

## การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

### A DEVELOPMENT OF THE SCIENCE ACTIVITY PACKAGE USING STEM EDUCATION APPROACH ON WATER TREATMENT FOR LOWER SECONDARY STUDENTS

น้ำฝน คูเจริญไพศาล\* รังสิยา ขวัญเมือง ลลิตา มาเอี่ยม  
Numphon Koocharoenpisal\*, Rangsiya Khwanmuang, Lalita Maiaim

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
Faculty of Science, Srinakharinwirot University.

\*Corresponding author, e-mail: numphonk@gmail.com

Received: December 8, 2017; Revised: January 10, 2018; Accepted: February 1, 2018

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ 2) ทดลองใช้ชุดกิจกรรมเพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมเรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนน้ำผุด จังหวัดตรัง จำนวน 21 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2) แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 นักสำรวจน้ำดี กิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์กังหันเปลี่ยนโลก และกิจกรรมที่ 3 สร้างสรรค์กังหันแบ่งปันความรู้ โดยผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยผู้เชี่ยวชาญมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก 2) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.49 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สะเต็มศึกษา การปรับปรุงคุณภาพน้ำ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

### Abstract

The purposes of this study were 1) to develop the science activity packages based on STEM Education on water treatment for lower secondary students and to assess the quality of the packages by experts, 2) to study the students' learning outcomes, and 3) to study the students' satisfaction toward learning with the science activity packages on water treatment. The participants of this study were the lower secondary students (n = 21) of Nampood School, Trang province by purposive sampling. The research tools consisted of: 1) the science activity packages based on STEM Education on water treatment for lower secondary students, 2) the assessment form of the quality of the science activity packages by experts, 3) the learning achievement tests, and 4) the students satisfaction questionnaire toward learning the science activity packages. The result indicated that: 1) the science activity packages consisted of 3 activities: activity 1: exploring water quality, activity 2: designing and creating of water treatment model, and activity 3: testing the effectiveness of the model. The quality of the science activity packages by experts was at level of good quality, 2) the students' learning achievement was mean scores at 74.49%, which was higher than 70% of criteria at the statistically significant .05 level, and 3) the students' satisfaction towards learning with the science activity packages was at very good level.

**Keywords:** Science Activity Packages, STEM Education, Water Treatment, Lower Secondary Students

### บทนำ

ทักษะในศตวรรษที่ 21 (21<sup>st</sup> Century Skills) มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการเรียนรู้ในปัจจุบัน การเรียนรู้สาระวิชาควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าเองของผู้เรียน โดยครูช่วยแนะนำและช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ ทักษะในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้เรียนที่ต้องได้รับการพัฒนา ในการจัดการเรียนการสอนนั้น ครูคือผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะต่างๆ ให้เกิดกับผู้เรียน ครูจึงต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 ตามที่ วิจารณ์ พานิช [1] ได้กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนการสอนต้องมีประสิทธิภาพและมีการบูรณาการกับสาระการเรียนรู้ต่างๆ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องไม่เพียงแต่

เน้นเรื่องความรู้ แต่ควรเน้นเรื่องทักษะ ซึ่งทักษะจะเกิดขึ้นได้นั้นต้องเกิดจากการปฏิบัติลงมือกระทำ และฝึกฝน ซึ่งแนวทางหนึ่งที่สามารถใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 นั้น คือ สะเต็มศึกษา (STEM Education)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยการบริหารจัดการวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยเน้นการนำความรู้ไปแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต [2] เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิธีการจัดการเรียนการสอนต่างๆ ได้ ทำให้ผู้เรียนมีเกิดทักษะการคิดอย่างเป็นระบบและรู้จักบูรณาการความรู้จากสิ่งที่เรียนเพื่อนำมาใช้ในการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่ม ร่วมมือกันวางแผนเพื่อแก้ปัญหา และทำงานกลุ่มร่วมกันเพื่อสร้างผลงานอย่างสร้างสรรค์ [2-3]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาในปัจจุบันพบว่ามีแหล่งน้ำหลายแห่งที่ยังมีปัญหาเรื่องน้ำเน่าเสีย ตามที่กรมควบคุมมลพิษ [4] ได้รายงานผลการสำรวจสถานการณ์ปัญหามลพิษทางน้ำ พบว่ามีอัตราการเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ ปัญหามลพิษทางน้ำจึงเป็นปัญหาที่เร่งด่วนที่ทุกฝ่ายต้องร่วมกันแก้ไข และรัฐบาลได้ออกนโยบายในการฟื้นฟูคุณภาพน้ำ ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ จึงได้ออกแบบและสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ การตรวจสอบสมบัติของน้ำ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำที่สำรวจบริเวณโรงเรียนหรือชุมชนที่ใกล้เคียง เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้ปัญหาน้ำเสีย และหาแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งแนวทางหนึ่งของการแก้ปัญหาน้ำเสียคือการบำบัดด้วยเครื่องเติมอากาศในน้ำ เช่น การใช้กังหันชัยพัฒนา โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้หลักการการเติมอากาศ (Aeration) และหลักการทำงานของกังหันชัยพัฒนาซึ่งเป็น การเติมอากาศด้วยกังหันน้ำแบบทุ่นลอย [5]

และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อให้ นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันสร้างเครื่องเติมอากาศแบบทุ่นลอยอย่างง่าย

ชุดกิจกรรมจัดเป็น นวัตกรรมการเรียน การสอน อย่างหนึ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ชุดกิจกรรมคือสื่อการเรียน การสอนที่เรียบเรียงกิจกรรมอย่างเป็นแบบแผน เพื่อให้ นักเรียนได้ ปฏิบัติ ตาม ขั้นตอน อย่างเป็นระบบ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม และได้รับประสบการณ์ตรงจากกิจกรรมที่ปฏิบัติ [6] เมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ กระตือรือร้นในการเรียน มีความสนุกกับการเรียน ไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน และการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ กิจกรรมจะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น และยังเกิดทักษะการเรียนรู้ต่างๆ จากการได้ปฏิบัติ กิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หรือที่เรียกว่า ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนในหลายด้าน ด้วยกัน เช่น การทำงานเป็นกลุ่ม การคิดแก้ปัญหา การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานด้วยตัวผู้เรียนเอง ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ได้ลงมือ ปฏิบัติกิจกรรม โดยนำความรู้ที่มีมาประยุกต์ ใช้ตามศักยภาพที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล เมื่อนักเรียนได้สร้างผลงานด้วยตนเองจึงทำให้เกิด ความภาคภูมิใจ และมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้อย่างยิ่งขึ้น [7-9] จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัย จึงมีความประสงค์ในการทำวิจัยเพื่อพัฒนาชุด กิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรม ที่สร้างกับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนมัธยมศึกษา ตอนต้นเพื่อศึกษาผลการเรียนรู้และความพึงพอใจ ของนักเรียน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ
2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำตามแนวทาง STEM Education โดยเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำตามแนวทาง STEM Education

### วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) และการทดลองใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่สร้างกับกลุ่มตัวอย่าง ใช้รูปแบบการวิจัยแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research)

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนน้ำผุด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 13 ตำบลน้ำผุด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ที่เลือกเรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีจำนวนนักเรียน 21 คน ประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 9 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 12 คน

#### ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และ 2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

สมมติฐานของการวิจัย ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ มีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยแบ่งออกเป็น 3 กิจกรรม คือ กิจกรรมที่ 1 นักสำรวจน้ำดี กิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์กังหันเปลี่ยนโลก และกิจกรรมที่ 3 สร้างสรรค์กังหันแบ่งปันความรู้ และประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมและตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยผู้เชี่ยวชาญ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 ข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นข้อสอบอัตนัย 5 ข้อ และตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยผู้เชี่ยวชาญ

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ซึ่งมี 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีรายการคำถาม 12 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 3 ข้อ

**ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย** แบ่งเป็น 5 ระยะ ดังนี้

**ระยะที่ 1** **สำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยศึกษาทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัย เช่น ศึกษาหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ศึกษาเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยทำการวิเคราะห์เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 [10] ของคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน ตัวชี้วัดที่ ม.3/1 สำรวจระบบนิเวศต่างๆ ในท้องถิ่นและอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบนิเวศ ม.3/1 วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ ในท้องถิ่น และเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา ม.3/3 อธิบายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน ม.3/5 อภิปรายปัญหาสิ่งแวดล้อม และเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหา ม.3/6 อภิปรายและมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณภาพน้ำ พบว่ามีเนื้อหาที่นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเรียนค่อนข้างน้อย แต่จากการพิจารณาตัวชี้วัดพบว่า ได้กำหนดให้นักเรียนต้องสำรวจ วิเคราะห์ปัญหา และอธิบายความรู้ที่ได้ รวมทั้งต้องอภิปราย และเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยจึงได้กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และออกแบบเนื้อหา

และกิจกรรมให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด และมาตรฐานการเรียนรู้โดยใช้บริบทของเนื้อหาเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพน้ำ นอกจากนี้ ศึกษาทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินผลการเรียนรู้แบบการประเมินตามสภาพจริงซึ่งนำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ด้วย รวมทั้ง ศึกษาการสร้างแบบประเมิน และแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อนำไปใช้ในการสร้างเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

