ จุดอ่อนจุดแข็ง ของกลุ่ม | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มไม่สามารถ ให้ข้อเสนอแนะ และ ไม่รู้จุดอ่อนจุด แข็งของกลุ่ม | | | |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | | | | |
| 2.1 การ วางแผนและ ระบุแนวทางใน การแก้ปัญหา | นักเรียนในกลุ่มทุก คนร่วมกันวางแผน และกำหนดขั้นตอน การแก้ปัญหาได้ อย่างเป็นระบบ และสามารถระบุ แนวทางการ ดำเนินการ แก้ปัญหาที่ดีที่สุด ได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มร่วมกัน วางแผนและ กำหนดขั้นตอน การแก้ปัญหา แต่ ไม่สามารถระบุ แนวทางการ แก้ปัญหาได้ หรือ อย่างใดอย่างหนึ่ง ได้ | นักเรียนในกลุ่ม ไม่ร่วมกัน วางแผนและ กำหนดขั้นตอน การแก้ปัญหา และไม่สามารถ ระบุแนวทางการ ดำเนินการ แก้ปัญหาได้ | | | |
| 2.2 การระบุ และอธิบาย ภาระงานที่ ต้องทำให้เสร็จ | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถระบุ และอธิบายภาระ งานที่ต้องปฏิบัติให้ เสร็จได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มสามารถ ระบุและอธิบาย ภาระงานที่ต้อง ปฏิบัติให้เสร็จได้ | นักเรียนไม่สามารถ ระบุและอธิบาย ภาระงานที่ต้อง ปฏิบัติได้ | | | |

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|---|--|--|--|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| 2.3 การ ปฏิบัติตาม แผน | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถ ปฏิบัติงานตามแผน ที่กำหนดไว้ได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มสามารถ ปฏิบัติงานตาม แผนที่กำหนดไว้ได้ | นักเรียนไม่ สามารถ ปฏิบัติงานตาม แผนที่กำหนดไว้ ได้ | | | |
| 2.4 การ ติดตามผลของ การกระทำและ ประเมิน ความสำเร็จใน การแก้ปัญหา | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มมีการสื่อสาร กันตลอดการ ทำงาน ติดตามผล ของงานและ สามารถปรับเปลี่ยน วิธีการแก้ปัญหา เมื่อมีอุปสรรคได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มมีการ สื่อสารกันตลอด การทำงาน ติดตามผลของ งานและสามารถ ปรับเปลี่ยนวิธีการ แก้ปัญหาเมื่อมี อุปสรรคได้ | นักเรียนไม่มีการ สื่อสารกัน ไม่ ติดตามผลของ งาน และไม่ สามารถ ปรับเปลี่ยน วิธีการแก้ปัญหา เมื่อมีอุปสรรคได้ | | | |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | | | | |
| 3.1 การ เข้าใจบทบาท หน้าที่ในการ แก้ปัญหา | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถระบุ บทบาทหน้าที่ของ ตนเองกับเพื่อนใน กลุ่มภายใต้ ความสามารถที่ แตกต่างกันได้อย่าง เหมาะสม | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มสามารถ ระบุบทบาทหน้าที่ ของตนเองกับ เพื่อนในกลุ่ม ภายใต้ ความสามารถที่ แตกต่างกันได้ | นักเรียนไม่ สามารถระบุ บทบาทหน้าที่ ของตนเองกับ เพื่อนในกลุ่มได้ | | | |
| 3.2 การทำ ตามข้อตกลง ตามบทบาท หน้าที่ | นักเรียนทุกคน ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย และมี | นักเรียนส่วนใหญ่ ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย และมี | นักเรียนไม่ ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย | | | |

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|--|--|---|--|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| | การกระตุ้นให้ สมาชิกในกลุ่ม ทำงานจนสำเร็จ ตามภาระงานที่ ได้รับมอบหมายได้ | การกระตุ้นให้ สมาชิกในกลุ่ม ทำงานจนสำเร็จ ตามภาระงานที่ ได้รับมอบหมาย | | | | |
| 3.3 การ ติดตาม การให้ ข้อเสนอแนะ และการ ปรับเปลี่ยน ระเบียบและ บทบาทของ กลุ่ม | นักเรียนทุกคนมีการ สื่อสารถ่ายทอด ข้อมูลปัญหาและ อุปสรรคกันภายใน กลุ่ม หรือมีการ สื่อสารเพื่อเปลี่ยน หน้าที่ ให้ ข้อเสนอแนะกับ สมาชิกในกลุ่มเพื่อ ไม่ให้เกิดความ ขัดแย้ง | นักเรียนส่วนใหญ่ มีการสื่อสาร ถ่ายทอดข้อมูล ปัญหาและ อุปสรรคกัน ภายในกลุ่ม หรือมี การสื่อสารเพื่อ เปลี่ยนหน้าที่ ให้ ข้อเสนอแนะกับ สมาชิกในกลุ่ม เพื่อไม่ให้เกิด ความขัดแย้งใน บางครั้ง | นักเรียนไม่มีการ สื่อสารถ่ายทอด ข้อมูลปัญหาและ อุปสรรคกัน ภายในกลุ่ม | | | |

สถานการณ์ที่ 2 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์



สถานการณ์

“ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน หลานภาคส่วนของประเทศจึงมักเกิดน้ำท่วมตามฤดูกาล อุทกภัยมักเริ่มเกิดขึ้นในภาคเหนือแล้วค่อยขยายลงมาภาคอื่น ๆ ส่งผลกระทบมากมายหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นการศึกษา เกษตรกรรม อุตสาหกรรม เศรษฐกิจ การท่องเที่ยว การขนส่งคมนาคม และ สาธารณสุข เกิดการขาดแคลนอาหารและน้ำดื่มในพื้นที่ห่างไกลที่ความช่วยเหลือไปถึงช้า ชาวบ้าน ไม่มีน้ำสะอาดดื่ม หากร่างกายขาดน้ำจะทำให้ตายได้จึงจำเป็นต้องดื่มน้ำที่ไม่สะอาด ส่งผลให้เกิด การเจ็บป่วยตามมาจำนวนมาก ”

ถ้านักเรียนอยู่ในสถานการณ์น้ำท่วม ขณะนั้นมีเพียง กะละมัง ถ้วยแก้ว เชือก และ ถุงพลาสติก นักเรียนจะสร้างสิ่งประดิษฐ์อะไร เพื่อทำให้น้ำสกปรกสามารถดื่มได้

**ตารางพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา
ของแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

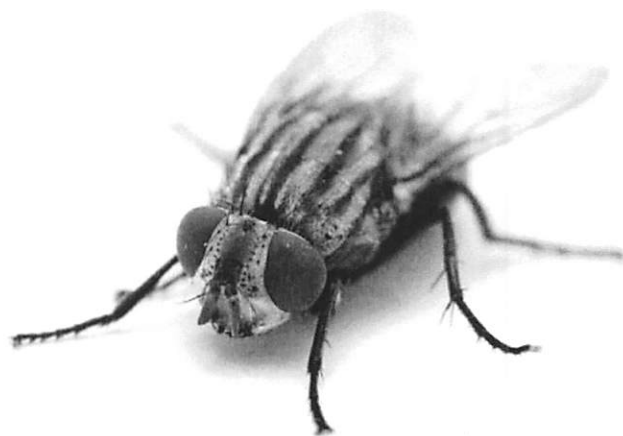
| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|---|--|---|---|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| สถานการณ์ที่ 2 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ | | | | | | |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | | | | |
| 1.1 การ ค้นพบมุมมอง และ ความสามารถ ของสมาชิกใน กลุ่ม | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถค้นพบ มุมมองและ ความสามารถของ สมาชิกที่มีผลต่อ งานที่จะปฏิบัติได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มสามารถ ค้นพบมุมมองและ ความสามารถของ สมาชิกที่มีผลต่อ งานที่จะปฏิบัติได้ | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มไม่สามารถ ค้นพบมุมมอง และ ความสามารถ ของสมาชิกใน กลุ่มได้ | | | |
| 1.2 การระบุ ปัญหา | นักเรียนในกลุ่มทุก คนร่วมกันปรึกษา พูดคุยกันเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์ ปัญหาแล้วหา ข้อสรุปเพื่อให้ทุก คนเกิดความเข้าใจ ปัญหาไปในทิศทาง เดียวกัน มีความ กระตือรือร้นในการ แบ่งปันข้อมูล และ มุมมองที่มีต่อการ แก้ปัญหาของ | นักเรียนในกลุ่ม ส่วนใหญ่ร่วมกัน ปรึกษาและพูดคุย กันเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์ ปัญหา แต่ไม่ สามารถหาข้อสรุป เพื่อให้ทุกคนเกิด ความเข้าใจ ปัญหาไปใน ทิศทางเดียวกันได้ ต้องให้คำแนะนำ | นักเรียนในกลุ่ม ทุกคนไม่ร่วม ปรึกษา ไม่พูดคุย กันเกี่ยวกับ ปัญหา ไม่รวมกัน วิเคราะห์ปัญหา และมีความเข้าใจ คลาดเคลื่อนใน ระหว่างการ แบ่งปันความรู้ ความเข้าใจ ร่วมกัน หรือมีการ ให้ข้อมูลซ้ำซ้อน หรือไม่ถูกต้อง | | | |

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|---|--|--|--|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| | ตนเองและเพื่อน ร่วมกลุ่ม ระบุ ปัญหาได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม กับบริบทและ สถานการณ์ | | | | | |
| 1.3 การให้ ข้อเสนอแนะและ การรู้จุดอ่อน จุดแข็งของ กลุ่ม | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถให้ ข้อเสนอแนะ และรู้ จุดอ่อนจุดแข็งของ กลุ่ม | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มร่วมกัน สามารถให้ ข้อเสนอแนะ และรู้ จุดอ่อนจุดแข็ง ของกลุ่ม | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มไม่สามารถ ให้ข้อเสนอแนะ และ ไม่รู้จุดอ่อนจุด แข็งของกลุ่ม | | | |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | | | | |
| 2.1 การ วางแผนและ ระบุแนวทางใน การแก้ปัญหา | นักเรียนในกลุ่มทุก คนร่วมกันวางแผน และกำหนดขั้นตอน การแก้ปัญหาได้ อย่างเป็นระบบ และสามารถระบุ แนวทางการ ดำเนินการ แก้ปัญหาที่ดีที่สุด ได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มร่วมกัน วางแผนและ กำหนดขั้นตอน การแก้ปัญหา แต่ ไม่สามารถระบุ แนวทางการ แก้ปัญหาได้ หรือ อย่างใดอย่างหนึ่ง ได้ | นักเรียนในกลุ่ม ไม่ร่วมกัน วางแผนและ กำหนดขั้นตอน การแก้ปัญหา และไม่สามารถ ระบุแนวทางการ ดำเนินการ แก้ปัญหาได้ | | | |
| 2.2 การระบุ และอธิบาย ภาระงานที่ | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถระบุ และอธิบายภาระ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มสามารถ ระบุและอธิบาย | นักเรียนไม่สามารถ ระบุและอธิบาย ภาระงานที่ต้อง | | | |

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|---|--|---|---|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| ต้องทำให้เสร็จ | งานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จได้ | ภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จได้ | ปฏิบัติได้ | | | |
| 2.3 การปฏิบัติตามแผน | นักเรียนทุกคนในกลุ่มสามารถปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มสามารถปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้ | นักเรียนไม่สามารปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้ | | | |
| 2.4 การติดตามผลของการกระทำและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา | นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีการสื่อสารกันตลอดการทำงาน ติดตามผลของงานและสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาเมื่อมีอุปสรรคได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มมีการสื่อสารกันตลอดการทำงาน ติดตามผลของงานและสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาเมื่อมีอุปสรรคได้ | นักเรียนไม่มีการสื่อสารกัน ไม่ติดตามผลของงาน และไม่สามารปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาเมื่อมีอุปสรรคได้ | | | |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | | | | |
| 3.1 การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา | นักเรียนทุกคนในกลุ่มสามารถระบุบทบาทหน้าที่ของตนเองกับเพื่อนในกลุ่มภายใต้ความสามารถที่แตกต่างกันได้อย่างเหมาะสม | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มสามารถระบุบทบาทหน้าที่ของตนเองกับเพื่อนในกลุ่มภายใต้ความสามารถที่แตกต่างกันได้ | นักเรียนไม่สามารถระบุบทบาทหน้าที่ของตนเองกับเพื่อนในกลุ่มได้ | | | |
| 3.2 การทำตามข้อตกลง | นักเรียนทุกคนปฏิบัติตาม | นักเรียนส่วนใหญ่ปฏิบัติตาม | นักเรียนไม่ปฏิบัติตาม | | | |

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|--|--|---|--|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| ตามบทบาท หน้าที่ | หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย และมี การกระตุ้นให้ สมาชิกในกลุ่ม ทำงานจนสำเร็จ ตามภาระงานที่ ได้รับมอบหมายได้ | หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย และมี การกระตุ้นให้ สมาชิกในกลุ่ม ทำงานจนสำเร็จ ตามภาระงานที่ ได้รับมอบหมาย | หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย | | | |
| 3.3 การ ติดตาม การให้ ข้อเสนอแนะ และการ ปรับเปลี่ยน ระเบียบและ บทบาทของ กลุ่ม | นักเรียนทุกคนมีการ สื่อสารถ่ายทอด ข้อมูลปัญหาและ อุปสรรคกันภายใน กลุ่ม หรือมีการ สื่อสารเพื่อเปลี่ยน หน้าที่ ให้ ข้อเสนอแนะกับ สมาชิกในกลุ่มเพื่อ ไม่ให้เกิดความ ขัดแย้ง | นักเรียนส่วนใหญ่ มีการสื่อสาร ถ่ายทอดข้อมูล ปัญหาและ อุปสรรคกัน ภายในกลุ่ม หรือมี การสื่อสารเพื่อ เปลี่ยนหน้าที่ ให้ ข้อเสนอแนะกับ สมาชิกในกลุ่ม เพื่อไม่ให้เกิด ความขัดแย้งใน บางครั้ง | นักเรียนไม่มีการ สื่อสารถ่ายทอด ข้อมูลปัญหาและ อุปสรรคกัน ภายในกลุ่ม | | | |

สถานการณ์ที่ 3 กับดักแมลง



สถานการณ์

“พบแมลงวันจำนวนมากในโรงอาหารของโรงเรียน ซึ่งเป็นภานำโรคต่างๆ”

คำถาม จากสถานการณ์ปัญหาคืออะไร และนักเรียนจะสร้างสิ่งประดิษฐ์อะไรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

**ตารางพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา
ของแบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|---|--|---|--|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| สถานการณ์ที่ 3 กับดักแมลง | | | | | | |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | | | | |
| 1.1 การ ค้นพบมุมมอง และ ความสามารถ ของสมาชิกใน กลุ่ม | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถค้นพบ มุมมองและ ความสามารถของ สมาชิกที่มีผลต่อ งานที่จะปฏิบัติได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มสามารถ ค้นพบมุมมองและ ความสามารถของ สมาชิกที่มีผลต่อ งานที่จะปฏิบัติได้ | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มไม่สามารถ ค้นพบมุมมอง และ ความสามารถ ของสมาชิกใน กลุ่มได้ | | | |
| 1.2 การระบุ ปัญหา | นักเรียนในกลุ่มทุก คนร่วมกันปรึกษา พูดคุยกันเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์ ปัญหาแล้วหา ข้อสรุปเพื่อให้ทุก คนเกิดความเข้าใจ ปัญหาไปในทิศทาง เดียวกัน มีความ กระตือรือร้นในการ แบ่งปันข้อมูล และ มุมมองที่มีต่อการ แก้ปัญหาของ ตนเองและเพื่อน | นักเรียนในกลุ่ม ส่วนใหญ่ร่วมกัน ปรึกษาและพูดคุย กันเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์ ปัญหา แต่ไม่ สามารถหาข้อสรุป เพื่อให้ทุกคนเกิด ความเข้าใจ ปัญหาไปใน ทิศทางเดียวกันได้ ต้องให้คำแนะนำ | นักเรียนในกลุ่ม ทุกคนไม่ร่วม ปรึกษา ไม่พูดคุย กันเกี่ยวกับ ปัญหา ไม่ร่วมกัน วิเคราะห์ปัญหา และมีความเข้าใจ คลาดเคลื่อนใน ระหว่างการ แบ่งปันความรู้ ความเข้าใจ ร่วมกัน หรือมีการ ให้ข้อมูลซ้ำซ้อน หรือไม่ถูกต้อง | | | |

