

# Evaluate the Efficiency of the Manual of Artifacts Water Rocket by STEM Education Project Approaches for Higher Elementary Students

Sathaphorn Ruengrung<sup>1\*</sup>

---

**Received:** November 30, 2022 **Revised:** December 20, 2022 **Accepted:** December 21, 2022

## Abstract

Educational water rockets are activities that create and integrate science skills and knowledge for higher elementary students. The purpose of this study were to: 1) construct and determine the efficiency of the manual of artifacts Water rocket by STEM education project approaches. 2) compare the pre-test and post-test academic achievement and 3) study students' satisfaction towards the manual of artifacts Water rocket by STEM education project approaches. The target audience used in the study were 20 students in Prathomsuksa 5 of the academic year 2022, Ban Kum School, Ubon Ratchathani Primary Educational Service Area Office 3. The instruments used were; 1) the manual of artifacts Water rocket by STEM education project approaches; 2) pre-test and post-test academic achievement test and 3) the students' satisfaction evaluation form. The data were analyzed by percentage, mean, standard deviation, using the formula ( $E_1/E_2$ ) and Dependent t-test. The findings indicated that; 1) the manual of artifacts Water rocket by STEM education project approaches had an efficiency was 79.17/75.75 which was higher than the 75/75 established criteria. 2) the students' mean score on the post-test on learning achievement was higher than the pre-test mean score at the significant level of .01 and 3) the overall students' satisfaction towards the manual of artifacts Water rocket by STEM education project approaches had rated in very high levels (mean=4.55, S.D.=0.52).

**Keyword:** Efficiency; The Manual of Artifacts Water Rocket; STEM Education Project Approaches

---

<sup>1</sup> Ban Kum School, Ubon Ratchathani

\* Corresponding author e-mail: win.physics.1996@gmail.com

# การหาประสิทธิภาพคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอน โครงการสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

สกภาพ เรืองรุ่ง<sup>1</sup>

รับบทความ: 30 พฤศจิกายน 2565 แก้ไขบทความ: 20 ธันวาคม 2565 รับตีพิมพ์: 21 ธันวาคม 2565

## บทคัดย่อ

จรวดขวดน้ำเพื่อการศึกษา เป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดการบูรณาการทักษะและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ แก่เด็กและเยาวชน การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการสะเต็มศึกษา 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อใช้คู่มือ การประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการสะเต็มศึกษา และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มี ต่อคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านกุ่ม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การหาค่าประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) และ t-test ผลการวิจัย พบว่า 1) ประสิทธิภาพของคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย มีค่าเท่ากับ 79.17/75.75 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด (mean=4.55, S.D.=0.52)

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพ; คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ; โครงการสะเต็มศึกษา

<sup>1</sup> โรงเรียนบ้านกุ่ม อุบลราชธานี

\* Corresponding author e-mail: win.physics.1996@gmail.com

## บทนำ

สภาพปัญหาของผู้เรียนและการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอลำเจ็ดยี่ม จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งจากการสัมภาษณ์ผู้อำนวยการโรงเรียน และคณะครู พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ในระดับที่ยังไม่น่าพอใจ นักเรียนในระดับประถมศึกษา โดยเฉพาะนักเรียนในช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6) ยังขาดทักษะกระบวนการที่สำคัญในการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้เรียนรู้มาใช้ในชีวิตประจำวัน และจากการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน โดยใช้กิจกรรมปฐมนิเทศก่อนเรียน พบว่า นักเรียนร้อยละ 80 ต้องการให้ครูสอนแบบได้ลงมือปฏิบัติจริง เช่น มีการสร้างชิ้นงาน มีการทดลอง มีการประดิษฐ์ที่สามารถทำและแก้ปัญหาได้จริง และใช้สิ่งของที่หาได้ในท้องถิ่นมาสร้างของเล่น เป็นต้น