**ระยะที่ 2** **ออกแบบและสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** ออกแบบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยชุดกิจกรรมมีองค์ประกอบ ดังนี้ หน้าที่ คำนำ สารบัญ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม ในแต่ละกิจกรรมมีหัวข้อ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม ไบบันท์กิจกรรม ไบความรู้ คำถามท้ายกิจกรรม และเกณฑ์ในการประเมินผลงาน ออกแบบและสร้างชุดกิจกรรมให้มีขนาดเท่ากับกระดาษ A5 ใช้ภาพประกอบ และภาพการ์ตูนเพื่อเสริมแรงและกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ เมื่อผู้วิจัยได้ร่างรูปแบบของกิจกรรมแล้วจึงได้ทำการทดลองใช้ชุดกิจกรรมในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการทำกิจกรรม เช่น การใช้เครื่องมือ การตรวจสอบคุณภาพน้ำ และปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมให้มีความเหมาะสม โดยแต่ละกิจกรรมให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อทำกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ในแต่ละกิจกรรมมีสาระสำคัญ ดังนี้

**กิจกรรมที่ 1** **นักสำรวจน้ำดี** (เวลา 150 นาที) จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ 1) สืบค้นและอธิบายลักษณะของแหล่งน้ำในบริเวณโรงเรียน 2) สืบค้นข้อมูลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 3)

อภิปรายปัญหาหน้าเสียและแนวทางการปรับปรุงคุณภาพน้ำ 4) ทดลองและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยกิจกรรมนี้ให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบแหล่งน้ำบริเวณโรงเรียน ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำซึ่งประกอบด้วย อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรดเบส ตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ด้วยชุดตรวจสอบออกซิเจนในน้ำ รวมทั้งศึกษาคุณสมบัติและลักษณะที่สังเกตจากแหล่งน้ำ แล้วบันทึกข้อมูลจากการสำรวจลงในใบบันทึกกิจกรรม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ร่วมกันสรุปผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำและอภิปรายแนวทางการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบบันทึกกิจกรรม ศึกษาใบความรู้ประกอบการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

**กิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์กังหันเปลี่ยนโลก** (เวลา 150 นาที) จุดประสงค์การเรียนรู้คือ 1) สืบค้นข้อมูลการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยการเติมอากาศในน้ำ 2) สืบค้นข้อมูลการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยกังหันชัยพัฒนา 3) ออกแบบและสร้างเครื่องเติมอากาศในน้ำอย่างง่าย โดยกิจกรรมนี้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยการเติมอากาศ หลักการทำงานของกังหันชัยพัฒนาโดยศึกษาจากใบความรู้ที่อยู่ในชุดกิจกรรม โดยกิจกรรมนี้ได้จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ไว้ให้นักเรียนเลือกนำมาใช้ในการสร้างผลงาน ประกอบด้วยมอเตอร์ สายไฟ ถ่านไฟฉาย ขวดน้ำขนาด 600 มิลลิลิตร กรรไกร มีด กาวร้อน ไม้เสียบลูกชิ้น และวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ ที่นักเรียนเลือกนำมาใช้เอง โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและสร้างเครื่องเติมอากาศในน้ำอย่างง่ายจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ ตั้งชื่อผลงาน กำหนดวัตถุประสงค์และออกแบบเครื่องเติมอากาศ กำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ เขียนขั้นตอนการสร้างเครื่องเติมอากาศลงในใบบันทึกกิจกรรมที่อยู่ในชุดกิจกรรม ศึกษาใบความรู้ประกอบการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

**กิจกรรมที่ 3 สร้างสรรค์กังหันแบ่งปันความรู้** (เวลา 150 นาที) จุดประสงค์การเรียนรู้คือ 1) ทดลองปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยใช้เครื่องเติมอากาศในน้ำอย่างง่าย 2) ทดลองและวิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังจากใช้เครื่องเติมอากาศในน้ำอย่างง่าย 3) นำเสนอเครื่องเติมอากาศในน้ำอย่างง่ายและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยกิจกรรมนี้ให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเครื่องเติมอากาศในน้ำอย่างง่ายที่สร้างขึ้นไปทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องที่แหล่งน้ำบริเวณโรงเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานมาจัดแสดง และนำเสนอผลงานในลักษณะของการเดินชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการให้คะแนนผลงานของแต่ละกลุ่ม หลังจากนั้นนักเรียนบันทึกผลในใบบันทึกกิจกรรม โดยสรุปผล อธิบายประโยชน์ที่ได้รับ ปัญหาที่พบ และแนวทางการแก้ปัญหา

การนำความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงเพื่อใช้ในการทำกิจกรรมสำหรับชุดกิจกรรมนี้สามารถสรุปได้ดังนี้