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|---|--|--|--|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| | ร่วมกลุ่ม ระบุ ปัญหาได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม กับบริบทและ สถานการณ์ | | | | | |
| 1.3 การให้ ข้อเสนอแนะและ การรู้จุดอ่อน จุดแข็งของ กลุ่ม | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถให้ ข้อเสนอแนะ และรู้ จุดอ่อนจุดแข็งของ กลุ่ม | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มร่วมกัน สามารถให้ ข้อเสนอแนะ และรู้ จุดอ่อนจุดแข็ง ของกลุ่ม | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มไม่สามารถ ให้ข้อเสนอแนะ และ ไม่รู้จุดอ่อนจุด แข็งของกลุ่ม | | | |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | | | | |
| 2.1 การ วางแผนและ ระบุแนวทางใน การแก้ปัญหา | นักเรียนในกลุ่มทุก คนร่วมกันวางแผน และกำหนดขั้นตอน การแก้ปัญหาได้ อย่างเป็นระบบ และสามารถระบุ แนวทางการ ดำเนินการ แก้ปัญหาที่ดีที่สุด ได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มร่วมกัน วางแผนและ กำหนดขั้นตอน การแก้ปัญหา แต่ ไม่สามารถระบุ แนวทางการ แก้ปัญหาได้ หรือ อย่างใดอย่างหนึ่ง ได้ | นักเรียนในกลุ่ม ไม่ร่วมกัน วางแผนและ กำหนดขั้นตอน การแก้ปัญหา และไม่สามารถ ระบุแนวทางการ ดำเนินการ แก้ปัญหาได้ | | | |
| 2.2 การระบุ และอธิบาย ภาระงานที่ ต้องทำให้เสร็จ | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถระบุ และอธิบายภาระ งานที่ต้องปฏิบัติให้ เสร็จได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มสามารถ ระบุและอธิบาย ภาระงานที่ต้อง ปฏิบัติให้เสร็จได้ | นักเรียนไม่สามารถ ระบุและอธิบาย ภาระงานที่ต้อง ปฏิบัติได้ | | | |

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|---|--|--|--|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| 2.3 การ ปฏิบัติตาม แผน | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถ ปฏิบัติงานตามแผน ที่กำหนดไว้ได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มสามารถ ปฏิบัติงานตาม แผนที่กำหนดไว้ได้ | นักเรียนไม่ สามารถ ปฏิบัติงานตาม แผนที่กำหนดไว้ ได้ | | | |
| 2.4 การ ติดตามผลของ การกระทำและ ประเมิน ความสำเร็จใน การแก้ปัญหา | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มมีการสื่อสาร กันตลอดการ ทำงาน ติดตามผล ของงานและ สามารถปรับเปลี่ยน วิธีการแก้ปัญหา เมื่อมีอุปสรรคได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มมีการ สื่อสารกันตลอด การทำงาน ติดตามผลของ งานและสามารถ ปรับเปลี่ยนวิธีการ แก้ปัญหาเมื่อมี อุปสรรคได้ | นักเรียนไม่มีการ สื่อสารกัน ไม่ ติดตามผลของ งาน และไม่ สามารถ ปรับเปลี่ยน วิธีการแก้ปัญหา เมื่อมีอุปสรรคได้ | | | |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | | | | |
| 3.1 การ เข้าใจบทบาท หน้าที่ในการ แก้ปัญหา | นักเรียนทุกคนใน กลุ่มสามารถระบุ บทบาทหน้าที่ของ ตนเองกับเพื่อนใน กลุ่มภายใต้ ความสามารถที่ แตกต่างกันได้อย่าง เหมาะสม | นักเรียนส่วนใหญ่ ในกลุ่มสามารถ ระบุบทบาทหน้าที่ ของตนเองกับ เพื่อนในกลุ่ม ภายใต้ ความสามารถที่ แตกต่างกันได้ | นักเรียนไม่ สามารถระบุ บทบาทหน้าที่ ของตนเองกับ เพื่อนในกลุ่มได้ | | | |
| 3.2 การทำ ตามข้อตกลง ตามบทบาท หน้าที่ | นักเรียนทุกคน ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย และมี | นักเรียนส่วนใหญ่ ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย และมี | นักเรียนไม่ ปฏิบัติงานตาม หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย | | | |

| รายการ ประเมิน | เกณฑ์การประเมิน | | | ความคิดเห็น | | |
|--|--|---|--|-------------|---|----|
| | 3 คะแนน | 2 คะแนน | 1 คะแนน | +1 | 0 | -1 |
| | การกระตุ้นให้ สมาชิกในกลุ่ม ทำงานจนสำเร็จ ตามภาระงานที่ ได้รับมอบหมายได้ | การกระตุ้นให้ สมาชิกในกลุ่ม ทำงานจนสำเร็จ ตามภาระงานที่ ได้รับมอบหมาย | | | | |
| 3.3 การ ติดตาม การให้ ข้อเสนอแนะ และการ ปรับเปลี่ยน ระเบียบและ บทบาทของ กลุ่ม | นักเรียนทุกคนมีการ สื่อสารถ่ายทอด ข้อมูลปัญหาและ อุปสรรคกันภายใน กลุ่ม หรือมีการ สื่อสารเพื่อเปลี่ยน หน้าที่ ให้ ข้อเสนอแนะกับ สมาชิกในกลุ่มเพื่อ ไม่ให้เกิดความ ขัดแย้ง | นักเรียนส่วนใหญ่ มีการสื่อสาร ถ่ายทอดข้อมูล ปัญหาและ อุปสรรคกัน ภายในกลุ่ม หรือมี การสื่อสารเพื่อ เปลี่ยนหน้าที่ ให้ ข้อเสนอแนะกับ สมาชิกในกลุ่ม เพื่อไม่ให้เกิด ความขัดแย้งใน บางครั้ง | นักเรียนไม่มีการ สื่อสารถ่ายทอด ข้อมูลปัญหาและ อุปสรรคกัน ภายในกลุ่ม | | | |

แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

กิจกรรมที่.....เรื่อง.....กลุ่มที่.....
คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่แสดงออกถึงสมรรถนะการ
แก้ปัญหาแบบร่วมมือ

| รายการประเมิน | ระดับคะแนน | | | พฤติกรรม บ่งชี้ |
|--|------------|-------------|------------|--------------------|
| | สูง (3) | กลาง (2) | ต่ำ (1) | |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | | |
| 1.1 การค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม | | | | |
| 1.2 การระบุปัญหา | | | | |
| 1.3 การให้ข้อเสนอแนะและการรู้จุดอ่อนจุดแข็งของกลุ่ม | | | | |
| 1.4 การแสดงความคิดเห็นร่วมกันและรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น | | | | |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | | |
| 2.1 การวางแผนและระบุแนวทางในการแก้ปัญหา | | | | |
| 2.2 การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จ | | | | |
| 2.3 การปฏิบัติตามแผน | | | | |
| 2.4 การติดตามผลของการกระทำและประเมินความสำเร็จ ในการแก้ปัญหา | | | | |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | | |
| 3.1 การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา | | | | |
| 3.2 การทำตามข้อตกลงตามบทบาทหน้าที่ | | | | |
| 3.3 การติดตาม การให้ข้อเสนอแนะและการปรับเปลี่ยน ระเบียบและบทบาทของกลุ่ม | | | | |
| คะแนนรวม | | | | |
| ระดับคุณภาพ | | | | |

หมายเหตุ

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

| ด้าน | ระดับคะแนน | | |
|--|---|---|--|
| | สูง (3) | กลาง (2) | ต่ำ (1) |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | |
| 1.1 การค้นพบ มุมมองและ ความสามารถ ของสมาชิกใน กลุ่ม | นักเรียนทุกคนในกลุ่ม สามารถค้นพบมุมมอง และความสามารถของ สมาชิกที่มีผลต่องานที่ จะปฏิบัติได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่ม สามารถค้นพบมุมมอง และความสามารถของ สมาชิกที่มีผลต่องานที่ จะปฏิบัติได้ | นักเรียนทุกคนในกลุ่มไม่ สามารถค้นพบมุมมอง และความสามารถของ สมาชิกในกลุ่มได้ |
| 1.2 การระบุ ปัญหา (การวิเคราะห์ ประเด็นปัญหา ร่วมกัน และ ระบุปัญหา) | นักเรียนในกลุ่มทุกคน ร่วมกันปรึกษาพูดคุยกัน เกี่ยวกับประเด็นปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา แล้วหาข้อสรุปเพื่อให้ทุก คนเกิดความเข้าใจ ปัญหาไปในทิศทาง เดียวกัน มีความ กระตือรือร้นในการ แบ่งปันข้อมูล และ มุมมองที่มีต่อการ แก้ปัญหาของตนเอง และเพื่อนร่วมกลุ่ม ระบุ ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมกับบริบทและ สถานการณ์ | นักเรียนในกลุ่มส่วนใหญ่ ร่วมกันปรึกษาและ พูดคุยกันเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหา ร่วมกัน วิเคราะห์ปัญหา แต่ไม่ สามารถหาข้อสรุป เพื่อให้ทุกคนเกิดความ เข้าใจปัญหาไปใน ทิศทางเดียวกันได้ ต้อง ให้คำแนะนำ | นักเรียนในกลุ่มทุกคนไม่ ร่วมปรึกษา ไม่พูดคุยกัน เกี่ยวกับปัญหา ไม่ ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา และมีความเข้าใจ คลาดเคลื่อนในระหว่าง การแบ่งปันความรู้ความ เข้าใจร่วมกัน หรือมีการ ให้ข้อมูลซ้ำซ้อนหรือไม่ ถูกต้อง |
| 1.3 การให้ ข้อเสนอแนะและ การรู้จุดอ่อน จุดแข็งของ | นักเรียนทุกคนในกลุ่ม สามารถให้ข้อเสนอแนะ และรู้จุดอ่อนจุดแข็งของ กลุ่ม | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่ม ร่วมกัน สามารถให้ ข้อเสนอแนะ และรู้จุดอ่อน จุดแข็งของกลุ่ม | นักเรียนทุกคนในกลุ่มไม่ สามารถให้ข้อเสนอแนะ และไม่รู้จุดอ่อนจุดแข็ง ของกลุ่ม |

| ด้าน | ระดับคะแนน | | |
|---|---|---|---|
| | สูง (3) | กลาง (2) | ต่ำ (1) |
| กลุ่ม | | | |
| 1.4 การติดตามและปรับแก้ความเข้าใจที่มีร่วมกัน (การแสดงความคิดเห็นร่วมกันและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น) | นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน สื่อสารข้อผิดพลาดและนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มมีการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน สื่อสารข้อผิดพลาดแต่ไม่นำมาปรับปรุงแก้ไข | นักเรียนไม่มีการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน หรือมีการเสนอเล็กน้อย หรือให้ข้อมูลที่ผิดพลาด |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการ แก้ปัญหา | | | |
| 2.1 การค้นพบรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมาย (การวางแผนและระบุแนวทางการแก้ปัญหา) | นักเรียนในกลุ่มทุกคนร่วมกันวางแผนและกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และสามารถระบุแนวทางการดำเนินการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มร่วมกันวางแผนและกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา แต่ไม่สามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหาได้ หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง | นักเรียนในกลุ่มไม่ร่วมกันวางแผนและกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา และไม่สามารถระบุแนวทางการดำเนินการแก้ปัญหาได้ |
| 2.2 การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จ | นักเรียนทุกคนในกลุ่มสามารถระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มสามารถระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จได้ | นักเรียนไม่สามารถระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติได้ |

| ด้าน | ระดับคะแนน | | |
|---|--|--|---|
| | สูง (3) | กลาง (2) | ต่ำ (1) |
| 2.3 การปฏิบัติ ตามแผน | นักเรียนทุกคนในกลุ่ม สามารถปฏิบัติงานตาม แผนที่กำหนดไว้ได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่ม สามารถปฏิบัติงานตาม แผนที่กำหนดไว้ได้ | นักเรียนไม่สามารถ ปฏิบัติงานตามแผนที่ กำหนดไว้ได้ |
| 2.4 การ ติดตามผลของ การกระทำและ ประเมิน ความสำเร็จใน การแก้ปัญหา | นักเรียนทุกคนในกลุ่มมี การสื่อสารกันตลอดการ ทำงาน ติดตามผลของ งานและสามารถ ปรับเปลี่ยนวิธีการ แก้ปัญหาเมื่อมีอุปสรรค ได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่ม มีการสื่อสารกันตลอด การทำงาน ติดตามผล ของงานและสามารถ ปรับเปลี่ยนวิธีการ แก้ปัญหาเมื่อมีอุปสรรค ได้ | นักเรียนไม่มีการสื่อสาร กัน ไม่ติดตามผลของงาน และไม่สามารถ ปรับเปลี่ยนวิธีการ แก้ปัญหาเมื่อมีอุปสรรค ได้ |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | |
| 3.1 การเข้าใจ บทบาท หน้าที่ ในการ แก้ปัญหา | นักเรียนทุกคนในกลุ่ม สามารถระบุบทบาท หน้าที่ของตนเองกับ เพื่อนในกลุ่มภายใต้ ความสามารถที่แตกต่าง กันได้เหมาะสม | นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่ม สามารถระบุบทบาท หน้าที่ของตนเองกับ เพื่อนในกลุ่มภายใต้ ความสามารถที่แตกต่าง กันได้ | นักเรียนไม่สามารถระบุ บทบาทหน้าที่ของตนเอง กับเพื่อนในกลุ่มได้ |
| 3.2 การทำ ตามข้อตกลง ตามบทบาท หน้าที่ | นักเรียนทุกคน ปฏิบัติงานตามหน้าที่ ที่ ได้รับมอบหมาย และมี การกระตุ้นให้สมาชิกใน กลุ่ม ทำงานจนสำเร็จ ตามภาระ งานที่ได้รับ มอบหมายได้ | นักเรียนส่วนใหญ่ ปฏิบัติงานตามหน้าที่ ที่ ได้รับมอบหมาย และมี การกระตุ้นให้สมาชิกใน กลุ่ม ทำงานจนสำเร็จ ตามภาระ งานที่ได้รับ มอบหมาย | นักเรียนไม่ปฏิบัติงาน ตามหน้าที่ ที่ได้รับ มอบหมาย |
| 3.3 การ ติดตาม การให้ ข้อเสนอแนะ | นักเรียนทุกคนมีการ สื่อสารถ่ายทอดข้อมูล ปัญหาและอุปสรรคกัน | นักเรียนส่วนใหญ่มีการ สื่อสารถ่ายทอดข้อมูล ปัญหาและอุปสรรคกัน | นักเรียนไม่มีการสื่อสาร ถ่ายทอดข้อมูลปัญหา และอุปสรรคกันภายใน |

| ด้าน | ระดับคะแนน | | |
|--|---|---|---------|
| | สูง (3) | กลาง (2) | ต่ำ (1) |
| และการ ปรับเปลี่ยน ระเบียบและ บทบาทของ กลุ่ม | ภายในกลุ่ม หรือมีการ สื่อสารเพื่อเปลี่ยนหน้าที่ ให้ข้อเสนอแนะกับ สมาชิกในกลุ่มเพื่อไม่ให้ เกิดความขัดแย้ง | ภายในกลุ่ม หรือมีการ สื่อสารเพื่อเปลี่ยนหน้าที่ ให้ข้อเสนอแนะกับ สมาชิกในกลุ่มเพื่อไม่ให้ เกิดความขัดแย้งใน บางครั้ง | กลุ่ม |

การแปลผลคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ปรับจาก PISA 2015

| คะแนนรวม | ระดับคุณภาพ |
|---------------|-------------|
| 23 - 33 คะแนน | สูง |
| 12 - 22 คะแนน | กลาง |
| 1 - 11 คะแนน | ต่ำ |

ภาคผนวก จ ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการ
แก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3

คู่มือ
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
เรื่อง ระบบนิเวศ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



อารีรัตน์ ศรีโชติ
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยนเรศวร

คำนำ

เอกสารฉบับนี้เป็นคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่องระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จัดทำขึ้นเพื่อให้รายละเอียดแก่ผู้ที่จะนำกิจกรรมเรียนรู้ไปใช้ ได้ศึกษาและทำความเข้าใจก่อนที่จะนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน เนื้อหาจะกล่าวถึงสิ่งที่ครูผู้สอนต้องศึกษา วิธีการปฏิบัติและการจัดเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในรายละเอียดต่าง ๆ และช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่จะนำกิจกรรมนี้ไปใช้

ดังนั้น เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้ ครูผู้สอนควรศึกษา ทำความเข้าใจในรายละเอียดต่าง ๆ และปฏิบัติตามคำแนะนำที่ได้เสนอไว้ในคู่มือนี้

อารีรัตน์ ศรีชาติ

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คำชี้แจงการใช้คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่องระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ครูใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม ที่มุ่งแก้ไขปัญหที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม เป็นการต่อยอดหลักสูตรที่บูรณาการการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศนี้ จะเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นแกน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) โดยให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจ หรือปัญหาของนักเรียน โดยครูกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้างๆ แล้วให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญห

โดยแบ่งเนื้อหาเรื่องระบบนิเวศ ออกเป็น 3 เรื่อง จัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 3 กิจกรรม
ดังนี้

| เรื่องที่ | ชื่อเรื่อง | ชื่อกิจกรรม | จำนวน ชั่วโมง |
|-----------|-----------------------------|---|------------------|
| 1 | องค์ประกอบของระบบนิเวศ | กิจกรรมที่ 1 ตามล่าหาเอเลี่ยน | 4 |
| 2 | วัฏจักรน้ำและวัฏจักรคาร์บอน | กิจกรรมที่ 2 เครื่องกลั่นน้ำพลังงาน แสงอาทิตย์ | 4 |
| 3 | ประชากร | กิจกรรมที่ 3 กัดักแมลง | 4 |
| รวม | | | 12 |

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้ ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา เป็นส่วนของขั้นนำของการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียน เพื่อที่ผู้เรียนจะได้ทำการวิเคราะห์เพื่อกำหนดปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อหาวิธีการที่หลากหลายสำหรับใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการวางลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ จากนั้นจึงลงมือสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

โดยกิจกรรมมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 เป็นหนึ่งในสมรรถนะที่สำคัญและจำเป็นในการศึกษา การทำงาน ทั้งปัจจุบันและอนาคต เพราะการทำงานหรือภารกิจใดๆ จะประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพ ล้วนต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของสมาชิกที่ดีในทีม โดยมีลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

| ขั้นการ จัดการ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ |
|-------------------------------|---|--|
| ขั้นที่ 1 การ ระบุปัญหา | <p>- นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน สมาชิกกลุ่ม ร่วมกันทำความเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งสามารถใช้ทักษะการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W1H ซึ่งประกอบด้วย</p> <p>Who เป็นการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับบุคคลปัญหาหรือความต้องการ</p> <p>What เป็นการตั้งคำถามว่าอะไรคือปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น ๆ</p> <p>When เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด</p> <p>Where เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นที่ไหน</p> <p>Why เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุว่าทำไมถึงเกิดปัญหาหรือความต้องการ</p> <p>How เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหานั้นว่าจะสามารถทำได้ด้วยวิธีการอย่างไร</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ในการค้นหาและทำความเข้าใจปัญหา จากนั้นร่วมกันระบุปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหา</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันสอบถามทำความเข้าใจเพื่อค้นพบมุมมองและความสามารถของแต่ละคนในกลุ่ม ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับงานจากนั้นร่วมกันแบ่งหน้าที่การทำงานของแต่ละคน ให้เหมาะสมกับงานและปัญหา</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <p>- การค้นพบมุมมอง และ ความสามารถของสมาชิกใน กลุ่ม</p> <p>- การสร้างความเข้าใจปัญหา ร่วมกัน (การระบุปัญหา ร่วมกัน)</p> <p>การสร้างและรักษาระเบียบ ของกลุ่ม</p> <p>- การเข้าใจบทบาทหน้าที่ใน การแก้ปัญหา</p> <p>- การอธิบายบทบาทและการ จัดระเบียบของกลุ่ม</p> |

| ชั้นการ จัดการ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ |
|---|--|--|
| <p>ขั้นที่ 2 การ รวบรวม ข้อมูลและ แนวคิดที่ เกี่ยวข้อง กับปัญหา</p> | <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหาตามบทบาทหน้าที่ที่ได้ตกลงไว้ ร่วมกัน แบ่งปันความรู้ความเข้าใจของตนเองกับสมาชิกใน กลุ่ม เพื่อหาวิธีการที่หลากหลายสำหรับใช้ในการ แก้ปัญหา</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดี ที่สุด จากนั้นร่วมกันคิดสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้แก้ปัญหา</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันกำหนดเป้าหมายและวางแผน ในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ การนำความรู้ ทางด้านคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ และใช้ เทคโนโลยีค้นคว้าข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <p>- การค้นพบมุมมองและ ความสามารถของสมาชิกใน กลุ่ม</p> <p>- การสร้างความเข้าใจปัญหา ร่วมกัน มีการแบ่งปันความรู้ ความเข้าใจของตนเองกับ สมาชิกในกลุ่ม</p> <p>การเลือกวิธีการดำเนินการ ที่เหมาะสมในการ แก้ปัญหา</p> <p>- การค้นพบรูปแบบของการมี ปฏิสัมพันธ์ร่วมกันเพื่อ แก้ปัญหาดตามเป้าหมาย มีการ กำหนดเป้าหมายและวางแผน ในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ร่วมกัน</p> <p>การสร้างและรักษาระเบียบ ของกลุ่ม</p> <p>- การเข้าใจบทบาทหน้าที่ใน การแก้ปัญหา</p> <p>- การอธิบายบทบาทและการ จัดระเบียบของกลุ่ม</p> <p>- การทำตามข้อตกลง ตาม บทบาทหน้าที่</p> |

| ขั้นการ จัดการ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ |
|--|--|--|
| ขั้นที่ 3 การ ออกแบบ วิธีการ แก้ปัญหา | <p>- สมาชิกกลุ่มแบ่งหน้าที่กันตามความสามารถของแต่ละคนอย่างเหมาะสม ประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล ร่วมกันสื่อสาร อธิบาย เพื่อออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่จะใช้แก้ปัญหาผ่านการร่างภาพและการอธิบายลงบนกระดาษ</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ การประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ และใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และร่างภาพลงบนกระดาษ</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <p>- การสื่อสารกับสมาชิกในกลุ่ม เกี่ยวกับการกระทำการ แก้ปัญหา</p> <p>การเลือกวิธีการดำเนินการ ที่เหมาะสมในการ แก้ปัญหา</p> <p>- การค้นพบรูปแบบของการมี ปฏิสัมพันธ์ร่วมกันเพื่อ แก้ปัญหามาตามเป้าหมาย มี การระบุแนวทางการ แก้ปัญหาที่เหมาะสม</p> <p>- การระบุและอธิบายภาระ งานที่ต้องทำให้เสร็จ</p> <p>การสร้างและรักษาระเบียบ ของกลุ่ม</p> <p>- การเข้าใจบทบาทหน้าที่ใน การแก้ปัญหา</p> <p>- การอธิบายบทบาทและการ จัดระเบียบของกลุ่ม</p> <p>- การทำตามข้อตกลงตาม บทบาทหน้าที่</p> |

| ขั้นการ จัดการ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ |
|--|---|--|
| <p>ขั้นที่ 4 การ วางแผน และ ดำเนินการ แก้ปัญหา</p> | <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันสื่อสาร อธิบาย อภิปรายเพื่อ วางลำดับขั้นตอนการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ร่วมกันแบ่ง หน้าที่ว่าใครจะทำอะไร ในขั้นตอนใด เพื่อให้ สามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้สำเร็จ</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันสร้างสิ่งประดิษฐ์ตาม ขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ สมาชิกแต่ละคนทำตาม หน้าที่ตามแผนที่ได้วางไว้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ การประยุกต์ใช้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ในการวัด และประมาณค่า ใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ใน การสร้างสิ่งประดิษฐ์ และใช้เทคโนโลยีในการ ค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <p>- การสื่อสารกับสมาชิก ใน กลุ่มเกี่ยวกับการกระทำการ แก้ปัญหา</p> <p>การเลือกวิธีการดำเนินการ ที่เหมาะสมในการ แก้ปัญหา</p> <p>- การระบุอธิบายภาระงานที่ ต้องทำให้สำเร็จ</p> <p>- การปฏิบัติตามแผน มีการ ดำเนินการแก้ปัญหตามแผน ที่วางไว้อย่างเหมาะสมการ สร้างและรักษาระเบียบของ กลุ่ม</p> <p>- การเข้าใจบทบาทหน้าที่ใน การแก้ปัญหา</p> <p>- การอธิบายบทบาทและการ จัดระเบียบของกลุ่ม</p> <p>- การทำตามข้อตกลงตาม บทบาทหน้าที่ มีการแจ้งเตือน สมาชิกในกลุ่มให้ปฏิบัติหน้าที่ ตามที่ได้รับมอบหมาย</p> |

| ขั้นการ จัดการ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ |
|--|--|--|
| <p>ขั้นที่ 5 การ ทดสอบ ประเมินผล และ ปรับปรุง แก้ไข วิธีการ แก้ปัญหา หรือชิ้นงาน</p> | <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันตรวจสอบ ประเมินผลงาน สิ่งประดิษฐ์ ว่าสามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้ หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร และควรปรับปรุงแก้ไข อย่างไร</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันอภิปราย ติดตามและปรับแก้ ความเข้าใจที่มีร่วมกัน ในกรณีที่มีการเข้าใจ คลาดเคลื่อนของสมาชิกในกลุ่ม มีการตรวจสอบ ความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดจาก การสื่อสารหรือทำความเข้าใจร่วมกัน ร่วมกัน วางแผนหรือปรับเปลี่ยนโครงสร้างหน้าที่เมื่อเกิด ปัญหาในการทำงาน</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันวางแผนการปรับปรุงแก้ไข ชิ้นงานโดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ การประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้าน คณิตศาสตร์ ใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ ออกแบบวิธีการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน และใช้ เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันแก้ไขชิ้นงานตามวิธีการที่ ออกแบบไว้</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <p>- การติดตามและปรับแก้ ความเข้าใจที่มีร่วมกัน มีการ ตรวจสอบความผิดพลาดหรือ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจาก การสื่อสารหรือทำความเข้าใจ ร่วมกัน</p> <p>การเลือกวิธีการดำเนินการ ที่เหมาะสมในการ แก้ปัญหา- การติดตามผล ของการกระทำและประเมิน ความสำเร็จในการแก้ปัญหามี การระบุแนวทางปรับปรุงแก้ไข อย่างเหมาะสม</p> <p>การสร้างและรักษาระเบียบ ของกลุ่ม</p> <p>- การติดตามการให้ ข้อเสนอแนะและการ ปรับเปลี่ยนระเบียบและ บทบาทของกลุ่ม มีการ รายงานปัญหาที่เกิดจากการ ดำเนินงานภายในกลุ่ม มีการ ร่วมกันวางแผนหรือ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างหน้าที่ เมื่อเกิดปัญหาในการทำงาน มีการช่วยเหลือและยอมรับ</p> |

| ขั้นการ จัดการ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ |
|---|---|--|
| | | การช่วยเหลือจากสมาชิกในกลุ่ม |
| <p>ขั้นที่ 6 การ นำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหา ผลการ แก้ปัญหา หรือชิ้นงาน</p> | <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันคิดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานสร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาย่างเหมาะสม โดยมีการแบ่งหน้าที่ในการนำเสนอตามความถนัด ความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการออกแบบงานนำเสนอ ให้เหมาะสมกับชิ้นงาน</p> <p>- สมาชิกกลุ่มร่วมกันนำเสนอผลงานสิ่งประดิษฐ์ตามรูปแบบที่ได้ออกแบบและแบ่งหน้าที่รับผิดชอบกันไว้</p> | <p>การสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจที่มีร่วมกัน</p> <p>- การค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม</p> <p>- รู้จักตนเองในด้านความเชี่ยวชาญในการทำงาน</p> <p>การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา</p> <p>- มีการเลือกวิธีการหรือรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม</p> <p>- การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จ</p> <p>- การปฏิบัติตามแผนที่ได้กำหนดไว้</p> <p>การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม</p> <p>- การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา</p> <p>- การอธิบายบทบาทและการทำตามข้อตกลงตามบทบาทหน้าที่</p> <p>- การติดตาม การให้</p> |

| ชั้นการ จัดการ เรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | การส่งเสริม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ |
|-------------------------------|--------------------|--|
| | | ข้อเสนอแนะและการ ปรับเปลี่ยนระเบียบและ บทบาทของกลุ่ม มีการแสดง ความคิดเห็นถึงความสำเร็จ ของการแก้ปัญหาของกลุ่ม |

บทบาทและหน้าที่ของครูผู้สอน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครูผู้สอนควรเข้าใจบทบาทหน้าที่ในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. บทบาทครูผู้สอน

1.1 ครูผู้สอนควรศึกษาคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างละเอียด เพื่อที่จะเตรียมพร้อมด้านต่างๆ เช่น เนื้อหา สื่อการสอน แหล่งเรียนรู้ เป็นต้น และเพื่อที่จะสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างดี

1.2 ครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครบตามที่ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องและบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ตามล่าหาเอเลี่ยน

กิจกรรมที่ 2 น้ำสะอาดงายชนิดเดียว

กิจกรรมที่ 3 ดับดักแมลง

1.3 ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม และร่วมกันทำงานเป็นทีม คอยสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน แนะนำเมื่อนักเรียน เกิดปัญหา ระหว่างการทำกิจกรรม

1.4 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานี้ จัดการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

