

บทความวิจัย

ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน STEM BCG เพื่อแก้ไขปัญหาในท้องถิ่น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถ ในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาพร เรืองรุ่ง^{1*}¹กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบ้านกุ่ม กลุ่มเครือข่ายสถานศึกษาที่ 14 (ผาแต้ม)

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3

*Email: win.physics.1996@gmail.com

รับบทความ: 3 กันยายน 2565 แก้ไขบทความ: 17 ตุลาคม 2565 ยอมรับตีพิมพ์: 4 พฤศจิกายน 2565

บทคัดย่อ

STEM สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาแก้ไขปัญหาได้ ส่วน BCG Model เป็นการพัฒนาเศรษฐกิจแบบองค์รวมที่ไม่ได้พัฒนาแค่เศรษฐกิจเท่านั้น แต่พัฒนาสังคม และส่งเสริมการรักษาสิ่งแวดล้อมให้สมดุล มั่นคง และยั่งยืนด้วย ซึ่งทั้งสองอย่างนี้มีความสำคัญที่จะนำมาบูรณาการให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการจนสามารถพัฒนาความรู้ และความสามารถได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน STEM BCG โดยศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านกุ่ม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 จำนวน 17 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ คู่มือการแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษา ร่วมกับ BCG model แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ และการทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และ 2) จากการประเมินพัฒนาการทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนด้วยคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ พบว่า นักเรียนมีระดับพัฒนาการทางการเรียนร้อยละ 41.00 อยู่ในระดับกลาง ร้อยละ 47.00 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 12.00 อยู่ในระดับสูงมาก และมีระดับพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหา ร้อยละ 6.00 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 41.00 อยู่ในระดับกลาง และร้อยละ 53.00 อยู่ในระดับสูง

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน STEM BCG ความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Research Article

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

Sathaphorn Ruengrung^{1*}

¹Department of Science and Technology, Ban Kum School, School Network Group No. 14 (Pha Taem),
Ubon Ratchathani Primary Educational Service Area Office 3

*Email: win.physics.1996@gmail.com

Received <3 September 2022>; Revised <17 October 2022>; Accepted <4 November 2022>

Abstract

STEM would enable students to learn and integrate scientific knowledge to hone problems- solving skills. The BCG Model is holistic economic development in which it is not only developing the economy but also promotes social development and the conservation of the environment to be balanced, stable, and sustainable. Both seem essential to integrate students into learning processes until they could develop their knowledge and abilities. Therefore, the researcher came up with the idea of utilizing studying the effect of STEM BCG as project-based learning for solving local problems on problem-solving ability and science and technology learning achievement. The target of the study was 17 students in grade 6 of the academic year 2022, Ban Kum School, Ubon Ratchathani Primary Educational Service Area Office 3. The instruments consisted of the manual for local problem solving according to STEM education project steps in conjunction with the BCG model, a learning achievement test, and the problem-solving ability test. The data were analyzed by using percentage, means, standard deviation, relative gain score, and t-test for the dependent sample. Consequently, research findings revealed as follows: 1) the students' mean score on the post-test on science and technology learning achievement and problem-solving ability was higher than the pre-test mean score at the significant level of .01, and 2). From the results of evaluating the development of students learning achievement and problem-solving ability with relative gain scores, students had the developmental level in learning achievement had shown that 41.00 % of the students who were in medium level, 47.00 % of the students who were in high level, and 12.00% of the students were in very high level, and the developmental level in problem-solving ability was 6.00 % of the students who were at primary level, 41.00 % of the students who were at medium level, and 53.00% of the students at a high level.

Keywords: STEM BCG as Project-based Learning, Problem-solving Ability, Learning Achievement