<p><b>วิทยาศาสตร์ (Science)</b></p> <p>เรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะของแหล่งน้ำในบริเวณโรงเรียน การตรวจสอบคุณภาพน้ำ เช่น อุณหภูมิ สี กลิ่น ความโปร่งใสของน้ำ (Transparency) ค่าความเป็นกรด เบส (pH) ค่า DO หรือ Dissolved Oxygen ซึ่งเป็นปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ แนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำ การปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยการเติมอากาศในน้ำ การปรับปรุงคุณภาพของน้ำด้วยกังหันชัยพัฒนา</p>	<p><b>เทคโนโลยี (Technology)</b></p> <p>เรียนรู้เกี่ยวกับ การใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ เช่น เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำ การวัดค่า pH ชุดตรวจสอบออกซิเจนในน้ำ เครื่องเติมอากาศแบบทุ่นลอย เครื่องมือในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ การนำวัสดุต่างๆ มาใช้ในการประดิษฐ์เครื่องเติมอากาศในน้ำ รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล และนำเสนองาน</p>
<p><b>วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)</b></p> <p>เรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องเติมอากาศในน้ำ (กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม) การปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรมอเตอร์สำหรับกังหันชัยพัฒนาการตรวจสอบประสิทธิภาพของผลงานและปรับปรุงแก้ไข</p>	<p><b>คณิตศาสตร์ (Mathematics)</b></p> <p>คำนวณค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand) ปริมาณ <math>O_2</math> ที่จุลินทรีย์ใช้ในการสลายสารอินทรีย์ในน้ำ การวัดอุณหภูมิของน้ำ เรียนรู้การวัดปริมาณเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำ การใช้รูปร่างรูปทรงต่างๆ ในการประดิษฐ์เป็นใบพัดของเครื่องเติมอากาศในน้ำ</p>

**ระยะที่ 3 ตรวจสอบและประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**โดยผู้เชี่ยวชาญนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย 1) อาจารย์มหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญด้านการวิจัยทางการศึกษาและการวัดผลประเมินผล 1 คน 2) อาจารย์มหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญด้านการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการทำวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 คน และ 3) ครูที่สอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 1 คน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาของชุดกิจกรรมโดยใช้แบบตรวจสอบความสอดคล้องที่ผู้วิจัยสร้าง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) ของทุกกิจกรรมมีค่าระหว่าง 0.67 - 1.00 หมายความว่า จุดประสงค์ของกิจกรรมและเนื้อหา มีความสอดคล้องกันทุกกิจกรรม หลังจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

คุณภาพของชุดกิจกรรม โดยใช้แบบประเมินคุณภาพแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ที่ผู้วิจัยสร้าง แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์แปลความหมาย ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 มีคุณภาพมากที่สุด 3.50 - 4.49 มีคุณภาพมาก 2.50 - 3.49 มีคุณภาพปานกลาง 1.50 - 2.49 มีคุณภาพน้อย และ 0.50 - 1.49 มีคุณภาพน้อยที่สุด ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ย 4.22 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 หลังจากนั้นได้ปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เช่น การใช้ภาษา การใช้คำถาม จัดรูปแบบให้เหมาะสม เพิ่มภาพประกอบ และปรับแก้ไขภาพประกอบให้มีขนาดใหญ่มากขึ้น และแก้ไขคำที่พิมพ์ผิด

จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคำถาม และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ผู้วิจัยสร้าง มีข้อสอบ จำนวน 45 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบ ปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ และข้อสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ ผลการตรวจสอบ ความสอดคล้องพบว่า มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ทุกข้อ จึงคัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปใช้จริง จำนวน 25 ข้อ โดยเป็นข้อสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ และข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยให้มีพฤติกรรมครบทั้ง 4 ด้าน

#### ระยะที่ 4 ทดลองใช้ชุดกิจกรรมเรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำกับนักเรียนที่เป็น กลุ่มตัวอย่าง

นำชุดกิจกรรมที่ได้ปรับปรุงแก้ไข ไปทดลอง ใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นกลุ่ม ตัวอย่าง จำนวน 21 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่สมัคร เรียนกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนนำผุด จังหวัดตรัง โดยผู้วิจัยได้ ทดลองใช้ชุดกิจกรรมและดำเนินการจัดกิจกรรม ในชั่วโมงกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ชุมนุมวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และปฏิบัติกิจกรรมในชั่วโมง ลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ของทางโรงเรียน โดยจัดกิจกรรม ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ถึง มกราคม พ.ศ. 2560 ดังนี้ กิจกรรมที่ 1 นักสำรวจน้ำดี ใช้เวลา 150 นาที (วันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ. 2559) กิจกรรมที่ 2 มห้ศจรรย์กัณฑ์เปลี่ยนโลก ใช้เวลา 150 นาที (วันที่ 29-30 ธันวาคม พ.ศ. 2559) และกิจกรรมที่ 3 สร้างสรรค์กัณฑ์แบ่งปันความรู้ ใช้เวลา 150 นาที (วันที่ 5-6 มกราคม พ.ศ. 2560) หลังจากจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ครบทั้ง 3 กิจกรรมแล้ว ในวันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2560 จึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และทำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยใช้เวลาในการทดลอง ทั้งหมด 3 สัปดาห์ จากนั้นนำข้อมูลที่เก็บรวบรวม ได้มาวิเคราะห์ผล