โดยในแต่ละขั้นตอนควรมีบทบาทสำคัญ ดังนี้

| ขั้นการจัดการเรียนรู้ | บทบาทครู |
|------------------------|---|
| ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา | <ul style="list-style-type: none"> - จัดเตรียมสถานการณ์ปัญหา สภาพแวดล้อม วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการจัดกิจกรรม - แบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม โดยใช้วิธีการสุ่ม ให้สมาชิกแต่ละกลุ่มมีทั้งผู้หญิงและผู้ชาย ในจำนวนเท่า ๆ กัน โดยพยายามเน้นให้นักเรียนที่ไม่เคยอยู่กลุ่มเดียวกันมาอยู่ร่วมกัน และในกลุ่มต้องมีสมาชิกที่มีสมาร์ทโฟนที่สามารถรับสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้ - สร้างสถานการณ์ปัญหา หรือนำผู้เรียนเข้าไปในสถานการณ์ปัญหานั้น - กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มมีการทำงานร่วมกัน เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตน มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่มอย่างเหมาะสม - กระตุ้นให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา ตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ จากนั้นชี้แนวทางให้ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันค้นหาปัญหาและระบุปัญหา โดยพิจารณาปัญหาใหญ่และปัญหาย่อย - ชี้แนะแนวทางเพื่อให้ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันคิดหาวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์เพื่อนำมาแก้ปัญหานั้น |

| ขั้นการจัดการเรียนรู้ | บทบาทครู |
|--|--|
| <p>ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา</p> | <ul style="list-style-type: none"> - ชี้นำแนวทางให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ตลอดจนวิธีการแก้ปัญหาทั้งหมดที่เป็นไปได้ - กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มมีการทำงานร่วมกัน มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่มอย่างเหมาะสม และสมาชิกแต่ละคนทำตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม - กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มมีการแบ่งปันความรู้ที่มีร่วมกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา - แนะนำให้ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันเลือกวิธีการหรือแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาให้ได้ |
| <p>ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> | <ul style="list-style-type: none"> - ชี้นำแนวทางให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบสิ่งประดิษฐ์ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์ โดยให้ผู้เรียนร่วมกันระบุนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์นั้น - กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มมีการทำงานร่วมกัน มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่มอย่างเหมาะสม และสมาชิกแต่ละคนทำตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม - กำหนดให้ผู้เรียนในกลุ่มระบุและอธิบายภาระงานที่แต่ละคนได้รับ และต้องทำให้เสร็จ - จัดเตรียมอุปกรณ์การวาดภาพ ให้ผู้เรียนร่วมกันร่างภาพสิ่งประดิษฐ์เพื่ออธิบายแนวทางหรือวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์ |
| <p>ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา</p> | <ul style="list-style-type: none"> - สังเกต ให้คำปรึกษาขณะที่ผู้เรียนร่วมกันวางแผนการทำงาน แบ่งหน้าที่การทำงาน รวมถึงการวางลำดับขั้นตอนการสร้างสิ่งประดิษฐ์ - กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มมีการสื่อสารกัน ทำงานร่วมกัน มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่มอย่างเหมาะสม และสมาชิกแต่ละคนทำตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม - สังเกต ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือผู้เรียนในการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เพื่อใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ - ชี้นำแนวทางเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้สำเร็จตาม |

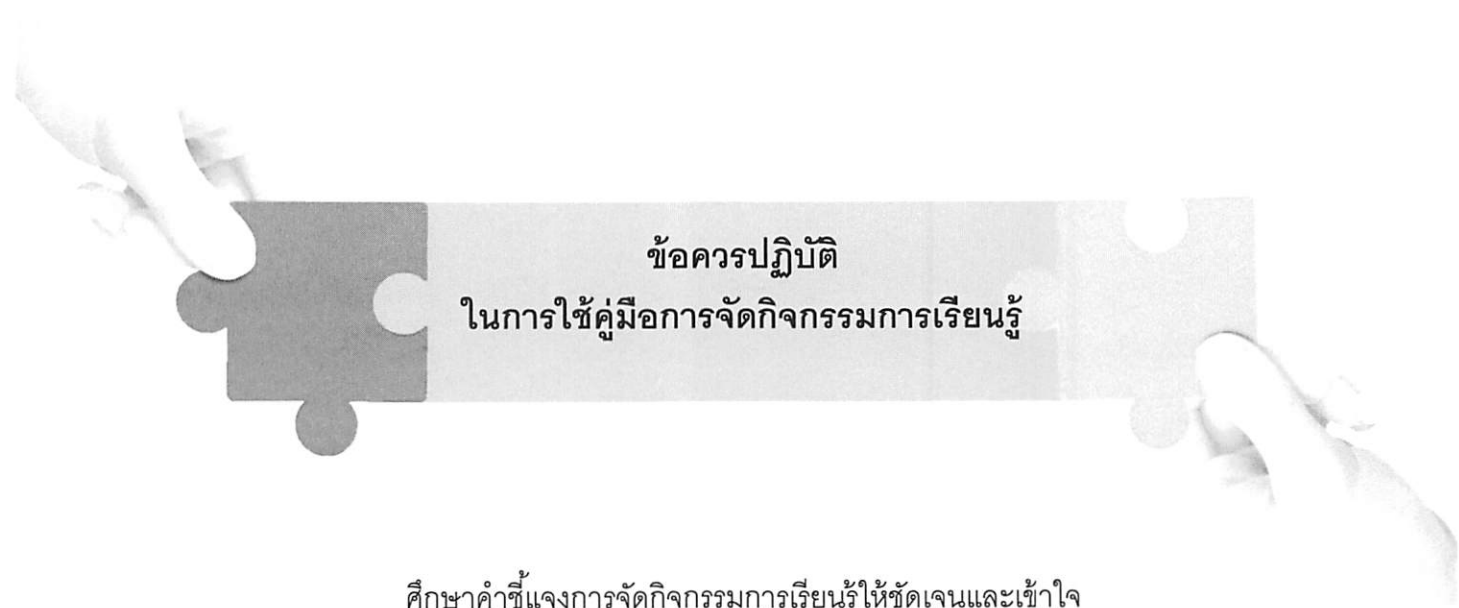
| ขั้นการจัดการเรียนรู้ | บทบาทครู |
|--|--|
| | แผนที่ได้วางไว้ |
| <p>ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน</p> | <ul style="list-style-type: none"> - คอยดูแล แนะนำระหว่างที่ให้ผู้เรียนทดสอบและประเมินการใช้งานของสิ่งประดิษฐ์ ว่าสามารถแก้ปัญหาก็จริงหรือไม่ และสามารถใช้งานได้ยาวนานเท่าใด - กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มตรวจสอบความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสื่อสารหรือทำความเข้าใจร่วมกัน - สังเกต แนะนำให้สมาชิกกลุ่มมีการปรับเปลี่ยนหน้าที่ หรือแก้ไขสิ่งประดิษฐ์ ในกรณีเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนให้ร่วมกันระบุและหาแนวทางการแก้ไขอย่างเหมาะสม - แนะนำให้ผู้เรียนร่วมกันคิดว่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานหรือปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์อย่างไร เพื่อให้สามารถแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสมและดียิ่งขึ้น |
| <p>ขั้นที่ 6 การนำเสนอ วิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน</p> | <ul style="list-style-type: none"> - แนะนำให้ผู้เรียนร่วมกันออกแบบวิธีการนำเสนอสิ่งประดิษฐ์โดยใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม เข้าใจง่าย และน่าสนใจ - กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มมีการสื่อสารกัน ทำงานร่วมกัน มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่มอย่างเหมาะสม และสมาชิกแต่ละคนทำตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม - สังเกต แนะนำ ชื่นชม วิธีการนำเสนอสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่มอย่างสร้างสรรค์และให้กำลังใจ |

การเตรียมความพร้อมของครูผู้สอน

เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและเข้าใจ ครูผู้สอนควรมีการเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบนิเวศ ส่วนใหญ่จะเน้นให้ผู้เรียนได้ลงพื้นที่สำรวจระบบนิเวศและเน้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมกลุ่ม ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมโดยศึกษาเนื้อหาในเรื่องที่จะจัดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมให้เกิดความเข้าใจและสำรวจพื้นที่ก่อนล่วงหน้าที่จะทำการสอน
2. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรพิจารณาความพร้อมในด้านต่างๆ ของผู้เรียน เช่น ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน บรรยากาศของห้องเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้สอนกับผู้เรียน อารมณ์ของผู้เรียน เป็นต้น ครูควรปรับบรรยากาศการเรียนรู้ของห้องเรียนให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้เสียก่อนโดยอาจใช้วิธีการพูดคุยให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี ครูผู้สอนสามารถปรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามความเหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ ตรงตามความถนัด และความสนใจของผู้เรียน
3. เนื้อหาสาระที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนสามารถปรับเนื้อหาให้มี ความยากง่ายเหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน และโรงเรียน โดยให้สอดคล้องครอบคลุมตามสาระ การเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
4. สื่อและแหล่งเรียนรู้ สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถปรับให้เหมาะสมกับ โรงเรียนได้ เช่น อาจใช้แอปพลิเคชันหรือซอฟต์แวร์ที่ใกล้เคียงกัน เป็นต้น แหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้อาจใช้สิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียน หรืออาจจะปรับเปลี่ยนเป็นสิ่งแวดล้อมใน หมู่บ้าน ชุมชน หรือจังหวัดที่นักเรียนอาศัยอยู่

5. การวัดและการประเมินผล ผู้สอนควรจัดเตรียมเครื่องมือสำหรับการวัดและประเมิน คือ แบบประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ทั้งนี้ครูผู้สอนควรศึกษาให้เข้าใจถึงวิธีการ และเกณฑ์ การให้คะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของผู้เรียนในแต่ละด้าน



ข้อควรปฏิบัติ
ในการใช้คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ศึกษาคำชี้แจงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ชัดเจนและเข้าใจ



ศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้



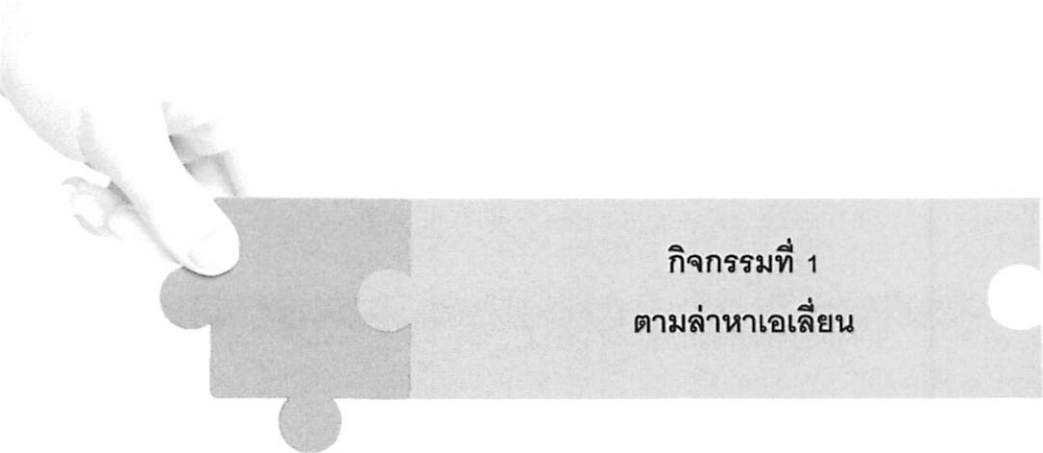
ศึกษาบทบาทและหน้าที่ของครูผู้สอน



ศึกษาสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้
และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจ



เตรียมความพร้อมตามคำแนะนำของคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



กิจกรรมที่ 1
ตามล่าหาเอเลี่ยน



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 6 (ว23102)
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ด้านพุทธิพิสัย

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและบอกองค์ประกอบของระบบนิเวศได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโซ่อาหารและสายใยอาหารได้

ด้านทักษะพิสัย

1. นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีในการสำรวจระบบนิเวศได้
2. นักเรียนสามารถใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้
3. นักเรียนสามารถคำนวณ วัดขนาด เพื่อเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้สร้างสิ่งประดิษฐ์ได้
4. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้

ด้านจิตพิสัย

นักเรียนเห็นคุณค่าของระบบนิเวศ

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (60 นาที)

1. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน (โดยภายในกลุ่มจะต้องมีนักเรียนที่มีสมาร์ตโฟนอย่างน้อย 1 เครื่อง และต้องรับสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้) สมาชิกกลุ่มแบ่งหน้าที่กันตามความสามารถและความถนัดของแต่ละคน ดังนี้

- 1) ประธาน
- 2) รองประธาน
- 3) เลขานุการ
- 4) ผู้ดูแลอุปกรณ์
- 5) ผู้นำเสนอ

2. สมาชิกกลุ่มออกไปเรียนรู้นอกห้องเรียน พร้อมกับร่วมกันอภิปรายว่าหากต้องการจัดสิ่งที่อยู่รอบตัวของนักเรียนออกเป็นประเภทต่าง ๆ จะจัดได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

3. สมาชิกกลุ่มร่วมกันศึกษาระบบนิเวศของโรงเรียน โดยสมาชิกแบ่งหน้าที่กัน เพื่อร่วมมือกันศึกษาระบบนิเวศของโรงเรียน จากนั้นช่วยกันวาดแผนผังโรงเรียน ลงในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 1 มาสำรวจระบบนิเวศในโรงเรียนกันเถอะ โดยระบุตำแหน่งของตึกเรียน ห้องเรียน ต้นไม้ บ่อน้ำ แปลงเกษตร เทียบกับทิศทางโดยใช้แอปพลิเคชันบอกทิศทางในสมาร์ตโฟน

4. สมาชิกกลุ่มโหลดแอปพลิเคชัน mapmeasure ศึกษาการทำงานอย่างง่ายของแอปพลิเคชัน เพื่อใช้แอปพลิเคชันคำนวณหาพื้นที่ของโรงเรียน

5. สมาชิกกลุ่มแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้แผนผังโรงเรียนที่กลุ่มตนเองสร้างขึ้นกับกลุ่มอื่น ๆ

6. สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันอภิปรายถึงความหมายของระบบนิเวศ และองค์ประกอบของระบบนิเวศ จากนั้นให้สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันเขียนสรุปความหมาย และองค์ประกอบของระบบนิเวศ เป็นแผนผังความคิด ลงในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 2 องค์ประกอบของระบบนิเวศ โดยสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากใบความรู้ เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ

7. สมาชิกกลุ่มร่วมกันศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต โดยให้สมาชิกกลุ่มศึกษาและอภิปรายร่วมกันว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กันอย่างไร จากนั้นร่วมกันอภิปรายถึงการกินอาหารของสิ่งมีชีวิต จากนั้นสมาชิกกลุ่มร่วมกันตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 4 โซ่อาหารและสายใยอาหาร โดยนักเรียนสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากใบความรู้ เรื่อง โซ่อาหารและสายใยอาหาร

8. อภิปรายถึงชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เข้ามาถูกรานและอาจทำให้สิ่งมีชีวิตในท้องถิ่นสูญพันธุ์ไป เนื่องจากเข้ามาแย่งอาหาร และขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดความไม่สมดุลของโซ่อาหารในระบบนิเวศ

9. สมาชิกกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 5 สถานการณ์ปัญหา

10. สมาชิกกลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งสามารถใช้ทักษะการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W1H ซึ่งประกอบด้วย

Who เป็นการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับบุคคลปัญหา หรือความต้องการ

What เป็นการตั้งคำถามว่าอะไรคือปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น ๆ

When เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด

Where เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นที่ไหน

Why เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุว่าทำไมถึงเกิดปัญหาหรือความต้องการ

How เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้นว่าจะสามารถทำได้ด้วยวิธีการอย่างไร

11. สมาชิกกลุ่มร่วมกันระบุปัญหา คือ “การระบาดของหอยเชอร์รี่ในนาข้าว” จากนั้นบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 5 สถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (20 นาที)

1. สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันค้นหาวิธีการกำจัดหอยเชอร์รี่ในนาข้าวว่ามีกี่วิธี โดยสมาชิกช่วยกันสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

2. สมาชิกกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็น และร่วมกันตัดสินใจเลือกวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อกำจัดหอยเชอร์รี่ที่ราคาประหยัด ท่อง่าย ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

3. สมาชิกกลุ่มช่วยกันบันทึกผลการลงข้อสรุปของกลุ่มตนเองลงในใบกิจกรรมที่ 1.2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (40 นาที)

1. สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันออกแบบ วาดภาพสิ่งประดิษฐ์เพื่อดักจับหอยเชอร์รี่ลงในใบกิจกรรมที่ 1.3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (60 นาที)

1. สมาชิกกลุ่มร่วมกันสื่อสารภายในกลุ่มเพื่อวางแผนและเขียนขั้นตอนการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อดักจับหอยเชอรี่ โดยบันทึกการวางแผนลงในใบกิจกรรมที่ 1.4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

2. สมาชิกกลุ่มลงมือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อดักจับหอยเชอรี่ ตามที่ได้วางแผนและแบ่งหน้าที่ไว้

3. สมาชิกกลุ่มนำสิ่งประดิษฐ์เพื่อดักจับหอยเชอรี่ที่กลุ่มตนเองสร้างขึ้นไปทดลองใช้จริง แล้วบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 1.5 การทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (30 นาที)

1. สมาชิกกลุ่มทบทวนกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งที่ผ่านมา พร้อมกับให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันนำเสนอว่าผลการทดสอบการใช้งานของสิ่งประดิษฐ์เพื่อดักจับหอยเชอรี่ เป็นอย่างไร สามารถใช้งานได้จริงหรือไม่ และนักเรียนต้องการปรับปรุงชิ้นงานอย่างไร

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (30 นาที)

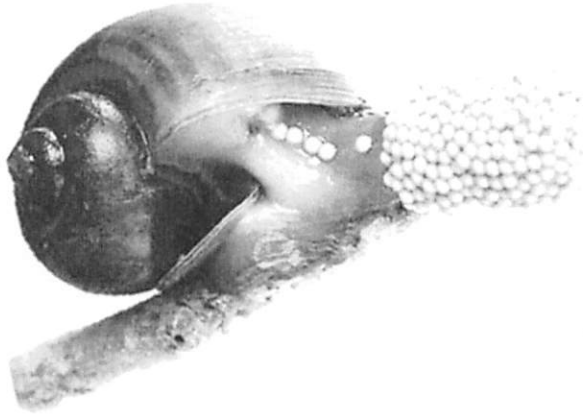
1. สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันวางแผนการนำเสนอว่าจะนำเสนอชิ้นงานในประเด็นใดบ้าง จากนั้นบันทึกการวางแผนการนำเสนอลงในใบกิจกรรมที่ 1.6 ตอนที่ 1 มาช่วยกันวางแผนการนำเสนอกันเถอะ

2. สมาชิกกลุ่มนำเสนอชิ้นงานตามแผนที่ได้วางไว้

3. สมาชิกกลุ่มร่วมกันสรุปการเรียนรู้ทั้งหมดจากการปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง ตามล่าหาเอเลี่ยน ว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไร หรือค้นพบความรู้ใหม่อะไรบ้าง พร้อมทั้งชี้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเป็นส่วนหนึ่งในการดูแลระบบนิเวศ

กิจกรรมที่ 1

ตามล่าหาเอเลี่ยน



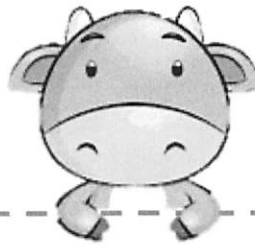
วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 6 (ว23102)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบนิเวศ

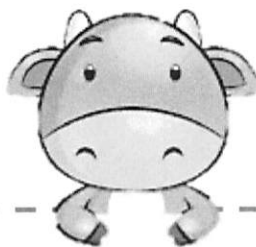
เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ

เวลา 4 ชั่วโมง



ทำความรู้จักสมาชิกกลุ่ม

- 1.....ห้อง.....เลขที่.....หน้าที่.....
- 2.....ห้อง.....เลขที่.....หน้าที่.....
- 3.....ห้อง.....เลขที่.....หน้าที่.....
- 4.....ห้อง.....เลขที่.....หน้าที่.....
- 5.....ห้อง.....เลขที่.....หน้าที่.....



กิจกรรมที่ 1.1 การระบุปัญหา

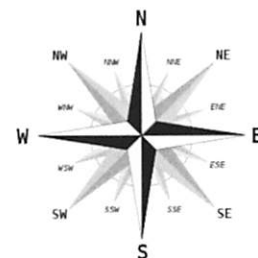
เวลา 60 นาที

ตอนที่ 1 มาสำรวจระบบนิเวศในโรงเรียนกันเถอะ

จุดประสงค์การเรียนรู้ : 1. นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีในการสำรวจระบบนิเวศได้

2. นักเรียนเห็นคุณค่าของระบบนิเวศ

คำสั่ง ให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันเขียนแผนผังพื้นที่โรงเรียนบริเวณที่สำรวจ โดยระบุตำแหน่งของตึกเรียน ห้องเรียน ต้นไม้ บ่อน้ำ แปลงเกษตร สิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่พบบริเวณนั้น ให้ถูกต้องตามทิศทาง จากนั้นตอบคำถาม



ตอนที่ 2 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

จุดประสงค์ 1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและบอกองค์ประกอบของระบบนิเวศได้

คำสั่ง ให้นักเรียนสรุปความหมาย และองค์ประกอบของระบบนิเวศเป็นแผนผังความคิด



ตอนที่ 4 ไซ้อาหารและสายใยอาหาร

จุดประสงค์ นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของไซ้อาหารและสายใยอาหารได้

คำสั่ง ให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

คำถาม

1. ไซ้อาหารและสายใยอาหารคืออะไร

.....

2. ไซ้อาหารและสายใยอาหารแตกต่างกันอย่างไร

.....

3. ไซ้อาหารและสายใยอาหารมีความสำคัญอย่างไร

.....

4. ชนิดและจำนวนสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ มีความสำคัญอย่างไร หากมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนสิ่งมีชีวิตบางชนิดในไซ้อาหารจะเกิดผลอย่างไร

.....

5. ให้นักเรียนนำชื่อสิ่งมีชีวิตที่พบในโรงเรียนมาเขียนเป็นสายใยอาหาร

ตอนที่ 5 สถานการณ์ปัญหา

คำสั่ง ให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหา จากนั้นร่วมกันระบุปัญหา

สถานการณ์

“ปัจจุบันพบชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในประเทศไทยหลายชนิด ซึ่งส่งผลกระทบต่อสมดุลระบบนิเวศเมื่อเกิดการระบาดหรือเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วจนทำให้ชนิดพันธุ์ท้องถิ่นอาจสูญพันธุ์ และชนิดพันธุ์ต่างถิ่นบางชนิดก็ส่งผลกระทบต่อเกษตรกร เช่น หอยเชอรี่ นอกจากจะทำลายต้นข้าวแล้วยังขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วจนทำให้ปริมาณหอยโข่งซึ่งเป็นชนิดพันธุ์ท้องถิ่นลดจำนวนลงอย่างมาก”

คำถาม

1. ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

.....

2. วิธีการแก้ปัญหา คืออะไร

.....

.....



กิจกรรมที่ 1.2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เวลา 20 นาที

คำสั่ง ให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันสืบค้นวิธีการกำจัดหอยเชอรี่ และลงข้อสรุปว่าจะสร้างสิ่งประดิษฐ์อะไรเพื่อกำจัดหอยเชอรี่

คำถาม

1. วิธีการกำจัดหอยเชอรี่

สมาชิกคนที่ 1.....

.....

สมาชิกคนที่ 2.....

.....

สมาชิกคนที่ 3.....

.....

สมาชิกคนที่ 4.....

.....

สมาชิกคนที่ 5.....

.....

2. วิธีการใดที่กลุ่มเลือกใช้กำจัดหอยเชอรี่ เพราะอะไรจึงเลือกวิธีการนี้

.....

.....

.....

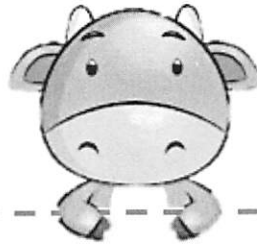
.....



กิจกรรมที่ 1.3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

เวลา 40 นาที

คำสั่ง ให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันออกแบบวาดภาพสิ่งประดิษฐ์เพื่อกำจัดหอยเชอรี่



กิจกรรมที่ 1.4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

เวลา 60 นาที

คำสั่ง ให้สมาชิกกลุ่มเขียนขั้นตอนการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อกำจัดหอยเชอรี่

คำถาม

1. สิ่งประดิษฐ์สามารถใช้งานได้จริงหรือไม่

.....

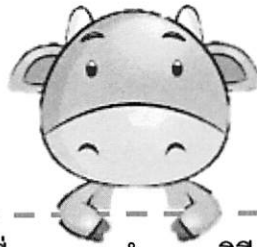
2. นักเรียนจะปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์อย่างไรเพื่อให้สามารถใช้งานได้ดีขึ้น

.....

.....

.....

.....



กิจกรรมที่ 1.6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ตอนที่ 1 มาช่วยกันวางแผนการนำเสนอกันเถอะ

เวลา 15 นาที

คำสั่ง ให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันวางแผนการนำเสนอ

คำถาม

1. หัวข้อ และรายละเอียดที่จะนำเสนอ

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

2. จากการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 ตามล่าหาเอเลี่ยน นักเรียนได้รับความรู้ และเรียนรู้อะไรบ้าง

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



ใบความรู้

เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศ หมายถึง กลุ่มสิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน และมีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ภายในระบบนิเวศ จะประกอบด้วยกลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ และสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศแต่ละระบบมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะแหล่งที่อยู่ สามารถแบ่งระบบนิเวศโดยใช้แหล่งที่อยู่เป็นเกณฑ์ได้ 2 ประเภท คือ ระบบนิเวศบนบก และระบบนิเวศในน้ำ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศอาจมีชนิดเดียวหรือหลายชนิด ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่นี้จัดเป็นโครงสร้างทางชีวภาพที่มีบทบาทและความสำคัญแตกต่างกัน แบ่งได้เป็น ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย

องค์ประกอบของระบบนิเวศ (Ecosystem components)

1. องค์ประกอบที่มีชีวิต

1.1 ผู้ผลิต (Producer) หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้ (Autotroph) มี 2 ประเภท คือ

- 1) สังเคราะห์อาหารเองได้ โดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ (photosynthesis) ได้แก่ พืช ,สาหร่าย ,แพลงค์ตอนพืช (Phytoplankton), purple sulphur bacteria, green sulphur bacteria
- 2) สังเคราะห์อาหารเองได้ โดยใช้สารเคมี (chemosynthesis) ได้แก่ แบคทีเรียบางชนิด เช่น ไรโซเบียม

1.2 ผู้บริโภค (Consumer) หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่กินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร มีหลายประเภท ได้แก่

- 1) Carnivore ผู้บริโภคสัตว์ เช่น สิงโต เหยี่ยว
- 2) Herbivore ผู้บริโภคพืช เช่น ช้าง ม้า กวาง
- 3) Omnivore ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ เช่น สุนัข แมว
- 4) Scavenger ผู้บริโภคซากสัตว์ เช่น แร้ง หมานใน
- 5) Detritivore ผู้บริโภคซากพืช เช่น ปลวก ไส้เดือนดิน

1.3 ผู้ย่อยสลาย (Decomposer / Saprophyte) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ดำรงชีวิตโดยการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยอินทรีย์สารที่อยู่ในซากพืชซากสัตว์ ได้แก่ Fungi Bacteria

2. องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต

2.1 ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้น แก๊ส ดิน
ความเป็นกรด – เบส ลม

2.2 ลักษณะทางเคมี ได้แก่ สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์



เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางกายภาพ

1. อุณหภูมิ

- 1) เป็นปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโต เช่น พืชบางชนิดจะงอกได้ก็ต่อเมื่ออุณหภูมิที่เหมาะสมเท่านั้น
- 2) กำหนดฤดูกาลสืบพันธุ์ของสัตว์ เช่น สัตว์ในเขตหนาวจะสืบพันธุ์ช่วงอากาศอบอุ่น
- 3) กำหนดการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต
- 4) เป็นปัจจัยในการปรับตัวด้านโครงสร้าง เช่น สิ่งมีชีวิตในเขตหนาวมักจะมีขนและชั้นไขมันหนา
- 5) เป็นปัจจัยในการปรับตัวด้านพฤติกรรม เช่น การจำศีลเพื่อหนีหนาว การอพยพ

2. แสง

- 1) มีผลต่อพฤติกรรมการบินของแมลง เช่น ผีเสื้อกลางคืน แมลงเม่า
- 2) มีผลต่อการเคลื่อนไหวของพืช เช่น การเอนเข้าหาแสงของยอดพืช และการหนีแสงของรากพืช
- 3) มีผลต่อการหุบ บาน ของดอกไม้ เช่น คุณนายตื่นสาย บัว
- 4) มีผลต่อพฤติกรรมการออกหากินของสัตว์ เช่น ค้างคาว นกฮูก

3. ปริมาณน้ำ

- 1) มีผลต่อการปรับตัวด้านสรีระวิทยาของพืชและสัตว์ เช่น การคายน้ำของพืช การเปิดปิดปากใบพืช เมตาบอลิซึมของหนูทะเลทราย
- 2) มีผลต่อการวางไข่ของแมลง โดยแมลงจะวางไข่ในปริมาณมากเมื่อมีความชื้นในบรรยากาศสูง

4. แก๊ส

- 1) มีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ เนื่องจากในน้ำออกซิเจนละลายได้น้อยกว่าในบรรยากาศ โดยเฉพาะในวันที่อุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้น สิ่งมีชีวิตในน้ำจึงต้องมีการปรับตัว เช่น ปลาจะให้น้ำผ่านเหงือกเพื่อแลกเปลี่ยนแก๊สตลอดเวลา และมีกลไกในการให้เลือดไหลสวนทางกับน้ำบริเวณเส้นเลือดฝอยที่เหงือก

5. ดิน

- 1) มีผลต่อการเจริญของพืชแต่ละชนิด พืชแต่ละชนิดชอบดินลักษณะแตกต่างกัน เช่น ดินร่วน ดินเหนียว

6. แร่ธาตุและความเป็นกรด-เบส

- 1) มีผลต่อการปรับตัวทางด้านรูปร่างของพืชบางชนิด เช่น พืชกินแมลง พืชพวกนี้ต้องการธาตุ N จากแมลง จึงสร้างกับดักแมลงขึ้นมา
- 2) ความเป็นกรด-เบส มีผลต่อการดูดซึมแร่ธาตุของพืช ถ้า pH ต่ำ จะทำให้พืชดูดซึมแร่ธาตุได้ลดลง

7. ลม

- 1) มีผลต่อการกระจายพันธุ์ของพืชบางชนิด เช่น ยาง หญ้า

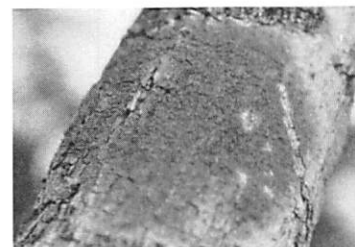
ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางชีวภาพ

รูปแบบการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต (interspecific interaction) สามารถเกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ ดังนี้