กิจกรรมจรวดขวดน้ำเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดการบูรณาการทักษะ และความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ แก่เด็กและเยาวชน ที่จะสามารถพัฒนาและต่อยอดกระบวนการคิดและเรียนรู้ของเยาวชนให้ต่อเนื่องสู่การเป็นนักคิดแบบวิทยาศาสตร์ (National Science Museum Thailand, 2022) เป็นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง (Hayeebaka, Jarong, & Dasaesamoh, 2014) สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (Ministry of Education, 2008) โดยครูผู้สอนสามารถนำกิจกรรมจรวดขวดน้ำมาใช้บูรณาการ เช่น ใช้ประกอบการสอน ทำกิจกรรมหรือโครงการ เพื่อกระตุ้นส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เกิดความรักและความสนใจในวิทยาศาสตร์ เต็มเต็มความอยากรู้อยากเห็นที่เกิดขึ้น จุดประกายการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ตลอดจนมีความสุขสนุกสนานกับการเรียนวิทยาศาสตร์ (Singsanae, 2006)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน STEM-Project Based Learning เป็นการนำขั้นตอนมาบูรณาการร่วมกันทั้งโครงงานเป็นฐาน (PBL) และสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ แก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง สร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิต และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในอนาคต การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด 2) ชั้นรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา 4) ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา 5) ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง 6) นำเสนอผลงาน (Visetsuvarnabhumi, 2019) สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (National STEM Education Center, 2015) สอดคล้องกับการเรียนรู้สะเต็มผ่านกระบวนการ 6 ขั้นตอน (Ladachart & Ladachart, 2022) และสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน STEM-Project Based Learning (Klomim, 2016) ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่สัมพันธ์กับความเป็นจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้จากปริบทที่เป็นจริง (Polyiem, 2018) สอดคล้องกับการศึกษาของ Ruengrung, Sukmas, and Kaewtubtim (2020) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างคู่มือการสร้างชุดทดลองตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า คู่มือการสร้างชุดทดลองมีประสิทธิภาพทางการศึกษา 78.53/73.90 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อคู่มือการสร้างชุดทดลองในระดับมาก และการศึกษาของ Ruengrung (2022) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่น มีประสิทธิภาพทางการศึกษา 70.62/72.06 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นในระดับมาก ซึ่งจะเห็นได้ว่าการบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (โครงงานสะเต็มศึกษา) สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้

จากปัญหาและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการจัดทำและหาประสิทธิภาพคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำขึ้นมา โดยนำขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษามาใช้เป็นขั้นตอนในการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียนในรูปแบบการเรียนรู้ที่นักเรียนเสนอมา และตอบสนองนโยบายของโรงเรียนด้านการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

## การทบทวนวรรณกรรม

### กรอบแนวคิด

#### ตัวแปรจัดกระทำ (ตัวแปรอิสระ)

คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ  
ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา  
สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย



#### ตัวแปรตาม

1. ประสิทธิภาพของคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา
2. ความพึงพอใจที่มีต่อคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

## วิธีการวิจัย

### กลุ่มเป้าหมาย

เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านกุ่ม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 ที่เรียนในรายวิชา ว15101 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 20 คน

### การสร้างและหาคุนภาพเครื่องมือ

1. การสร้างคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอโขงเจียม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและศึกษาจุดประสงค์รายวิชา ว15101 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยที่ 2 แรงและพลังงาน เรื่อง แรงลัพธ์ และแรงเสียดทาน (แรงต้านอากาศ) เพื่อใช้ในการจัดทำคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา

1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา จากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำเนื้อหา

1.3 สร้างคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา จำนวน 1 ฉบับ ประกอบด้วย บทที่ 1 สารสำคัญ ได้แก่ โครงการงานสะเต็มศึกษา บทที่ 2 การประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา ได้แก่ ใบกิจกรรมที่ 1 ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด ใบกิจกรรมที่ 2 รวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ใบกิจกรรมที่ 3 ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา ใบกิจกรรมที่ 4 ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา ใบกิจกรรมที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุง ใบกิจกรรมที่ 6 นำเสนองานโดยใช้กระดาษชาร์ต ขนาด 80 x 110 เซนติเมตร

กิจกรรมการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษาในขั้นที่ 6

นำเสนองานโดยใช้กระดาษชาร์ต ขนาด 80 x 110 เซนติเมตร

1. ให้นักเรียนนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์กระดาษชาร์ต ที่ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้โดยสังเขป

1.1 ชื่อชิ้นงาน (บอกชื่อสิ่งประดิษฐ์)

1.2 ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด (ปัญหาคืออะไร ทำไมเราจึงสิ่งประดิษฐ์ชนิดนี้ ระบุประเภทของจรวดที่ต้องการประดิษฐ์ขึ้นพร้อมเหตุผล)