#### ระยะที่ 5 การวิเคราะห์ผล และสรุปผล การวิจัย

วิเคราะห์ข้อมูลผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งแบ่งเป็น (1) คะแนนเฉลี่ยที่ได้ของนักเรียน จากการปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรม 3 กิจกรรม และการตอบคำถามท้ายกิจกรรม 3 กิจกรรม (2) คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากการออกแบบ และประดิษฐ์เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ และ (3) คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยนำข้อมูล มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และร้อยละ (%) ตรวจสอบสมมติฐาน โดยนำคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนรู้ของนักเรียน มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด โดยใช้สถิติแบบ one-sample t-test

วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ การเรียนรู้โดยใช้แบบสอบถามซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจ น้อย และพึงพอใจน้อยที่สุด ตามลำดับ วิเคราะห์ ข้อมูลโดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยง เบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไป เปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 พึงพอใจมากที่สุด 3.50-4.49 คือ พึงพอใจมาก 2.50-3.49 คือ พึงพอใจปานกลาง 1.50-2.49 คือ พึงพอใจน้อย และ 0.50-1.49 พึงพอใจน้อยที่สุด ตามลำดับ และสำหรับแบบสอบถามตอนที่ 2 เป็นคำถาม ปลายเปิด วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และสรุปสาระสำคัญ



**ผลการวิจัย**

1. ผลการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่

กิจกรรมที่ 1 นักสำรวจน้ำดี กิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์กักกันเปลี่ยนโลก และกิจกรรมที่ 3 สร้างสรรค์กักกันแบ่งปันความรู้ โดยผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

รายการประเมิน	S.D.	ระดับคุณภาพ
<b>1. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>		
1.1 รูปแบบของกิจกรรมมีความน่าสนใจ	4.33	0.58 มาก
1.2 วัสดุอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ที่ใช้มีความเหมาะสมกับกิจกรรม	4.33	0.58 มาก
1.3 กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียน	4.67	0.58 มากที่สุด
1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4.33	0.58 มาก
1.5 การจัดกิจกรรมช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์	4.33	0.58 มาก
ค่าเฉลี่ย ด้านที่ 1	4.40	0.52 มาก
<b>2. ด้านเนื้อหา</b>		
2.1 เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างต่อเนื่อง	4.33	0.57 มาก
2.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.66	0.57 มาก
2.3 เนื้อหา มีรายละเอียดเพียงพอต่อการเรียนรู้	4.00	1.00 มาก
2.4 เนื้อหา มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.33	0.57 มาก
2.5 ตัวอย่างที่ใช้ประกอบกับเนื้อหามีความเหมาะสม	4.66	0.57 มากที่สุด
2.6 คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมมีความชัดเจน	3.67	1.57 มาก
ค่าเฉลี่ย ด้านที่ 2	4.21	0.52 มาก
<b>3. ด้านการใช้ภาษา</b>		
3.1 ภาษาที่ใช้ในชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	3.66	1.00 มาก
3.2 ภาษา มีความชัดเจน ไม่กำกวม	4.33	0.57 มาก
3.3 ภาษา มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.67	0.57 มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย ด้านที่ 3	4.22	0.63 มาก
<b>4. ด้านภาพประกอบ</b>		
4.1 ภาพมีความชัดเจนสื่อความหมายได้ชัดเจน	3.66	0.57 มาก
4.2 ภาพประกอบมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.57 มาก
4.3 ภาพปกมีความสวยงาม	4.67	0.57 มาก
ค่าเฉลี่ย ด้านที่ 4	4.22	0.80 มาก

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	S.D.	ระดับคุณภาพ	
<b>5. ด้านคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับ</b>			
5.1 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์	4.33	0.58	มาก
5.2 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะการแก้ปัญหา	4.00	0.00	มาก
5.3 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการสืบเสาะหาความรู้	4.00	0.00	มาก
5.4 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน	4.33	0.57	มาก
5.5 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ และประดิษฐ์ชิ้นงาน	4.33	0.57	มาก
5.6 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารแนวคิด	4.20	0.00	มาก
5.7 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนมีความชอบในวิชาวิทยาศาสตร์	4.33	0.57	มาก
ค่าเฉลี่ย ด้านที่ 5	4.21	0.61	มาก
<b>ค่าเฉลี่ยการประเมินคุณภาพรวม 5 ด้าน</b>	<b>4.22</b>	<b>0.61</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 1 แสดงว่า คุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในภาพรวม มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.22 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 ทั้งนี้ เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ด้านการใช้ภาษา ด้านภาพประกอบ และด้านคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

**2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ**

นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการทดลองใช้ชุดกิจกรรมกับนักเรียนจำนวน 21 คน ประกอบด้วย การตรวจใบกิจกรรม การตรวจการตอบคำถาม ท้ายกิจกรรม การประเมินผลการออกแบบและการประดิษฐ์เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ และการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ผลการเรียนรู้	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.
1. การปฏิบัติกิจกรรมและตอบคำถามท้ายกิจกรรม	60	49.10	81.83	5.08
2. การประดิษฐ์เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ	20	15.33	76.65	2.56
3. การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน	20	10.43	52.15	2.50
ค่าเฉลี่ย (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)	100	74.86	74.86	5.73