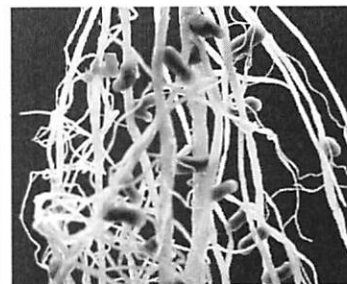
1. ภาวะพึ่งพา (Mutualism +,+)

เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่ต่อจำเป็นต้องอยู่ด้วยกัน แยกออกจากกันไม่ได้ โดยสิ่งมีชีวิตจะได้รับประโยชน์ทั้งสองฝ่าย โดยทั่วไปมักจะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ขนาดเล็กกับสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่กว่า ตัวอย่างเช่น

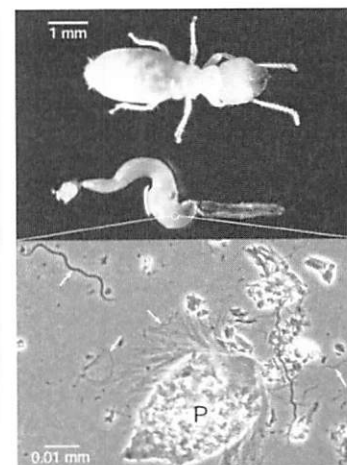
- 1) ไลเคนส์ (lichens) เป็นการอยู่ร่วมกันของรากับสาหร่าย โดยราจะได้รับอาหารจากสาหร่าย ขณะที่สาหร่ายจะได้รับความชื้นจากรา



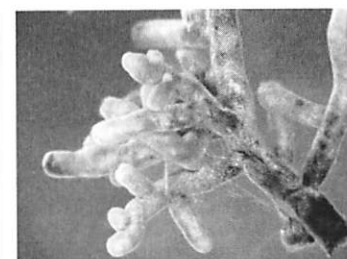
- 2) แบคทีเรียไรโซเบียม (*Rhizobium* sp.) ในปมรากถั่ว โดยแบคทีเรียไรโซเบียมจะได้รับอาหารและที่อยู่อาศัยจากถั่ว ขณะที่ต้นถั่วจะได้รับก๊าซ N_2 จากการตรึง N_2 ของแบคทีเรีย



- 3) โปรโตซัวไตรโคนิมฟา (*Trichonympha* sp.) ในลำไส้ปลวก โดยไตรโคนิมฟาจะสร้างเอนไซม์ cellulase สำหรับย่อยไม้ให้ปลวก ขณะที่ปลวกจะให้อาหาร (cellulose) และที่อยู่อาศัยแก่โปรโตซัว



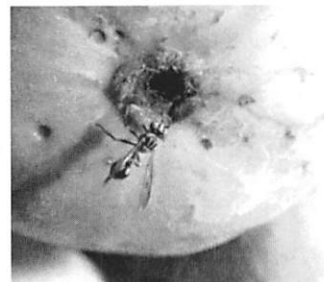
- 4) ราไมคอร์ไรซา (Mycorrhiza) กับรากพืชตระกูลสน โดยราจะสร้างความชุ่มชื้นและตรึงฟอสฟอรัสให้กับพืช รากพืชจะให้ที่อยู่อาศัยและอาหารแก่รา



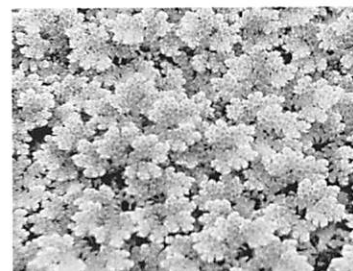
- 5) ปะการังกับสาหร่ายซูแซนเทลลี (*Zooxanthellae*) โดยปะการังจะได้รับอาหารจาก สาหร่าย *Zooxanthellae* ขณะเดียวกันสาหร่าย *Zooxanthellae* ก็ได้รับที่อยู่อาศัยและการป้องกัน อันตรายจากปะการัง



- 6) ไทรกับต่อไทร โดยที่ต้นไทรจะได้ประโยชน์จากการที่ต่อไทรช่วยในการผสมเกสร ขณะที่ต่อไทรจะวางไข่และอาศัยอยู่ในผลไทรจนกระทั่งสามารถสืบพันธุ์ได้



- 7) แอนาบีนา กับ แหนแดง โดยแอนาบีนาจะอาศัยอยู่ในบริเวณซอกใบของแหนแดง ขณะที่แหนแดงจะได้รับ N_2 จากการตรึงของแอนาบีนา.



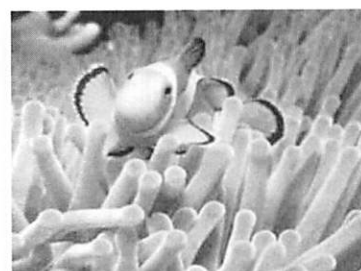
2. ภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน (Protocooperation +,+)

เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกันโดยต่างฝ่ายต่างได้รับประโยชน์ แต่ไม่จำเป็นต้องอยู่ด้วยกันตลอดเวลา สามารถแยกออกจากกันได้ ตัวอย่างเช่น

- 1) นกเอี้ยงกับควาย โดยนกเอี้ยงจะได้อาหารคือปรสิตพวกเห็บ ไร ที่อยู่บนตัวควาย ส่วนควายจะได้กำจัดปรสิต



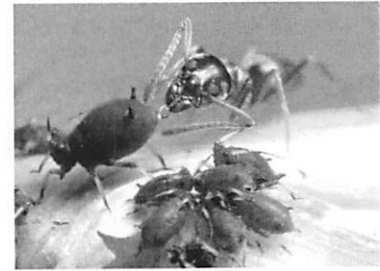
- 2) ดอกไม้ทะเลกับปลาการ์ตูน โดยดอกไม้ทะเลจะได้รับเศษอาหารจากปลาการ์ตูน ส่วนปลาการ์ตูนจะได้รับการป้องกันอันตรายจากเข็มพิษของดอกไม้ทะเล



- 3) แมลงกับดอกไม้ โดยแมลงจะได้รับอาหารจากดอกไม้คือน้ำหวาน ส่วนดอกไม้จะได้รับการผสมเกสร



- 4) มดดำกับเพลี้ย โดยมดดำจะได้รับน้ำหวานที่เพลี้ยเจาะจากยอดต้นไม้ ส่วนเพลี้ยจะได้รับการดูแลจากมดดำ ซึ่งมดดำจะนำไข่ของเพลี้ยไปวางในรังเพื่อให้ได้รับความอบอุ่นจนสามารถฟักเป็นตัวได้

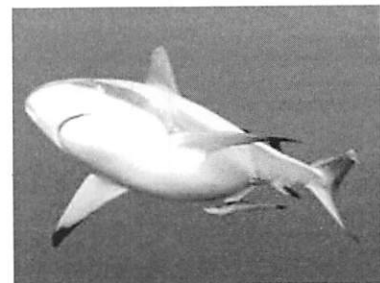


5)

3. ภาวะอิงอาศัย (Commensalism +,0)

เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกัน โดยฝ่ายหนึ่งได้รับประโยชน์ ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ ตัวอย่างเช่น

- 1) เหาฉลามกับปลาฉลาม โดยเหาฉลามจะเกาะติดกับปลาฉลาม และได้รับอาหารที่ปลาฉลามกินไม่หมด ขณะที่ฉลามไม่ได้และไม่เสียประโยชน์



- 2) กัลวไม้กับต้นไม้ใหญ่ โดยกัลวไม้จะได้ที่อยู่อาศัย ขณะที่ต้นไม้ใหญ่ไม่ได้และไม่เสียประโยชน์



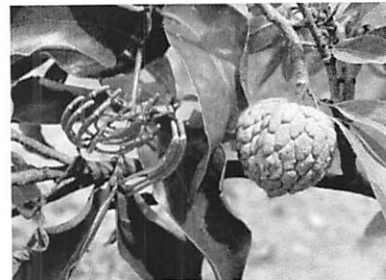
- 3) กระทบกับต้นไม้ใหญ่ โดยกระทบได้ที่อยู่อาศัย ส่วนต้นไม้ไม่ได้และไม่เสียประโยชน์



4. ภาวะปรสิต (Parasitism +,-)

เป็นความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตอยู่ร่วมกัน โดยฝ่ายผู้อาศัย (Parasite) จะได้รับประโยชน์ ขณะที่ฝ่ายที่ถูกอาศัย (Host) จะเสียประโยชน์ ตัวอย่างเช่น

- 1) กาฝากกับต้นไม้ใหญ่ โดยการฝากจะแทงรากเข้าไปในลำต้นของต้นไม้ใหญ่เพื่อแย่งอาหาร ขณะที่ต้นไม้ใหญ่จะถูกแย่งอาหาร จนกระทั่งตายไป



- 2) ฝอยทองกับต้นไม้ใหญ่ โดยฝอยทองจะแทงรากเข้าไปในลำต้นของต้นไม้ใหญ่เพื่อแย่งอาหาร ขณะที่ต้นไม้ใหญ่จะถูกแย่งอาหาร จนกระทั่งตายไป



5. ภาวะล่าเหยื่อ (Predation +,-)

เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกัน โดยฝ่ายหนึ่งได้รับประโยชน์เนื่องจากเป็นผู้ล่า (Predator) ขณะที่อีกฝ่ายเสียประโยชน์เนื่องจากเป็นผู้ถูกล่าหรือเหยื่อ (Prey)

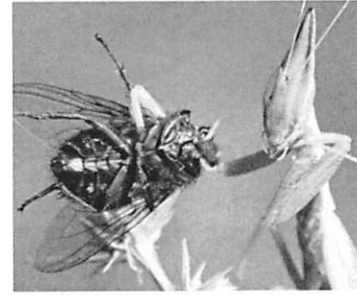
โดยทั่วไปผู้ล่าและเหยื่อจะมีการปรับตัวเพื่อการอยู่รอด ดังนี้

การปรับตัวของผู้ล่า (Predator)

- 1) การพัฒนาของระบบประสาทดี โดยเฉพาะระบบรับความรู้สึก
- 2) พัฒนาโครงสร้างสำหรับล่า เช่น ฟันเขี้ยว เหล็กไน เข็มพิษ



- 3) มีความรวดเร็วและว่องไว
- 4) การพรางตัว (camouflage) เพื่อไม่ให้เหยื่อเห็น



การปรับตัวของเหยื่อ (Prey)

- 1) สร้างสารเคมีเพื่อเตือนภัย
- 2) การพรางตัวเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ล่าเห็น
- 3) การทำให้ร่างกายมีสีใกล้เคียงกับสิ่งแวดล้อม (cryptic coloration)
- 4) การมีสีสดใสเพื่อเตือนภัย (aposematic coloration)
- 5) การลอกเลียนแบบสิ่งมีชีวิตมีพิษอื่นๆ (mimicry)



ขนาดของประชากรระหว่างผู้ล่ากับเหยื่อจะมีการเปลี่ยนแปลงสลับกันไปมา (fluctuation) คือ เมื่อมีผู้ล่าเพิ่มจำนวนเหยื่อก็จะลดลง เมื่อเหยื่อลดลงผู้ล่าก็จะลดลง สุดท้ายเมื่อเวลาผ่านไปจำนวนเหยื่อเพิ่มขึ้น จำนวนผู้ล่าก็จะเพิ่มขึ้นอีก การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรของผู้ล่ากับเหยื่อจึงมักจะสอดคล้องกัน

6. ภาวะแก่งแย่งแข่งขัน (Competition -,-)

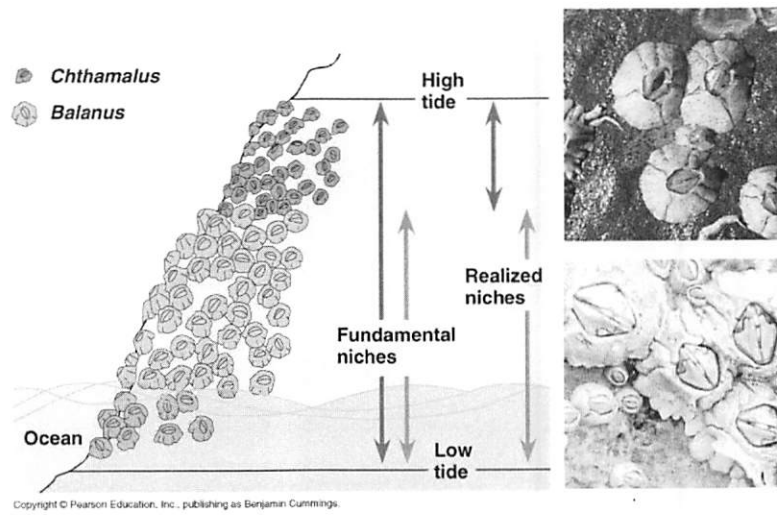
เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกัน โดยต่างฝ่ายต่างแก่งแย่งปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต (niche) จึงทำให้เสียผลประโยชน์ด้วยกันทั้งคู่ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- 1) การแก่งแย่งแข่งขันภายในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (Intraspecific competition)

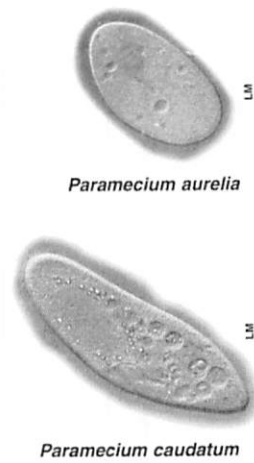
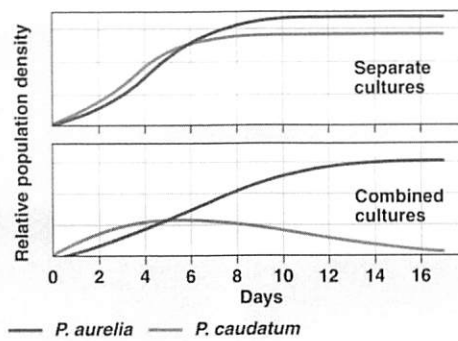


- 2) การแก่งแย่งแข่งขันระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน (Interspecific competition)





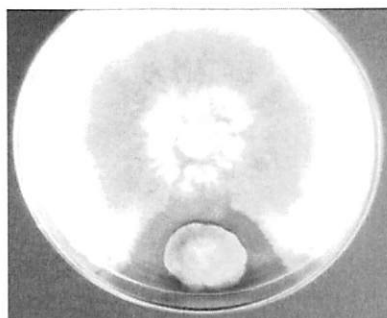
ภาวะการแก่งแย่งแข่งขันในเฟรียงหิน 2 ชนิด *Chthamalus* sp. และ *Balanus* sp.