1.3 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ แรงลัพธ์ การเขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุ หลักการของจรวดขวดน้ำ)

1.4 ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา (ร่างภาพขั้นตอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ เลือกว่าวัสดุ อุปกรณ์)

1.5 ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา (ลงมือสร้างสิ่งประดิษฐ์)

1.6 ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง (นำสิ่งประดิษฐ์ที่ทำเรียบร้อยแล้วนำไปทดสอบยิง พร้อมทั้งบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นขณะทดสอบ ครู สังเกตและประเมินการประดิษฐ์ พร้อมให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไข)

2. ให้นักเรียนส่งสิ่งประดิษฐ์ พร้อมนำเสนอโดยใช้กระดาษชาร์ต ขนาด 80 x 110 cm

ภาพที่ 2 ตัวอย่างกิจกรรมการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษาในขั้นที่ 6

1.4 นำคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินคู่มือซึ่งแบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน ด้านภาษาที่ใช้การจัดรูปเล่มและการพิมพ์จำนวน 1 ท่าน และด้านการวิจัยและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพความเหมาะสมในด้านเนื้อหา ภาษาที่ใช้การจัดรูปเล่ม และการพิมพ์ ตรวจสอบความถูกต้องและประเมินคุณภาพก่อนนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.5 นำผลการประเมินคุณภาพคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ของ Srisa-Ard (2013) ค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีค่าตั้งแต่ 3.67 ขึ้นไป และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 แสดงว่าองค์ประกอบของคู่มือมีความเหมาะสมสอดคล้องกัน มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 เมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้วอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

1.6 นำคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาที่ปรับปรุงแก้ไขเป็นฉบับสมบูรณ์แล้วไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอยางเจียม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 จำนวน 20 คน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ว15101 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยที่ 2 แรงและพลังงาน เรื่อง แรงลัพธ์ และแรงเสียดทาน (แรงต้านอากาศ) เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์ เนื้อหาวิชา เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา รวมจำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 (เนื่องจากความไม่พร้อมเรื่องกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ ผู้วิจัยจึงพิจารณาหาคุณภาพเครื่องมือเฉพาะค่า IOC)

3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของ Likert (Likert Scale) จำนวน 10 ข้อ โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาแนะแนวและให้คำปรึกษา รวมจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบ (Index of Consistency: IC) (เนื่องจากความไม่พร้อมเรื่องกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ ผู้วิจัยจึงพิจารณาหาคุณภาพเครื่องมือเฉพาะค่า IC)

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยได้อธิบายชี้แจงทำข้อตกลงกับนักเรียนเรื่อง รูปแบบการเรียน เวลาเรียน และวิธีการในการเรียนในสัปดาห์แรกของการจัดการเรียนรู้ในหน่วยที่ 2 แรงและพลังงาน

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยนักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับก่อนเรียน) ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขแล้วใช้เวลา 1 ชั่วโมง ในการทำแบบทดสอบ

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอลำเจ็ดยักษ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 ใช้เวลาสอน 6 สัปดาห์ (2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์) รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดังตารางที่ 1 โดยนักเรียนศึกษาข้อมูลจากคู่มือและทำใบกิจกรรมตามขั้นตอนโครงการสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการสะเต็มศึกษา