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 74.86 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.73

นำข้อมูลร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด โดยวิเคราะห์ค่าสถิติแบบค่าที่ t-test for One Sample ได้ผลดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

รายการ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig
ผลการเรียนรู้ของนักเรียน	21	74.86	5.73	3.885*	.000

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 74.86 ซึ่งสูงกว่าค่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมเรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำตามแนวทางสะเต็มศึกษาแสดงดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ความพึงพอใจ
1. เนื้อหามีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.27	0.12	มาก
2. ตัวอย่างที่ใช้ประกอบกับเนื้อหามีความเหมาะสม	4.45	0.73	มาก
3. ชุดกิจกรรมมีความสวยงาม	4.31	0.74	มาก
4. ภาพปกมีความสวยงาม	4.09	1.06	มาก
5. ภาพประกอบเนื้อหาช่วยให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น	4.18	0.75	มาก
6. อุปกรณ์เพียงพอต่อการปฏิบัติการทดลอง	3.72	1.16	มาก
7. กิจกรรมมีความน่าสนใจ	4.27	0.73	มาก
8. กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.36	0.70	มาก
9. กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี	4.22	1.02	มาก
10. กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	4.18	0.85	มาก
11. กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์	4.13	1.03	มาก
12. สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน	4.31	0.89	มาก
13. กิจกรรมชวนคิด ชวนติดตาม นำศึกษาค้นคว้า	4.45	0.80	มาก
14. เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.40	0.85	มาก
15. รูปแบบของเล่มชุดกิจกรรมมีความน่าสนใจชวนอ่าน	4.27	0.83	มาก
16. อยากให้มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบนี้อีก	4.54	0.59	มากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.24</b>	<b>0.81</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำอยู่ในระดับมาก

### สรุปและอภิปรายผล

1. ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยผู้เชี่ยวชาญ มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจาก กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ผูกทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสืบเสาะหาความกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบและประดิษฐ์ชิ้นงาน นอกจากนี้กิจกรรมยังส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารแนวคิด ได้ทำงานร่วมกัน ได้เรียนรู้ร่วมกันโดยใช้ชุดกิจกรรม และเนื้อหาของกิจกรรมมีความยากง่าย เหมาะสมกับระดับช่วงชั้น เนื้อหามีความทันสมัย น่าสนใจ และเนื้อหาในชุดกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน รวมทั้งมีภาพประกอบ ทำให้ชุดกิจกรรมมีรูปแบบที่สร้างความสนใจให้กับนักเรียน นอกจากนี้ กิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง และได้เรียนรู้ร่วมกันผ่านการทำกิจกรรมกลุ่ม เช่น การแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำโดยการสร้างเครื่องเติมอากาศในน้ำแบบทุ่นลอยโดยมีแนวคิดตามหลักการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนา สอดคล้องกับแนวคิดของ Koehler, Faraclas, Giblin, Moss และ Kazerounian [11] ที่กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำเนื้อหาความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ อีกทั้งกิจกรรมมีความหลากหลายสร้างความสนใจแก่ผู้เรียน

และส่งเสริมให้นักเรียนมีการบูรณาการความรู้ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์มาแก้ไขปัญหาและออกแบบชิ้นงาน

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.90 สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มมีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันแก้ไขปัญหาโดยการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา นำเสีย มีการนำเอาหลักการของโครงการกังหันชัยพัฒนา มาเป็นแนวทางแก้ในการแก้ปัญหา จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนให้ได้ลงมือปฏิบัติ และมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนมีความรู้ในเรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรม เช่น กิจกรรมที่ 1 ได้ให้นักเรียนสำรวจแหล่งน้ำ และวิเคราะห์คุณภาพน้ำ นักเรียนได้เรียนรู้การใช้วัสดุอุปกรณ์ในการตรวจสอบค่า DO (Dissolved Oxygen) คือ ค่าร้อยละของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ด้วยชุดตรวจสอบออกซิเจนของน้ำ นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกตสี กลิ่น สิ่งมีชีวิตบริเวณแหล่งน้ำ วัดอุณหภูมิของน้ำโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ และนักเรียนได้อภิปรายแนวทางการปรับปรุงคุณภาพน้ำ กิจกรรมที่ 2 นักเรียนได้ออกแบบและสร้างเครื่องเติมอากาศแบบทุ่นลอยจากวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่หาได้ง่าย ราคาไม่แพง เช่น มอเตอร์ สายไฟ ถ่านไฟฉาย กรรไกร กาวร้อน ขวดน้ำพลาสติก และไม้เสียบลูกชิ้น ซึ่งเป็นวัสดุที่นักเรียนสามารถนำมาสร้างเครื่องเติมอากาศแบบง่ายได้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนได้ศึกษาไปความรู้เรื่องการเติมอากาศในน้ำและกังหันชัยพัฒนาประกอบการทำกิจกรรม กิจกรรมที่ 3 ได้ให้นักเรียนนำเครื่องเติมอากาศที่สร้างไปทดสอบประสิทธิภาพ