บทนำ

ปัจจุบันการศึกษาของไทยให้ความสำคัญกับการพัฒนาหลักสูตรของชาติที่เสริมสร้างสมรรถนะของผู้เรียน ผ่านการจัดการเรียนรู้ในทุกกลุ่มสาระ โดยมีแนวคิดที่จะสร้างเยาวชนไทยให้มีความเก่งในแบบของตนเอง มีสุขภาพทางกาย และสติปัญญาที่ดี เชื่อมโยงสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้อย่างบูรณาการกับการทำงานเป็น และมีความยืดหยุ่นพร้อมปรับตัวกับสถานการณ์อยู่เสมอ (National Science and Technology Development Agency (NSTDA), 2022) สะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ตลอดจนสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิต การสร้างสรรค์ เตรียมความพร้อมของนักเรียนในอนาคตข้างหน้า (Polyiem, 2018) ส่วน BCG Model (Bio-Circular-Green Economy Model) คือ การพัฒนาเศรษฐกิจใน 3 มิติ ได้แก่ เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) และเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) ซึ่งเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจที่ควบคู่ไปกับการพัฒนาสังคม และการรักษาสังแวดล้อมได้อย่างสมดุลให้เกิดความมั่นคง และยั่งยืนไปพร้อมกัน (National Science and Technology Development Agency (NSTDA), 2022) ดังนั้นการเตรียมความพร้อมเยาวชนในการศึกษาต่อ หรือประกอบอาชีพในอนาคตตามนโยบายการขับเคลื่อน BCG ให้บรรลุเป้าหมายในการรักษาสังแวดล้อม โดย BCG Economy Model จะพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืนต่อไป การเชื่อมโยง BCG model กับศึกษานับว่าเป็นเรื่องสำคัญ (Jongsarit, 2022) โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาส่งเสริมสมรรถนะผู้เรียน (Faikhamta, 2022) และชุมชนสังคมการเรียนรู้ตลอดชีวิตด้วย BCG Model (Ruamcharoen *et al.*, 2021)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด 2) ขั้นรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา 4) ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา 5) ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง 6) นำเสนอผลงาน (Visetsuvarnabhumi, 2019) สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (National STEM Education Center, 2015) สอดคล้องกับการเรียนรู้สะเต็มผ่านกระบวนการ 6 ขั้นตอน (Ladachart and Ladachart, 2022) และสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน STEM-Project based learning (Klomim, 2016) จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา สามารถส่งผลกระทบต่อทักษะในศตวรรษที่ 21 (Funfuengfu, 2017) และพบว่ามีหลากหลายทักษะที่สามารถพัฒนาได้ด้วยสะเต็มศึกษา รวมถึงทักษะการแก้ไขปัญหาหรือความสามารถในการแก้ปัญหา ดังการศึกษาของ Singto (2019) พบว่า การใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้ การศึกษาของ Suwannawong *et al.* (2020) พบว่า การส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหาด้วยโครงงานสะเต็มทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดและแก้ไขปัญหาได้ดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการศึกษาของ Ruengrung *et al.* (in press) พบว่า การเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 จะเห็นได้ว่าสะเต็มศึกษายังส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนร่วมด้วย

โรงเรียนบ้านกุ่ม ตั้งอยู่หมู่ที่ 3 ตำบลห้วยไผ่ อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติผาแต้ม เป็นพื้นที่ราบริมแม่น้ำโขงทางตอนใต้อุทยาน ซึ่งนักเรียนและผู้ปกครองล้วนมีวิถีชีวิตร่วมกับสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ทำการประมงและหาอาหารจากป่าเพื่อบริโภค เป็นต้น จากการศึกษาปัญหาและความพร้อมของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการสัมภาษณ์ผู้อำนวยการโรงเรียน ครู ผู้ปกครอง และสังเกตนักเรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่ำ และยังขาดทักษะกระบวนการที่สำคัญในการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และจากการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน โดยใช้กิจกรรมปฐมนิเทศก่อนเรียน พบว่า นักเรียนร้อยละ 80 ต้องการให้ครูสอนแบบได้ลงมือปฏิบัติจริง เช่น มีกิจกรรมนอกชั้นเรียนและออกไปเรียนรู้ในชุมชนบ้าง จากประเด็นข้างต้นทั้งเรื่องบริบทแวดล้อมที่นักเรียนอาศัยอยู่ ปัญหาการเรียนรู้อยากและความสามารถของนักเรียนทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน STEM BCG มาพัฒนานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน STEM BCG เพื่อแก้ไขปัญหาในท้องถิ่น
2. เพื่อประเมินพัฒนาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน STEM BCG เพื่อแก้ไขปัญหาในท้องถิ่น

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านกุ่ม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 ที่เรียนในรายวิชา ว16101 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 18 คน (พิจารณาโดยใช้คู่มือการแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงการส่งเสริมศึกษา ร่วมกับ BCG model ทั้งหมด 17 คน เนื่องจากนักเรียนจำนวน 1 คน มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ผู้วิจัยจึงใช้การจัดการเรียนการสอนเฉพาะบุคคล)

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. การสร้างคู่มือการแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงการส่งเสริมศึกษาร่วมกับ BCG model สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอโขงเจียม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและศึกษาจุดประสงค์รายวิชา ว16101 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อาหารและการย่อยอาหาร เรื่อง สารอาหาร เพื่อใช้ในการจัดทำคู่มือการแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงการส่งเสริมศึกษา ร่วมกับ BCG model