ภาวะการแก่งแย่งแข่งขันในพารามีเซียม 2 ชนิด *Paramecium aurelia* กับ *Paramecium caudatum*

7. ภาวะหลังสารยับยั้ง (Antibiosis 0,-)

เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกัน โดยสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งหลังสารยับยั้งการเจริญเติบโตซึ่งส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ร่วมกัน



การอยู่ร่วมกันของรา 2 ชนิดโดย *Sclerotinia sclerotiorum*
หลังสารออกมายับยั้งการเจริญเติบโตของ *Epicoccum nigrum*



เรื่อง โซ่อาหารและสายใยอาหาร

ห่วงโซ่อาหาร (food chain) หมายถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหาร คือ การกินกันเป็นทอดๆ โดยทั่วไปจะเริ่มจากผู้ผลิตถ่ายทอดพลังงานไปยังผู้บริโภคลำดับถัดไป

ประเภทของห่วงโซ่อาหาร

1. โซ่อาหารแบบผู้ล่า (predation /grazing food chain) เป็นโซ่อาหารที่เริ่มจากผู้ผลิต และถูกกินโดยผู้ล่าเป็นทอดๆ ตัวอย่างเช่น

ผักกาด → หนอน → แมลงปีกแข็ง → นก

2. โซ่อาหารแบบปรสิต (parasitic food chain) เป็นโซ่อาหารที่เริ่มจากผู้ถูกอาศัยไปยังผู้อาศัยอันดับหนึ่ง แล้วไปยังผู้ล่าลำดับต่อไป ตัวอย่างเช่น

ต้นไม้ใหญ่ → กาฝาก → หนอน → นก

3. โซ่อาหารแบบย่อยสลาย (detritus food chain) เป็นโซ่อาหารที่เริ่มต้นจากซากอินทรีย์ถูกสลายโดยจุลินทรีย์แล้ว จึงถูกกินต่อไปโดยสัตว์ที่กินเศษอินทรีย์และผู้ล่าตามลำดับ

ฟางข้าว → เห็ด → หนอน → นก

สิ่งมีชีวิตในแต่ละลำดับชั้นในห่วงโซ่อาหาร เรียกว่า ลำดับชั้นการกิน (trophic level) ซึ่งโดยทั่วไปผู้ผลิตจะอยู่ในลำดับชั้นการกินที่หนึ่ง และสิ่งมีชีวิตที่อยู่ถัดออกมาก็จะอยู่ลำดับชั้นการกินที่แตกต่างกันออกไป

ผักกาด → ตั๊กแตน → นก → คน

| สิ่งมีชีวิต | ลำดับชั้นการกิน (trophic level) | หน้าที่ในเชิงอาหาร |
|-------------|---------------------------------|--------------------|
| ผักกาด | 1 | Producer |
| ตั๊กแตน | 2 | Primary consumer |
| นก | 3 | Secondary consumer |
| คน | 4 | Tertiary consumer |

สายใยอาหาร (food web) หมายถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากห่วงโซ่อาหารหลายๆ ห่วง มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน ซึ่งพบได้ตามปกติในธรรมชาติ ถ้าสายใยอาหารยังมีความซับซ้อนมากขึ้นเพียงใด จะทำให้มีความเสถียรมากขึ้น เนื่องจากจากถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งหายไปจากระบบนิเวศก็อาจจะมีสิ่งมีชีวิตอื่นมาบีบบาททดแทนช่วยควบคุมให้ระบบนิเวศมีความสมดุลได้เช่นเดิม

ในการถ่ายเทพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตในแต่ละลำดับชั้นการกินไปยังสิ่งมีชีวิตในลำดับถัดไปพบว่า ในแต่ละขั้นของการเปลี่ยนรูปพลังงาน จากอาหารที่กินเข้าไปจะมีเพียงแค่ร้อยละ 10 เท่านั้น ที่จะถูกเก็บไว้ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตในลำดับชั้นถัดมาในรูปของมวลชีวภาพ ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 90 จะสูญเสียไปกับการหายใจ เมแทบอลิซึม การขับถ่าย และความร้อน ดังนั้นเมื่อโซ่อาหารมีความยาวมากเพียงใดสิ่งมีชีวิตในลำดับชั้นท้าย ๆ จะยังได้รับพลังงานลดลง

ภาคผนวก จ ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ตามล่าหาเอเลี่ยน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 6 (ว23102)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบนิเวศ

เวลา 12 ชั่วโมง

เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ

เวลา 4 ชั่วโมง

.....
มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

วิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม. 3/1 สสำรวจระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่นและอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ

ว 2.1 ม. 3/2 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหาร และสายใยอาหาร

คณิตศาสตร์

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ค 6.1 ม. 1-3/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

ง 3.1 ม. 3/3 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะงาน

สาระสำคัญ

ระบบนิเวศ หมายถึง กลุ่มสิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน และมีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ภายในระบบนิเวศ จะประกอบด้วยกลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ และสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศแต่ละระบบมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะแหล่งที่อยู่ สามารถแบ่งระบบนิเวศโดยใช้แหล่งที่อยู่เป็นเกณฑ์ได้ 2 ประเภท คือ ระบบนิเวศบนบก และระบบนิเวศในน้ำ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศอาจมีชนิดเดียวหรือหลายชนิด ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่นี้จัดเป็นโครงสร้างทางชีวภาพที่มีบทบาทและความสำคัญแตกต่างกัน แบ่งได้เป็น ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย

สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศล้วนมีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องอาศัยพลังงานจากสิ่งมีชีวิตอื่น ทำให้เกิดการหมุนเวียนอยู่ในระบบ เริ่มจากพืชดูดกลืนพลังงานแสงมาสร้างอาหาร เมื่อพืชเติบโตและมีมวลเพิ่มขึ้น เรียกว่า มวลชีวภาพ (Biomass) พืชจะกลายเป็นอาหารของสัตว์ สัตว์ที่กินพืชจะเป็นอาหารของสัตว์กินเนื้อ ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานต่อกันเป็นทอดๆ เรียกว่าโซ่อาหาร (Food chain) ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในโซ่อาหารหนึ่ง อาจเกี่ยวข้องกับโซ่อาหารอื่นๆ อีกได้มากกว่า 1 โซ่อาหาร ทำให้เกิดความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนขึ้น เรียกว่า สายใยอาหาร (Food web)

ปัจจุบันโซ่อาหารของระบบนิเวศถูกรบกวนจากหลายสาเหตุ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การล่าสัตว์ และการรุกรานของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น หรือที่เรียกว่า เอลิเยนสปีชีส์ (Alien Species) ซึ่งพบในประเทศไทยหลายชนิด เช่น ดอกบัวตอง เฟินก้านดำ ไมยราบยักษ์ ปลาหมอเทศ เต่าแก้มแดง ปลานิล ปลาชัคเกอร์ และหอยเชอรี่ เป็นต้น ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นเหล่านี้เข้ามารุกรานและอาจทำให้สิ่งมีชีวิตในท้องถิ่นสูญพันธุ์ไป เนื่องจากเข้ามาแย่งอาหาร และขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดความไม่สมดุลของโซ่อาหารในระบบนิเวศ

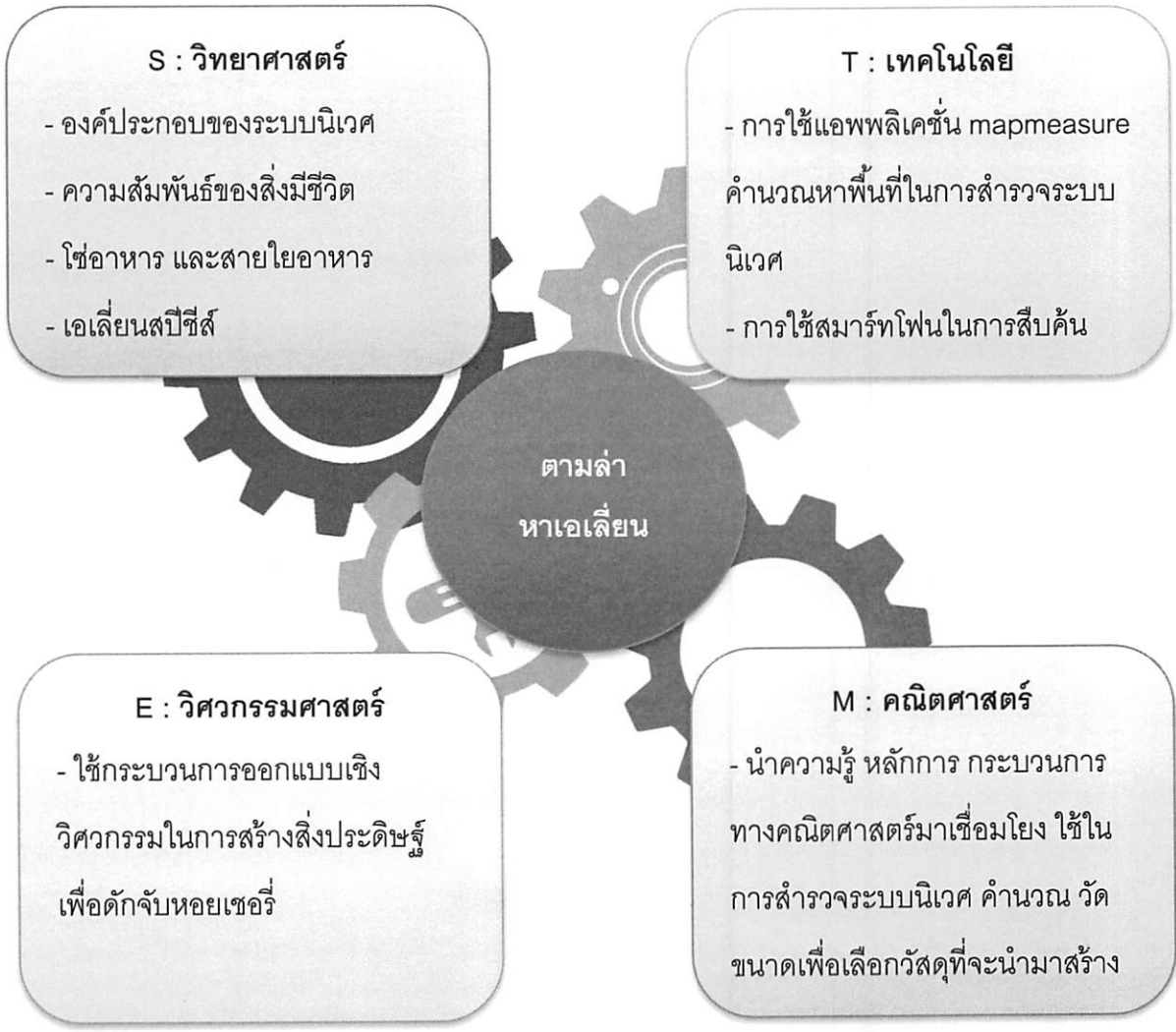
หอยเชอรี่ เป็นหอยน้ำจืดที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนสารพิษได้ นำเข้าประเทศไทยในฐานะของหอยที่กำจัดตะไคร่น้ำและเศษอาหารในตู้ปลา ซึ่งนิยมเลี้ยงกันอย่าแพร่หลาย มีการ

ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว ต่อมาจึงปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ เกิดการระบาดอย่างรวดเร็วและทำลายต้นข้าวของเกษตรกร การสร้างเครื่องดักจับหอยเชอรี่นั้นจำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับการดำรงชีวิตของหอยเชอรี่ ใช้ความรู้ด้านระบบนิเวศเพื่อศึกษาผลของการเพิ่มหรือลดลงของหอยเชอรี่ การสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อดักจับหอยเชอรี่จึงเป็นนวัตกรรมที่น่าสนใจ มีประโยชน์ ตอบสนองความต้องการของเกษตรกร และช่วยลดการใช้สารเคมีในระบบนิเวศ

สาระการเรียนรู้

| วิทยาศาสตร์ | คณิตศาสตร์ | เทคโนโลยี | วิศวกรรมศาสตร์ |
|---------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| - ระบบนิเวศ | - นำความรู้ หลักการ | - การใช้แอปพลิเคชัน | - การใช้ |
| ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต | กระบวนการทาง | mapmeasure | กระบวนการ |
| หลายชนิดที่มีความ | คณิตศาสตร์มา | คำนวณหาพื้นที่ในการ | ออกแบบเชิง |
| เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน | เชื่อมโยง ใช้ในการ | สำรวจระบบนิเวศ | วิศวกรรมในการ |
| ทั้งสิ่งมีชีวิตและ | สำรวจระบบนิเวศ | - การใช้สมาร์ทโฟนใน | สร้างสิ่งประดิษฐ์ |
| สิ่งแวดล้อมในแต่ละ | การคำนวณ วัด | การสืบค้นข้อมูล | เพื่อดักจับหอยเชอรี่ |
| ท้องถิ่นประกอบด้วย | ขนาดเพื่อเลือกวัสดุที่ | | |
| องค์ประกอบทางชีวภาพ | จะนำมาสร้าง | | |
| เฉพาะแต่ละท้องถิ่น ซึ่งมี | สิ่งประดิษฐ์เพื่อดัก | | |
| ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ | จับหอยเชอรี่ | | |
| กันทั้งสิ่งมีชีวิตและ | | | |
| สิ่งแวดล้อม | | | |
| - สิ่งมีชีวิตมี | | | |
| ความสัมพันธ์กันโดยมี | | | |
| การถ่ายทอดพลังงานใน | | | |
| รูปของโซ่อาหารและ | | | |
| สายใยอาหาร | | | |

กรอบแนวคิด



จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านพุทธิพิสัย

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและบอกองค์ประกอบของระบบนิเวศได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโซ่อาหารและสายใยอาหารได้

ด้านทักษะพิสัย

1. นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีในการสำรวจระบบนิเวศได้
2. นักเรียนสามารถใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้
3. นักเรียนสามารถคำนวณ วัดขนาด เพื่อเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้สร้างสิ่งประดิษฐ์ได้
4. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้

ด้านจิตพิสัย

นักเรียนเห็นคุณค่าของระบบนิเวศ

ชั่วโมงที่ 1-2

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (60 นาที)

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน โดยใช้การนับเลขจากนั้นให้แต่ละกลุ่มตั้งชื่อกลุ่ม (โดยภายในกลุ่มจะต้องมีนักเรียนที่มีสมาร์ทโฟนอย่างน้อย 1 เครื่อง และต้องรับสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้)
2. ครูให้สมาชิกกลุ่มแบ่งหน้าที่กันตามความสามารถและความถนัดของแต่ละคน ดังนี้
 - 1) ประธาน
 - 2) รองประธาน
 - 3) เลขานุการ
 - 4) ผู้ดูแลอุปกรณ์
 - 5) ผู้นำเสนอ
3. ครูนำนักเรียนออกไปเรียนรู้นอกห้องเรียน พร้อมกับร่วมกันอภิปรายว่าหากต้องการจัดสิ่งที่อยู่รอบตัวของนักเรียนออกเป็นประเภทต่าง ๆ จะจัดได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง (แนวคำตอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ สิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิต)

4. ครูมอบหมายงานให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันศึกษาระบบนิเวศของโรงเรียน โดยสมาชิกแบ่งหน้าที่กันตามความถนัดของแต่ละคน เพื่อร่วมมือกันศึกษาระบบนิเวศของโรงเรียน แล้วบันทึกผลการสำรวจลงในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 1 มาสำรวจระบบนิเวศในโรงเรียนกันเถอะ ดังนี้

- 1) เขียนแผนผังพื้นที่โรงเรียนบริเวณที่จะทำการสำรวจ โดยระบุตำแหน่งของตึกเรียน ห้องเรียน ต้นไม้ บ่อน้ำ แปลงเกษตร เทียบกับทิศทางโดยใช้แอปพลิเคชันบอกทิศทางในสมาร์ทโฟน
- 2) โหลดแอปพลิเคชัน mapmeasure จากนั้นคำนวณหาพื้นที่บริเวณที่จะสำรวจจากแอปพลิเคชัน
- 3) สำรวจ สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่พบในพื้นที่ แล้วระบุตำแหน่งที่พบสิ่งมีชีวิตนั้นลงในแผนที่

5. เมื่อสำรวจระบบนิเวศภายในโรงเรียนเรียบร้อยแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้แผนผังโรงเรียนที่กลุ่มตนเองสร้างขึ้นกับกลุ่มอื่น ๆ โดยอาจใช้คำถาม ดังนี้