สัปดาห์ที่	กิจกรรมการเรียนรู้
1	ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนโดยวิธีจับสลาก และให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการสะเต็มศึกษา และทำใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ขั้นที่ 1 โดยให้นักเรียนระบุปัญหาหรือข้อคำถามที่สงสัย เช่น จะทำจรวดขวดน้ำประเภทความไกล ประเภทความแม่นยำ และประเภทความสวยงาม ทำแบบไหน และทำจากอะไรบ้าง และระบุประเภทของจรวดที่ต้องการประดิษฐ์ขึ้น พร้อมเหตุผล
2	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ขั้นที่ 2 โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับแรงลัพธ์ การเขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุ หลักการของจรวดขวดน้ำ และสืบค้นข้อมูลวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์ก่อนหน้าของการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำจากบทความวิจัย บทความวิชาการ วิกิพีเดียออนไลน์ เป็นต้น
3	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ขั้นที่ 3 โดยให้นักเรียนเขียนแผนผังขั้นตอนการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ พร้อมให้เหตุผลที่เลือกใช้วัสดุนั้น เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อจรวดขวดน้ำ และแผนภาพส่วนประกอบของจรวดขวดน้ำ และระบุตัวแปรทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
4	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ขั้นที่ 4 โดยนักเรียนลงมือประดิษฐ์ขั้นตอนที่ออกแบบไว้ในขั้นที่ 3 บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างประดิษฐ์ พร้อมถ่ายภาพทุกขั้นตอน แล้วนำมาจัดเรียงตามขั้นตอน และสร้างแบบประเมินตามตัวอย่างในคู่มือ
5	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ขั้นที่ 5 โดยให้นักเรียนนำจรวดขวดน้ำที่ทำเรียบร้อยแล้วนำไปทดสอบยิง พร้อมทั้งบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นขณะทดสอบ ครูสังเกตและประเมินการประดิษฐ์ พร้อมให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไข ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาที่ทำให้จรวดขวดน้ำไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ประเมิน และทดสอบยิงดูอีกครั้งพร้อมบันทึกผลการทดสอบ
6	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ขั้นที่ 6 การนำเสนองานโดยใช้กระดาษชาร์ต ขนาด 80 x 110 เซนติเมตร พร้อมชิ้นงาน ดังตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 6 แล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียนให้นักเรียนประเมินตนเอง ประเมินเพื่อนกลุ่มอื่น และครูร่วมประเมิน ดังภาพที่ 2

4. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แล้วให้นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียน โดยนักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับหลังเรียน) และประเมินความพึงพอใจที่มีต่อคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ตามเกณฑ์ 75/75 โดยหาค่าร้อยละ
2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที
3. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพคู่มือ ผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย สรุปผลได้ดังนี้

**ตารางที่ 2** ผลการหาประสิทธิภาพของคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

การหาประสิทธิภาพ	Total	mean	S.D.	ประสิทธิภาพ (%)
ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ )	30	23.75	2.36	79.17
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ )	20	15.15	1.53	75.75
<b>คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา</b>				<b>79.17/75.75</b>

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา พบว่า คะแนนเฉลี่ยใบกิจกรรมการสร้างสิ่งประดิษฐ์ 6 กระบวนการระหว่างเรียน ( $E_1$ ) มีค่าเท่ากับ 23.75 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.36 ค่าประสิทธิภาพ คิดเป็นร้อยละ 79.17 และส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนหรือผลลัพธ์ ( $E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 15.15 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.53 ค่าประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 75.75 สรุปได้ว่าคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 79.17/75.75 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 75/75

**ตารางที่ 3** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนและหลังการใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

การทดสอบ	N	mean	S.D.	t-test	p-value
ก่อนเรียน	20	9.20	1.82	35.051**	.000
หลังเรียน	20	15.15	1.53		

\*\*p<.01

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน โดยการคำนวณ (t-test=35.051) ซึ่งมากกว่าค่า (t-test=2.5395) ในตาราง สรุปได้ว่าคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**ตารางที่ 4** ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	mean	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำมีภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย	4.37	0.66	มาก
2. คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำมีข้อมูล เนื้อหา ครบถ้วนสมบูรณ์	4.32	0.46	มาก
3. การเรียนโดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำทำให้นักเรียนได้ประดิษฐ์จรวดขวดน้ำด้วยตนเอง	4.63	0.48	มากที่สุด
4. การเรียนโดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำทำให้มีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น	4.37	0.58	มาก
5. การเรียนโดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำได้ใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ที่หลากหลาย	4.47	0.59	มาก
6. การเรียนโดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำทำให้นักเรียนเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ของจรวดขวดน้ำได้ง่ายยิ่งขึ้น	4.52	0.49	มากที่สุด
7. การเรียนโดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำทำให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบเชิงวิศวกรรม และคณิตศาสตร์	4.68	0.46	มากที่สุด
8. การเรียนโดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำทำให้นักเรียนมีความรู้ เรื่อง แรงลัพธ์ และแรงเสียดทานมากขึ้น	4.75	0.44	มากที่สุด