1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างคู่มือการแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงการส่งเสริมศึกษา ร่วมกับ BCG model จากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำเนื้อหา

1.3 สร้างคู่มือการแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงการส่งเสริมศึกษาร่วมกับ BCG model จำนวน 1 ฉบับ ประกอบด้วย บทที่ 1 สารสำคัญ ได้แก่ โครงการส่งเสริมศึกษา และ BCG model บทที่ 2 อาหารในท้องถิ่น บทที่ 3 การแก้ไขปัญหาอาหารในท้องถิ่นของนักเรียนตามขั้นตอนโครงการส่งเสริมศึกษา ได้แก่ ใบกิจกรรมที่ 1 ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด ใบกิจกรรมที่ 2 รวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ใบกิจกรรมที่ 3 ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา ใบกิจกรรมที่ 4 ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา ใบกิจกรรมที่ 5 ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง ใบกิจกรรมที่ 6 นำเสนองานโดยใช้กระดานชาร์ต ขนาด 80 x 110 cm

กิจกรรมการแก้ไขปัญหาในชั้นที่ 6 นำเสนองานโดยใช้กระดานชาร์ต ขนาด 80 x 110 cm

1. ให้นักเรียนนำเสนอชิ้นงานรูปแบบโปสเตอร์กระดานชาร์ต ที่ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้มาโดยสังเขป
 - 1.1 ชื่อชิ้นงาน (บอกชื่อผลิตภัณฑ์ที่แก้ปัญหา)
 - 1.2 ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด (ปัญหาคืออะไร ทำไมเราจึงแก้ปัญหาอาหารในท้องถิ่นชนิดนี้)
 - 1.3 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการถนอมอาหาร วัสดุในการถนอมอาหาร การออกแบบบรรจุภัณฑ์ สารอาหารและสารพิษในอาหารชนิดนี้)
 - 1.4 ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา (ร่างภาพขั้นตอนแก้ปัญหา เลือกวัสดุ อุปกรณ์)
 - 1.5 ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา (ลงมือแก้ปัญหาโดยการสร้างผลิตภัณฑ์อาหารในท้องถิ่น)
 - 1.6 ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง (นำผลิตภัณฑ์อาหารในท้องถิ่นให้คนในท้องถิ่นประเมิน พร้อมระบุข้อดี ข้อเสียของผลิตภัณฑ์อาหารในท้องถิ่น ข้อเสนอแนะ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารในท้องถิ่นให้ดีกว่าเดิม)
 - 1.7 ระบุความสอดคล้องของกิจกรรมที่ทำกับ BCG model ทั้งสามมิติ
2. ให้นักเรียนส่งผลิตภัณฑ์อาหารในท้องถิ่น พร้อมชิ้นงานที่เกิดจากข้อเสนอแนะเพิ่มเติมหลังการประเมิน (ถ้ามี)

ภาพที่ 1 ตัวอย่างกิจกรรมการแก้ไขปัญหาในชั้นที่ 6

1.4 นำคู่มือการแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงการส่งเสริมศึกษาร่วมกับ BCG model ที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินคู่มือ ซึ่งแบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน ด้านภาษาที่ใช้การจัดรูปเล่มและการพิมพ์จำนวน 1 ท่าน และด้านการวิจัยและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพความเหมาะสมในด้านเนื้อหา ภาษาที่ใช้การจัดรูปเล่มและการพิมพ์ ตรวจสอบความถูกต้องและประเมินคุณภาพก่อนนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.5 นำผลการประเมินคุณภาพคู่มือการแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงการส่งเสริมศึกษาร่วมกับ BCG model จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ของ Srisa-Ard (2013) ค่าเฉลี่ยคะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีค่าตั้งแต่ 3.67 ขึ้นไป และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 แสดงว่าองค์ประกอบของคู่มือมีความเหมาะสมสอดคล้องกัน มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.54 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.26 เมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้วอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมาก

1.6 นำคู่มือการแก้ไขปัญหามาในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษาร่วมกับ BCG model ที่ปรับปรุงแก้ไขเป็นฉบับสมบูรณ์แล้วไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอลำทะเมนชัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 จำนวน 17 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ว16101 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อาหารและการย่อยอาหาร เรื่อง สารอาหาร เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์ เนื้อหาวิชา เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา รวมจำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบ กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 (เนื่องจากความไม่พร้อมเรื่องกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือผู้วิจัยจึงพิจารณาหาคุณภาพเครื่องมือเฉพาะค่า IOC)

3. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยเนื้อหาที่นำมาใช้เป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เรื่อง สารอาหาร และสารพิษในอาหาร อาหารและการแปรรูปอาหารในท้องถิ่น จำนวน 5 สถานการณ์ ประกอบด้วย 1) อันตรายจากหน่อไม้ดอง 2) บรรจุภัณฑ์ที่ไม่มีฉลาก 3) สารพิษในหน่อไม้สด 4) อาหารเป็นพิษจากเห็ด และ 5) มีคุณค่าแต่ยังไม่น่าสนใจ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมจำนวน 20 ข้อ ตามขั้นตอนของ Weir (Weir, 1974) 4 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นการระบุประเด็นปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา 3) ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ โดยใช้แบบวัดคู่ขนาน 2 ฉบับ โดยใช้ข้อคำถามแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยทั้ง 2 ฉบับผ่านผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา รวมจำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบ กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 (เนื่องจากความไม่พร้อมเรื่องกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือผู้วิจัยจึงพิจารณาหาคุณภาพเครื่องมือเฉพาะค่า IOC)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยได้อธิบายชี้แจงทำข้อตกลงกับนักเรียนเรื่องรูปแบบการเรียน เวลาเรียน และวิธีการในการเรียนในสัปดาห์แรกของการจัดการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

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

3. จัดกิจกรรมการเรียนโดยใช้คู่มือการแก้ไขปัญหามาในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา ร่วมกับ BCG model สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านกุ่ม อำเภอลำทะเมนชัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 ใช้เวลาสอน 6 สัปดาห์ (2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์) รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดังตารางที่ 1 โดยนักเรียนศึกษาข้อมูลจากคู่มือและทำใบกิจกรรมตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 1 กิจกรรมการเรียนโดยใช้คู่มือการแก้ไขปัญหามาในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงการงานสะเต็มศึกษาร่วมกับ BCG model

สัปดาห์	กิจกรรมการเรียนรู้
1	นักเรียนศึกษาข้อมูลจากคู่มือเกี่ยวกับโครงการงานสะเต็มศึกษา และ BCG model และอาหารในท้องถิ่นและทำใบกิจกรรมกระบวนการแก้ปัญหาขั้นที่ 1 ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด โดยนักเรียนระบุปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และวัสดุที่ใช้แก้ปัญหาที่มีในท้องถิ่น พร้อมบอกเหตุผลที่เลือกใช้วัสดุ และวิธีการแก้ปัญหานั้นตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ เช่น หลักการถนอมอาหาร การแปรรูป ความร้อน ความกว้าง-ยาวของชั้นอาหาร เป็นต้น
2	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการแก้ปัญหาขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยให้นักเรียนสืบค้น ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต หรือสอบถามผู้รู้ในหมู่บ้านเกี่ยวกับหลักการ ขั้นตอนถนอมอาหารและการแปรรูป และสืบค้นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องจากบทความวิจัย เช่น สารอาหาร สารพิษและวิถีตลาดสารพิษ เป็นต้น
3	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการแก้ปัญหาขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหามาในท้องถิ่น โดยให้นักเรียนร่างภาพ ขั้นตอนการแก้ปัญหา เช่น ขั้นตอนถนอมอาหาร ขั้นตอนการแปรรูป พร้อมระบุวัตถุดิบ วัสดุ และวิธีที่ใช้ ส่วนประกอบต่าง ๆ ก่อนลงมือทำจริง
4	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการแก้ปัญหาขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ไขปัญหามาในท้องถิ่น โดยนักเรียนลงมือแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ในขั้นที่ 3

ลำดับ	กิจกรรมการเรียนรู้
5	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการแก้ปัญหาขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง โดยให้นักเรียนนำผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่ทำเรียบร้อยแล้วนำไปให้ร้านค้าในชุมชน พ่อ แม่ ผู้ปกครอง จำนวน 3 ท่าน ทดลองชิม ตรวจสอบความเหมาะสม แล้วทำแบบประเมินให้คะแนนพร้อมให้คำแนะนำ หลังจากนั้นให้นักเรียนนำผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานมาปรับปรุง แก้ไขตามผลการประเมิน และคำแนะนำของผู้ประเมิน
6	นักเรียนทำใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 6 นำเสนองานโดยใช้กระดาษชาร์ต ขนาด 80 x 110 cm ดังตัวอย่างใบกิจกรรมกระบวนการประดิษฐ์ที่ 6 (ภาพที่ 1)

4. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แล้วให้นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยนักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (ฉบับหลังเรียน) ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ในการทำแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังเรียน มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที และประเมินพัฒนาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน STEM BCG เพื่อแก้ไขปัญหาในท้องถิ่น โดยการคำนวณจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียน โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ของ Kanjanawasee (2014)

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับนักเรียนทำก่อนและหลังเรียน ตรวจสอบและทำการวิเคราะห์ผล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 8.47, SD = 4.30) และหลังเรียน ($\bar{X}$ = 14.41, SD = 2.79) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มเดียวของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การทดสอบ	N	mean	S.D.	t-test	p-value
ก่อนเรียน	17	8.47	4.30	10.891**	.000
หลังเรียน	17	14.41	2.79		

**p<.01

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังเรียนมาตรวจสอบ และทำการวิเคราะห์ผล พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 11.50, SD = 3.19) และหลังเรียน ($\bar{X}$ = 13.56, SD = 2.18) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มเดียวของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหา

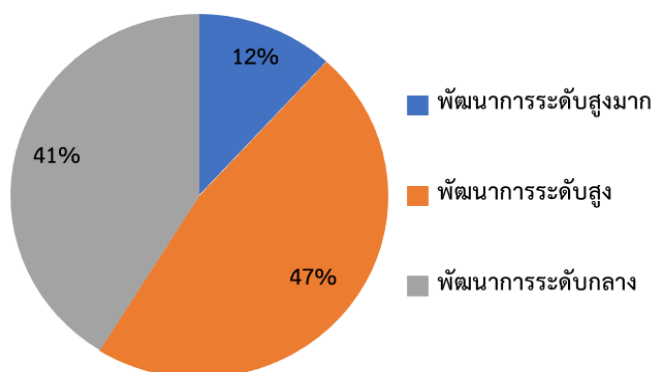
การทดสอบ	N	mean	S.D.	t-test	p-value
ก่อนเรียน	17	11.50	3.19	4.597**	.000
หลังเรียน	17	13.56	2.18		

**p<.01

3. ผลการประเมินพัฒนาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน STEM BCG เพื่อแก้ไขปัญหาในท้องถิ่น

3.1 ผลการประเมินพัฒนาการสัมพัทธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

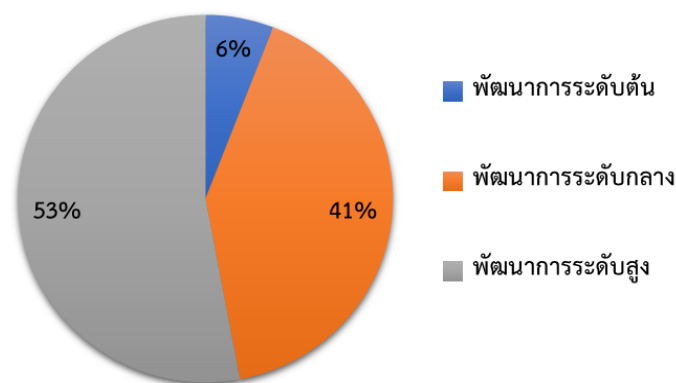
ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรพัฒนาการสัมพัทธ์ และระดับพัฒนาการตามเกณฑ์การประเมินคะแนนพัฒนาการของ Kanjanawasee (2014) พบว่า นักเรียนมีระดับพัฒนาการทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ในระดับพัฒนาการระดับสูงมาก จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 12.00 มีพัฒนาการระดับสูง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 47.00 พัฒนาการระดับกลาง จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 41.00 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงร้อยละพัฒนาการสัมพัทธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.2 ผลการประเมินพัฒนาการสัมพัทธ์ของความสามารถในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรพัฒนาการสัมพัทธ์และระดับพัฒนาการตามเกณฑ์การประเมินคะแนนพัฒนาการของ Kanjanawasee (2014) จากการวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนมีระดับพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหายุอยู่ในระดับพัฒนาการระดับสูง จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 53.00 มีพัฒนาการระดับกลาง จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 41.00 พัฒนาการระดับต้น จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.00 ดังภาพที่ 3