โดยการนำไปทดลองใช้ในบริเวณแหล่งน้ำในโรงเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน และจัดแสดงผลงานบนโต๊ะจัดแสดง แล้วให้นักเรียนแต่ละคนได้เดินชมผลงานของเพื่อนๆ แล้วอภิปรายความรู้ร่วมกัน ทั้งนี้ในการจัดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมนั้น นักเรียนต้องบันทึกข้อมูลต่างๆ ลงในใบบันทึกกิจกรรมที่อยู่ในชุดกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรมเพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจและประเมินผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ จากการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามท้ายกิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรม ผลปรากฏว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.83 และคะแนนที่ได้จากการประดิษฐ์เครื่องเติมอากาศอย่างง่าย มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 76.65 แต่ทั้งนี้ นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 52.15 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยทั้ง 3 ส่วนมารวมกันพบว่า นักเรียนทั้งหมดได้คะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 74.90 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยตนเอง นักเรียนได้บูรณาการความรู้ที่มีทั้งด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ รวมทั้งการนำเอาความรู้ของเทคโนโลยีเพื่อการปรับปรุงคุณภาพน้ำมาใช้แก้ปัญหาและสร้างผลงานตามกระบวนการของสะเต็มศึกษา เพื่อสร้างสรรค์ผลงานเครื่องเติมอากาศในน้ำอย่างง่าย พบว่านักเรียนสามารถบูรณาการความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา นักเรียนได้ออกแบบเครื่องเติมอากาศในน้ำอย่างง่าย ซึ่งใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมและมีการนำความรู้เรื่องเทคโนโลยีจากการสืบค้นข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ หรืออินเทอร์เน็ตมาใช้ในการสร้างผลงาน นักเรียนได้ใช้ประสบการณ์ความรู้ที่มีจากการได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองมาใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมและสร้างสรรค์ชิ้นงาน

นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันจึงทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน วางแผนการทำงานและแก้ปัญหาพร้อมกัน สอดคล้องกับมนตรี จุฬาวัฒนทล [12] ที่ได้กล่าวไว้ว่าสะเต็มศึกษาไม่เพียงเป็นการสอนให้เน้นการท่องจำเป็นหลักแต่จะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหา และสร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญๆ ที่พบในชีวิตจริง เรียกได้ว่าเป็นการเชื่อมโยงความรู้จากในตำราสู่ชีวิตจริง ซึ่งนั่นจะทำให้ผู้เรียนเล็งเห็นความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีมากขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว [13] ที่ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเรื่องอ้อย พบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพราะหลักสูตร STEM ที่พัฒนาขึ้นมีการบูรณาการที่เชื่อมโยงเนื้อหาและกระบวนการของ 4 รายวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันโดยใช้บริบทเป็นเรื่องรอบตัวที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียนทำให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาและสิ่งต่างๆ รอบตัวอย่างมีความหมายมนตรี จุฬาวัฒนทล [12] ได้กล่าวว่าแนวทางในการวัดและประเมินผลการเรียนที่เรียนโดยแนวทางสะเต็มนั้นจะต้องประเมินทั้งสาระความรู้และทักษะในการคิดวิเคราะห์และการปฏิบัติแบบนี้วิทยาศาสตร์ด้วย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [2] ได้กล่าวว่าเมื่อผ่านการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์สามารถเชื่อมโยงแนวคิดกับปัญหาในเชิงรูปธรรม

ประยุกต์ความรู้และทักษะในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตจริง สื่อสารแนวคิดและทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดทักษะที่นำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเองและการเรียนรู้ตลอดชีวิต

3. ความพึงพอใจในภาพรวมของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชุดกิจกรรมมีการนำเสนอเนื้อหาที่เข้าใจง่าย เหมาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีภาพประกอบเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจน กิจกรรมมีความหลากหลาย และนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ผ่านการทำงานกลุ่ม เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ กิจกรรมเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เรียนรู้นอกห้องเรียน นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพน้ำและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งเป็นการฝึกกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ ทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งเป็นหลักการของสะเต็มศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับเจตนิ อีนาถ [3] ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมหัตถกรรมรายงาพารา โดยใช้แนวการสอน STEM พบว่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นเน้นการให้อิสระในการคิด เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบนวัตกรรม สอดคล้องกับที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กล่าวไว้ว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่อาศัยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based

Learning) โดยมีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ตลอดจนเห็นความสำคัญและเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้นวัตกรรม คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพในอนาคต การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเน้นการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) เพื่อให้ผู้เรียนฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบในการค้นคว้าหาความรู้ การแก้ปัญหา หรือสร้างเทคโนโลยีหรือนวัตกรรม [14]