- 1) สิ่งที่พบในการสำรวจระบบนิเวศในโรงเรียนนั้นแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง (แนวคำตอบ คือ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต)
- 2) ในบริเวณโรงเรียนของนักเรียนมีสิ่งมีชีวิตอะไรบ้าง และสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีบทบาทอะไรในระบบนิเวศ (แนวคำตอบ เช่น มีต้นไม้ใหญ่ เป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศ มีหนอน นก คน เป็นผู้บริโภค มีไส้เดือนในดิน เป็นผู้บริโภคซาก มีฝักในแปลงผัก เป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศ มีเชื้อราขึ้นบนใบไม้ที่หล่นทับถมบนดิน ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ)
- 3) ระบบนิเวศในโรงเรียนมีความสำคัญต่อนักเรียนหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ เช่น มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ บรรยากาศการเรียน การพักผ่อนนอกเวลาเรียนของนักเรียน และยังมีผลต่อการเรียนรู้อีกด้วย)

6. ครูนำสมาชิกกลุ่มร่วมมือกันอภิปรายถึงความหมายของระบบนิเวศ และองค์ประกอบของระบบนิเวศ จากนั้นให้สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันเขียนสรุปความหมาย และองค์ประกอบของระบบนิเวศ เป็นแผนผังความคิด ลงในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 2 องค์ประกอบของระบบนิเวศ โดยสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากใบความรู้ เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ (แนวคำตอบ ระบบนิเวศประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ซึ่งสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศต่างมีบทบาทแตกต่างกันออกไป ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย ซึ่งไม่ว่าสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นจะอยู่

ในบทบาทใดก็ตาม ต่างก็มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน ทั้งระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม)

7. ครูให้นักเรียนศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต โดยให้สมาชิกกลุ่มศึกษาและอภิปรายร่วมกันว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

8. ครูนำนักเรียนอภิปรายถึงการกินอาหารของสิ่งมีชีวิต ซึ่งควรสรุปได้ว่า การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องอาศัยพลังงานจากสิ่งมีชีวิตอื่น ทำให้เกิดการหมุนเวียนอยู่ในระบบ เริ่มจากพืชดูดกลืนพลังงานแสงมาสร้างอาหาร เมื่อพืชเติบโตและมีมวลเพิ่มขึ้น เรียกว่า ชีวมวล (Biomass) พืชจะกลายเป็นอาหารของสัตว์ สัตว์ที่กินพืชจะเป็นอาหารของสัตว์กินเนื้อ ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานต่อกันเป็นทอดๆ เรียกว่า โซ่อาหาร ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในโซ่อาหารหนึ่ง อาจเกี่ยวข้องกับโซ่อาหารอื่นๆ อีกได้มากกว่า 1 ห่วงโซ่อาหาร ทำให้เกิดความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนขึ้น เรียกว่า สายใยอาหาร (Food web) จากนั้นสมาชิกกลุ่มร่วมกันตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 4 โซ่อาหารและสายใยอาหาร โดยนักเรียนสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากใบความรู้ เรื่อง โซ่อาหารและสายใยอาหาร

1) โซ่อาหารและสายใยอาหารคืออะไร

(แนวคำตอบ โซ่อาหาร หมายถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงอาหาร คือ การกินกันเป็นทอดๆ โดยทั่วไปจะเริ่มจากผู้ผลิตถ่ายทอดพลังงานไปยังผู้บริโภคลำดับถัดไป)

2) โซ่อาหารและสายใยอาหารแตกต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ โซ่อาหารแสดงการกินกันเป็นทอด ๆ โดยสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดกินอาหารเพียงอย่างเดียว แต่สายใยอาหารจะแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากห่วงโซ่อาหารหลายๆ ห่วง มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน ซึ่งพบได้ตามปกติในธรรมชาติ)

3) โซ่อาหารและสายใยอาหารมีความสำคัญอย่างไร

(แนวคำตอบ โซ่อาหารแสดงถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ซึ่งจะแสดงถึงความสมบูรณ์ของระบบนิเวศนั้นๆ ถ้าสายใยอาหารยังมีความซับซ้อนมากขึ้นเพียงใด จะทำให้มีความเสถียรมากขึ้น เนื่องจากหากถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งหายไปจากระบบนิเวศก็อาจจะยังมีสิ่งมีชีวิตอื่นมา มีบทบาททดแทนช่วยควบคุมให้ระบบนิเวศมีความสมดุลได้เช่นเดิม)

4) ชนิดและจำนวนสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ มีความสำคัญอย่างไร หากมีการ

เปลี่ยนแปลงจำนวนสิ่งมีชีวิตบางชนิดในโซ่อาหารจะเกิดผลอย่างไร

(แนวคำตอบ ชนิดและจำนวนสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีความสำคัญต่อสมดุลของระบบนิเวศ หากมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศชนิดหนึ่ง จะส่งผลต่อจำนวนของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศด้วย เนื่องจากสิ่งมีชีวิตกินกันเป็นทอด ๆ)

9. ครุฑนำอภิปรายถึงชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เข้ามารุกรานและอาจทำให้สิ่งมีชีวิตในท้องถิ่นสูญพันธุ์ไป เนื่องจากเข้ามาแย่งอาหาร และขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดความไม่สมดุลของโซ่อาหารในระบบนิเวศ

10. สมาชิกกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 5 สถานการณ์ปัญหา

11. สมาชิกกลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งสามารถใช้ทักษะการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W1H ซึ่งประกอบด้วย

Who เป็นการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับบุคคลปัญหา หรือความต้องการ

What เป็นการตั้งคำถามว่าจะอะไรคือปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น ๆ

When เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด

Where เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นที่ไหน

Why เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุว่าทำไมถึงเกิดปัญหาหรือความต้องการ

How เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้นว่าจะสามารถทำได้ด้วยวิธีการอย่างไร

12. สมาชิกกลุ่มร่วมกันระบุปัญหา คือ “การระบาดของหอยเชอรี่ในนาข้าว” จากนั้นบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 1.1 ตอนที่ 5 สถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (20 นาที)

13. ครูกระตุ้นให้สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันใช้สมาร์ทโฟน สืบค้นวิธีการกำจัดหอยเชอรี่ว่ามีวิธี

14. ครูมอบหมายให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็น และร่วมกันตัดสินใจเลือกวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อกำจัดหอยเชอรี่ที่ราคาประหยัด ทำง่าย ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

15. ครูให้สมาชิกกลุ่มช่วยกันบันทึกผลการลงข้อสรุปของกลุ่มตนเองลงในใบกิจกรรมที่ 1.2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (40 นาที)

16. ครูมอบหมายให้สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันออกแบบ วาดภาพสิ่งประดิษฐ์เพื่อดักจับหอยเชอรี่ลงในใบกิจกรรมที่ 1.3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นที่ 4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (60 นาที)

17. ครูให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันสื่อสารภายในกลุ่มเพื่อวางแผนและเขียนขั้นตอนการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อดักจับหอยเชอรี่ โดยบันทึกการวางแผนลงในใบกิจกรรมที่ 1.4 การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

18. ครูกระตุ้นให้สมาชิกกลุ่มลงมือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อดักจับหอยเชอรี่ ตามที่ได้วางแผนและแบ่งหน้าที่ไว้ โดยครูคอยดูแล แนะนำ ให้คำปรึกษา ขณะที่แต่ละกลุ่มกำลังลงมือสร้างชิ้นงาน

19. ครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของระบบนิเวศความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต ใต้อาหาร สายใยอาหาร และให้สมาชิกกลุ่มนำสิ่งประดิษฐ์เพื่อดักจับหอยเชอรี่ที่กลุ่มตนเองสร้างขึ้นไปทดลองใช้จริง แล้วบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 1.5 การทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ชั่วโมงที่ 4

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (10 นาที)

20. ครูนำนักเรียนทบทวนกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งที่ผ่านมา พร้อมกับให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันนำเสนอว่าผลการทดสอบการใช้งานของสิ่งประดิษฐ์เพื่อดักจับหอยเชอรี่ เป็นอย่างไร สามารถใช้งานได้จริงหรือไม่ และนักเรียนต้องการปรับปรุงชิ้นงานอย่างไร

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (50 นาที)

21. ครูให้สมาชิกกลุ่มร่วมมือกันวางแผนการนำเสนอว่าจะนำเสนอชิ้นงานในประเด็นใดบ้าง จากนั้นบันทึกการวางแผนการนำเสนอลงในใบกิจกรรมที่ 1.6 ตอนที่ 1 มาช่วยกันวางแผนการนำเสนอกันเถอะ

22. สมาชิกกลุ่มนำเสนอชิ้นงานตามแผนที่ได้วางไว้

23. ครุณำนักเรียนร่วมกันสรุปการเรียนรู้ทั้งหมดจากการปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง ตามล่าหาเอเลี่ยน ว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไร หรือค้นพบความรู้ใหม่อะไรบ้าง พร้อมทั้งชี้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเป็นส่วนหนึ่งในการดูแลระบบนิเวศ

การวัดประเมินผล

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีการ | เครื่องมือ | เกณฑ์ |
|--|--|--|-------------------------|
| ด้านพุทธิพิสัย | | | |
| 1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและบอกองค์ประกอบของระบบนิเวศได้ | ให้นักเรียนเขียนอธิบายในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ตามล่าหาเอเลี่ยน | เฉลยใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ตามล่าหาเอเลี่ยน | ได้คะแนน 60 % ขึ้นไป |
| 2. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโซ่อาหารและสายใยอาหารได้ | ให้นักเรียนเขียนอธิบายในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ตามล่าหาเอเลี่ยน | เฉลยใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ตามล่าหาเอเลี่ยน | ได้คะแนน 60 % ขึ้นไป |
| 3. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้ | ให้นักเรียนเขียนอธิบายในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ตามล่าหาเอเลี่ยน | เฉลยใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ตามล่าหาเอเลี่ยน | ได้คะแนน 60 % ขึ้นไป |
| ด้านทักษะพิสัย | | | |
| 1. นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีในการสำรวจระบบนิเวศได้ | ประเมินการปฏิบัติกิจกรรม | แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม | ได้คะแนน 60% ขึ้นไป |
| 2. นักเรียนสามารถใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อดักจับหอยเชอรี่ได้ | ประเมินการปฏิบัติกิจกรรม | แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม | ได้คะแนน 60% ขึ้นไป |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีการ | เครื่องมือ | เกณฑ์ |
|--|--|---|-----------------------------|
| 3. นักเรียนสามารถ คำนวณ วัดขนาดวัสดุที่จะ นำมาสร้างสิ่งประดิษฐ์ได้ | ประเมินการปฏิบัติ กิจกรรม | แบบประเมินการ ปฏิบัติกิจกรรม | ได้คะแนน 60% ขึ้นไป |
| 4. นักเรียนสามารถ แก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ | ประเมินการปฏิบัติ กิจกรรม | แบบประเมินการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ | ได้คะแนน ระดับกลางขึ้นไป |
| ด้านจิตพิสัย | | | |
| นักเรียนเห็นคุณค่าของ ระบบนิเวศ | ตอบคำถามสะท้อน คิดในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ตามล่าหา เอเลี่ยน | เฉลยใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ตามล่าหา เอเลี่ยน | ได้คะแนน 60 % ขึ้นไป |

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ
2. ใบความรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต
3. ใบความรู้ เรื่อง โซ่อาหารและสายใยอาหาร
4. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ตามล่าหาเอเลี่ยน
5. ระบบนิเวศในโรงเรียน
6. แอปพลิเคชัน mapmeasure

แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

รายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 6 รหัสวิชา ว23102 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 กิจกรรมที่ เรื่องกลุ่มที่

| ที่ | รายการประเมิน | คะแนน | เกณฑ์การให้คะแนน |
|-----|---|-------|------------------------------|
| 1 | ด้านการบูรณาการ STEM (4 คะแนน) | | คะแนน 4 : มีครบทุกข้อ |
| | 1. เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ครบถ้วนสมบูรณ์ | | คะแนน 3 : มี 3 ข้อ ขาด 1 ข้อ |
| | 2. มีการใช้ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ | | คะแนน 2 : มี 2 ข้อ ขาด 2 ข้อ |
| | 3. มีการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้น | | คะแนน 1 : มี 1 ข้อ ขาด 3 ข้อ |
| | 4. ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม | | คะแนน 0 : ไม่มีทั้ง 4 ข้อ |
| 2 | ด้านกระบวนการทำงาน (4 คะแนน) | | |
| | 1. มีการวางแผนอย่างเป็นระบบ | | |
| | 2. มีการปฏิบัติตามแผน | | |
| | 3. มีการติดตามประเมินผล | | |
| | 4. มีการปรับปรุงพัฒนางาน | | |
| 3 | ด้านการแก้ปัญหา (4 คะแนน) | | |
| | 1. รู้ว่าปัญหาคืออะไร | | |
| | 2. เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ | | |
| | 3. วิธีการที่เลือกสามารถแก้ปัญหาได้จริง | | |
| | 4. มีการแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟัง | | |
| 4 | ด้านการนำเสนอ (4 คะแนน) | | |
| | 1. การใช้ภาษาถูกต้อง | | |
| | 2. มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ | | |
| | 3. มีความน่าสนใจ | | |
| | 4. เหมาะสมกับเวลา | | |
| 5 | ด้านชิ้นงาน (4 คะแนน) | | |
| | 1. สำเร็จตามแผนที่ได้วางไว้ | | |
| | 2. ใช้งานได้จริง | | |
| | 3. มีความสวยงาม | | |
| | 4. มีความคิดสร้างสรรค์ | | |

| ที่ | รายการประเมิน | คะแนน | เกณฑ์การให้คะแนน |
|-----|---------------|-------|------------------|
| | รวม | | ระดับคุณภาพ..... |

| เกณฑ์การประเมินคุณภาพ | คะแนน | ระดับคุณภาพ |
|-----------------------|---------|-------------|
| | 16 – 20 | ดีมาก |
| | 11 – 15 | ดี |
| | 6 – 10 | ปานกลาง |
| | 0 – 5 | ควรปรับปรุง |

ลงชื่อผู้ประเมิน.....
 (.....)
 วันที่.....

ภาคผนวก ข แสดงผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 23 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ระบบนิเวศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

| นักเรียนคนที่ | คะแนนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สภาพจริง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการฟังและการพูด ภาษาอังกฤษ | | | คะแนนจากการ ทดสอบหลัง เรียน |
|---------------|--|--------------|--------------|-----------------------------------|
| | กิจกรรมที่ | | | |
| | กิจกรรมที่ 1 | กิจกรรมที่ 2 | กิจกรรมที่ 3 | |
| | 33 | 33 | 33 | 33 |
| 1 | 20 | 24 | 29 | 24 |
| 2 | 21 | 24 | 30 | 24 |
| 3 | 21 | 25 | 30 | 25 |
| 4 | 22 | 24 | 30 | 25 |
| 5 | 21 | 23 | 31 | 25 |
| 6 | 22 | 24 | 31 | 25 |
| 7 | 21 | 24 | 30 | 26 |
| 8 | 22 | 24 | 31 | 28 |
| 9 | 22 | 25 | 31 | 28 |
| รวม | 192 | 217 | 273 | 230 |
| เฉลี่ย | 21.33 | 24.11 | 30.33 | 25.56 |
| เฉลี่ยร้อยละ | 64.65 | 73.06 | 91.92 | 77.44 |
| E1/E2 | | 76.54 | | 77.44 |

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล

อารีรัตน์ ศรีโชติ

วัน เดือน ปีเกิด

1 พฤศจิกายน 2530

ที่อยู่ปัจจุบัน

49/4 หมู่ 5 ตำบลท่าตาล อำเภอบางกระพุ่ม
จังหวัดพิษณุโลก 65110

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2552

วท.บ. ชีววิทยา มหาวิทยาลัยนเรศวร