ตารางที่ 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	mean	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
9. การเรียนโดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่	4.58	0.49	มากที่สุด
10. การเรียนโดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำทำให้มีความสนุกสนาน	4.84	0.36	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.55</b>	<b>0.52</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมคะแนนความพึงพอใจของนักเรียนเท่ากับ 4.55 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52 จากการแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด และพบว่ารายการประเมินความพึงพอใจที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือรายการประเมินที่ 10 การเรียนโดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำทำให้มีความสนุกสนาน มีคะแนนเท่ากับ 4.84 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36 รองลงมาเป็นรายการประเมินที่ 8 การเรียนโดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำทำให้นักเรียนมีความรู้ เรื่อง แรงลัพธ์ และแรงเสียดทานมากขึ้น มีคะแนนเท่ากับ 4.75 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 และรายการประเมินความพึงพอใจที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ รายการประเมินที่ 2 คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์มีข้อมูล เนื้อหา ครบถ้วนสมบูรณ์ มีคะแนนเท่ากับ 4.32 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลการหาประสิทธิภาพของคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 79.17/75.75 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 75/75 จากการทดสอบหาประสิทธิภาพคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ พบว่า คะแนนเฉลี่ยใบกิจกรรมการสร้างชุดทดลอง 6 ขั้นตอนระหว่างเรียน มีค่าเท่ากับ (mean=23.75, S.D.=2.36) ค่าประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 79.17 และส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ (mean=15.15, S.D.=1.53) ค่าประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 75.75 สรุปได้ว่าคู่มือที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 79.17/75.75 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 75/75 เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาและสร้างคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา โดยศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งจากหนังสือ บทความวิจัย บทความวิชาการ และอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้ ยังเข้ารับการอบรมด้านการสอนและนวัตกรรมการสอนจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่จัดขึ้นทั้งออนไลน์และออนไซต์ แล้วนำมาใช้ในการวิเคราะห์และสร้างคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ

ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา รวมถึงออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้จรวดขวดน้ำเพื่อการศึกษา และแบบทดสอบที่ใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้มาตรฐานที่ มาตรฐาน ว 2.2 (Ministry of Education, 2008) จุดประสงค์การเรียนรู้ ตัวชี้วัดของหลักสูตร ระดับ ความรู้ ความสามารถของผู้เรียน โดยมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้คำแนะนำทุกขั้นตอน สำหรับคู่มือ การประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมตามขั้นตอน โครงการงานสะเต็มศึกษาดังตารางที่ 1 เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมอย่างมีแนวทาง และขั้นตอนที่ถูกต้อง เหมาะสม ทำให้กิจกรรมการเรียนดำเนินไปด้วยดี นักเรียนได้ใช้และทบทวนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบเชิงวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในการสร้างจรวดขวดน้ำให้มีความสมบูรณ์ และสามารถแข่งขันกับเพื่อนกลุ่มอื่นได้ นักเรียนมีแรงกระตุ้นที่จะเรียนรู้ โดยไม่เกิดความเบื่อหน่าย เรียนรู้ อย่างสนุกสนาน สามารถลงมือปฏิบัติเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงทำให้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอน โครงการงานสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด สอดคล้องกับการ ศึกษาของ Kharoendee, Khamhaengpol, and Pansuppawat (2022) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร เพื่อพัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.00/80.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Phonlek, Khamhaengpol, and Suwannatrain (2021) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตเพื่อพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งพบว่า มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.86/80.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 75/75 นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับการศึกษา ก่อนหน้าของผู้วิจัยที่ศึกษาประสิทธิภาพของคู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุในท้องถิ่นตามขั้นตอน โครงการงานสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งพบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 70.62/72.06 เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้ (Ruengrung, 2022)

## 2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียนที่ ระดับ .01

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้คู่มือ การประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน โดยการคำนวณ ( $t\text{-test}=35.051$ ) ซึ่งมากกว่าค่า ( $t\text{-test}=2.5395$ ) ในตาราง สรุปได้ว่าคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน ประถมศึกษาตอนปลาย ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากนักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลที่ เกี่ยวข้องในการสืบค้น ข้อมูลด้วยตนเองจากอินเทอร์เน็ต หนังสือเรียน และจากบทความวิจัย วิดีทัศน์ ออนไลน์ เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน คือ แรงลัพท์ การเขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุ และเนื้อหา เพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการของจรวดขวดน้ำ นอกจากนี้ นักเรียนยังได้ใช้ความรู้ดังกล่าวในขั้นที่ 3-5 และ