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ควรให้ความรู้พื้นฐานกับนักเรียนเกี่ยวกับการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ควรสอนวิธีการใช้อุปกรณ์เบื้องต้นให้แก่ นักเรียนก่อนทำกิจกรรม เช่น ชุดตรวจสอบออกซิเจนในน้ำ การใช้เทอร์โมมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของน้ำ เพื่อป้องกันอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและประดิษฐ์ชิ้นงานเสียหาย

1.2 ควรให้คำแนะนำแก่นักเรียนเกี่ยวกับการทำกิจกรรมนอกห้องเรียน การสร้างระเบียบวินัยในการทำงานร่วมกัน และปฏิบัติตามตามเงื่อนไขของการเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด

1.3 ควรมีการเสริมแรงทางบวกให้กับนักเรียน เช่น มีการประกวดและให้ของรางวัล เพื่อเป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการประดิษฐ์สร้างสรรค์ผลงาน

#### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนาชุดกิจกรรมกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยด้วยการสัมภาษณ์และประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21

2.2 ควรพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่สอดคล้องกับบริบทในห้องเรียนของนักเรียนให้นักเรียนได้กำหนดปัญหา สถานการณ์ต่างๆ

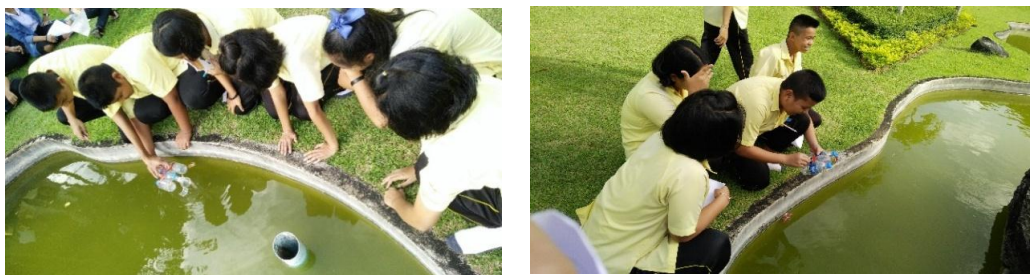
ด้วยนักเรียนเอง และเพื่อให้เกิดความหลากหลายของการแก้ปัญหา และการสร้างผลงานต่างๆตามแนวคิดของนักเรียน



ภาพที่ 1 นักเรียนแต่ละกลุ่มประดิษฐ์เครื่องเติมออกซิเจนในน้ำ



ภาพที่ 2 ตัวอย่างผลงานเครื่องเติมอากาศแบบทุ่นลอยของนักเรียน



ภาพที่ 3 นักเรียนทำกิจกรรมทดสอบประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศแบบทุ่นลอย

## เอกสารอ้างอิง

- [1] วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- [2] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม Science Technology Engineering and Mathematics Education ช่วงชั้นที่ 1 – ช่วงชั้นที่ 4*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- [3] เกติณี อินตา; ภาณุวัฒน์ ชัยวร; และ โอนดาซ์ รัชเวทย์. (2558). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง “มหัศจรรย์ยางพารา” โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารครูพิบูล*. 2(ฉบับพิเศษที่ 1): 132-141.
- [4] กรมควบคุมมลพิษ. (2558). *รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2557*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.
- [5] กรุงเทพมหานคร. (2551). *กังหันชัยพัฒนา: น้ำพระราชหฤทัย น้ำใส ให้ชีวิต*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานคร.
- [6] ทิศนา แคมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 16. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [7] น้ำฝน คูเจริญไพศาล; สุรเชษฐ์ หิรัญสถิตย์; ณัฏฐา สบเหมาะ; และ วรณลดา ห้วยกัญจน์. (2556, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาศาสตร์และเทคโนโลยี)*. 5(10): 1-19.
- [8] น้ำฝน คูเจริญไพศาล; กนกวรรณ ผิวเหมาะ; บุษพร โนนเป็อย; และ ประญา เหลืองแดง. (2559, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลายกรด-เบสโดยเน้นกระบวนการคิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*. 8(16): 16-28.
- [9] น้ำฝน คูเจริญไพศาล; กิ่งแก้ว แก้วทิพย์; คุณัญญา นงศ์นวล; และ ปิยลักษณ์ หะริตวัน. (2560, มกราคม-มีนาคม). ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการแปรรูปน้ำยางพารา ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM). *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 19(1): 23-37.
- [10] กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2559, จาก [https://www.curriculum51.net/upload/cur\\_20081218150852.pdf](https://www.curriculum51.net/upload/cur_20081218150852.pdf)
- [11] สิริภา กิจเกื้อกุล. (2558, เมษายน-มิถุนายน). สะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 17(2): 201-207.
- [12] มন্ত্রী จุฬารัตนพล. (2556, พฤษภาคม-ธันวาคม). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors). *นิตยสาร สสวท*. 42(185): 14-18.
- [13] ศิริลักษณ์ ขาวลุ่มบัว. (2558, มกราคม-เมษายน). การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเรื่องอ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศึกษาศาสตร์*. 26(1): 224-236.
- [14] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *มาตรฐานสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: ชักเชสพับลิเคชัน.