บททวนเนื้อหาในชั้นที่ 6 นำเสนองาน ดังตารางที่ 1 ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Maneekanta (2021) ที่ได้ พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับ Sangket (2021) ที่ได้ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับการศึกษาของผู้นำวิจัยโดยใช้ การเรียนรู้แบบโครงงาน STEM BCG เพื่อแก้ไขปัญหาท้องถิ่นในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (Ruengrung (in press)) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอน ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ ประยุกต์ความรู้ และมีทักษะการเรียนรู้ จากการบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง และสร้าง ประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเองทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

### 3. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงงาน สะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายของนักเรียน

พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เนื่องจากคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ มีเนื้อหาและใบกิจกรรมกระบวนกรประดิษฐ์ตาม 6 ขั้นตอน ของโครงงานสะเต็มศึกษา ซึ่งได้เปิดโอกาส ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้ทำกิจกรรมเหมือนการทำงานของนักประดิษฐ์หรือนักวิทยาศาสตร์ใน การสร้างจรวดขวดน้ำที่เป็นของเล่นและเต็มไปด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในใบกิจกรรมมีการเรียนรู้ที่ หลากหลาย ทั้งการสืบค้นข้อมูล การรวบรวมข้อมูล การออกแบบ การคัดเลือกวัสดุในที่มีอยู่รอบ ๆ ตัว การทดสอบชิ้นงาน การแข่งขัน และการนำเสนอชิ้นงาน นักเรียนสนุกสนานกับการเรียนรู้ ทำให้นักเรียน เกิดความพึงพอใจในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Kharoendee et al. (2022) และ Phonlek et al. (2021) ที่นำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามาพัฒนานักเรียน ทั้งทักษะและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนในระดับมากที่สุด นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์รายการประเมินความพึงพอใจ พบว่า รายการประเมินความพึงพอใจที่มีคะแนนเฉลี่ย ต่ำสุด คือ รายการประเมินที่ 2 คู่มือการสร้างสิ่งประดิษฐ์มีข้อมูล เนื้อหา ครบถ้วนสมบูรณ์ มีคะแนน เฉลี่ยเท่ากับ 4.32 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าอาจมาจาก เนื้อหาในคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำที่น้อย ซึ่งเป็นแนวทางของผู้วิจัยที่จะส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้น ข้อมูล และรวบรวมเนื้อหาด้วยตนเองมากกว่า

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยคู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา ควรให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาาร่วมกันกับนักเรียนที่โตกว่า เช่น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นร่วมกันศึกษาคู่มืออย่างละเอียดก่อนลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอน เพื่อให้ นักเรียนสามารถมองเห็นแนวทางที่จะทำกิจกรรมตามกระบวนการประดิษฐ์ได้อย่างราบรื่น และปลอดภัย โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นผู้เลี้ยงคอยตรวจสอบความถูกต้อง และดูแลเรื่องความปลอดภัย ช่วยครูผู้สอน

2. การใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา ครูสามารถนำไปใช้ในการสอนเสริมให้นักเรียนที่มีความสามารถสูง ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นควบคู่กับการพัฒนาทักษะที่จำเป็นอื่น ๆ หรือนำไปใช้สอนซ่อมเสริมให้กับกลุ่มนักเรียนที่มีปัญหาการเรียน เช่น นักเรียนที่ขบถไม่สนใจการเรียน หรือสมาธิสั้น เพื่อดึงความสนใจของนักเรียนให้สามารถเรียนป็นเล่นได้อย่างสนุกสนาน

### ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาให้ลึกซึ้งว่านอกจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วการจัดการเรียนรู้โดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา สามารถพัฒนาทักษะใดได้อีกบ้าง แล้วทักษะดังกล่าวพัฒนาได้ดีในขั้นตอนใดของกระบวนการโครงการงานสะเต็มศึกษา เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2. ควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้คู่มือการประดิษฐ์จรวดขวดน้ำ ตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา ไปใช้กับกลุ่มนักเรียนในระดับที่สูงขึ้น เนื้อหาที่สูงขึ้น หรือวิชาอื่น ๆ เช่น มัธยมศึกษาตอนต้น วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง และมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เป็นต้น

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุนอาจารย์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รองศาสตราจารย์ ดร.อาพีพี ลาเต๊ะ ที่ได้ให้คำแนะนำด้านการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เครือศรี วิเศษสุวรรณภูมิ ที่ได้ให้คำแนะนำด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พวงทิพย์ แก้วทับทิม ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการพิศมัย แก้วเชื้อ รองผู้อำนวยการจิริสย์ พุฒิประไพพงษ์ และคณะครูโรงเรียนบ้านกุ่มทุกท่านที่ได้อนุเคราะห์สถานที่เข้าร่วมกิจกรรม และให้คำแนะนำด้านปัญหาวิจัยจนทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

- Hayeebaka, A., Jarong, I., & Dasaesamoh, A. (2014). Studies of projectile motion using digital video analysis: A case study of water rocket. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 6(3), 83-91. [in Thai]
- Kharoendee, K., Khamhaengpol, A., & Pansuppawat, A. (2022). Development of problem-solving abilities of prathomsuksa 5 students on the topic of change of substance by using STEM education. *Journal of MCU Peace Studies*, 10(1), 160-174. [in Thai]
- Klomim, K. (2016). Learning management based on STEM education for student teachers. *Journal of Education Naresuan University*, 18(4), 334-348. [in Thai]
- Ladachart, L., & Ladachart, L. (2022). STEM identity: Another factor that will promote achievement of STEM education in Thailand. *Journal of Science and Science Education*, 5(1), 148-157. [in Thai]
- Maneekanta. P. (2021). *Development of mathematical learning activities based on STEM education emphasizing analytical thinking on decimals and fractions for mathayomsuksa 1* (master's thesis). Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon, Thailand. [in Thai]
- Ministry of Education. (2008). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Retrieved from [http://academic.obec.go.th/images/document/1559878925\\_d\\_1.pdf](http://academic.obec.go.th/images/document/1559878925_d_1.pdf) [in Thai]
- National Science Museum Thailand. (2022, January 19). *Thailand Water Rocket Championship #21*. Retrieved from <https://www.nsm.or.th/nsm/th/node/8030> [in Thai]
- National STEM Education Center. (2015). *STEM Network Manual*. Bangkok: The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. [in Thai]
- Phonlek, S., Khamhaengpol, A., & Suwannatrai, K. (2021). Development of creative thinking of grade 10 students on the topic of organisms' basic chemistry by using STEM education with sufficiency economy philosophy. *Journal of Rangsit University: Teaching & Learning*, 15(1), 210-224. [in Thai]
- Polyiem, T. (2018). STEM education: Introduction to integrated classroom. *Journal of Faculty of Education Pibulsongkram Rajabhat University*, 5(2), 122-135. [in Thai]
- Ruengrung, S. (2022). The development of the scientific process skills using the manual of artifacts from local materials by STEM education approaches under the outbreak of the coronavirus 2019 (COVID-19). *Journal of Science and Science Education*, 5(1), 124-140. doi:10.14456/jsse.2022.11 [in Thai]
- Ruengrung, S. (in press). The effect of utilizing STEM BCG as project-based learning in solving local problems on Grade-6 students to increase learning achievement and problem-solving ability in science and technology. *Journal of Science and Science Education*, 6(1), 2023 (Online-first version). [in Thai]
- Ruengrung, S., Sukmas, T., & Kaewtubtim, P. (2020). The development of practical manual for creating experimental package on applying law of conservation of energy in calculation on moment of inertial for students in mathayomsuksa 4, Demonstration School Prince of Songkla University. *Proceeding of the 3rd Teacher Professional Innovation Network of Teacher Education Institutes in the Lower South*, 545-562. Retrieved from <http://www.edu.tsu.ac.th/official/site/microsite/ResearchSeminar2020/Proceeding63-24.03.63.pdf> [in Thai]

- Sangket, P. (2021). *Learning Achievement Integrated Science Process Skills and Attitude towards Chemistry for Eleventh Grade Students using STEM Education Approach* (Master's thesis, Burapha University, Chonburi, Thailand). Retrieved from <http://ir.buu.ac.th/dspace/bitstream/1513/222/1/61910085.pdf> [in Thai]
- Singsanae, P. (2006). *PET bottle rocket fun*. Retrieved from [https://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/admin/upload/226\\_71-78-edit.pdf](https://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/admin/upload/226_71-78-edit.pdf)
- Srisa-Ard, B. (2013). *Basic Research* (9th ed.). Bangkok: Suweeriyasan. [in Thai]
- Visetsuvarnabhumi, K. (2019). *Satit PSU STEM innovation project-based learning* [Handout]. Pattani, Thailand: Faculty of Education, Prince of Songkla University. [in Thai]