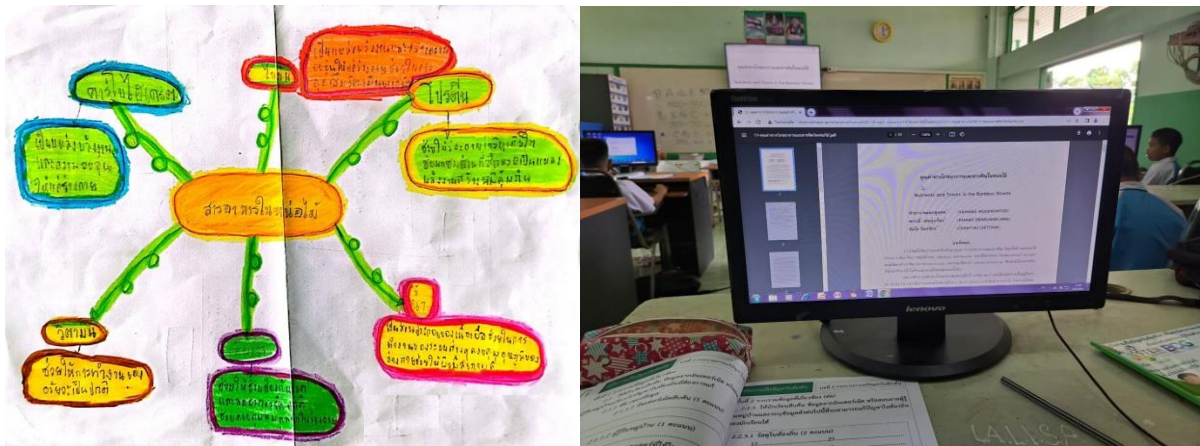


ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงร้อยละพัฒนาการสัมพัทธ์ของความสามารถในการแก้ปัญหา

อภิปรายผล

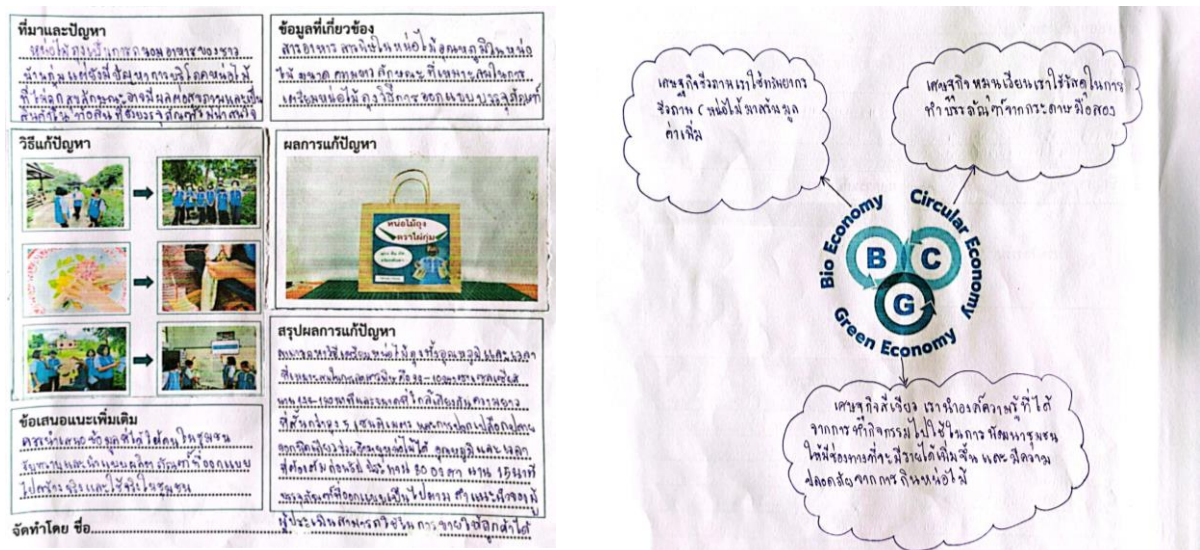
1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน STEM BCG เพื่อแก้ไขปัญหาในท้องถิ่น พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากนักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาค้นหาข้อสงสัย รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองจากอินเทอร์เน็ต หนังสือเรียน และจากบทความวิจัย เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน คือ สารอาหาร และเนื้อหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสารพิษและวิธีลดสารพิษ ดังภาพที่ 4 นอกจากนี้ยังได้ทบทวนเนื้อหาดังกล่าวในชั้นที่ 6 นำเสนองานทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Kaewbuadee *et al.* (2019) ที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาแล้วพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ

Wongchachom and Cojorn (2016) ที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานแล้วพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับการศึกษาของ Kuaklung *et al.* (2018) ที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแล้วพบว่าผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความรู้ ได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะการเรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเองทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น (Srichantha *et al.*, 2019)



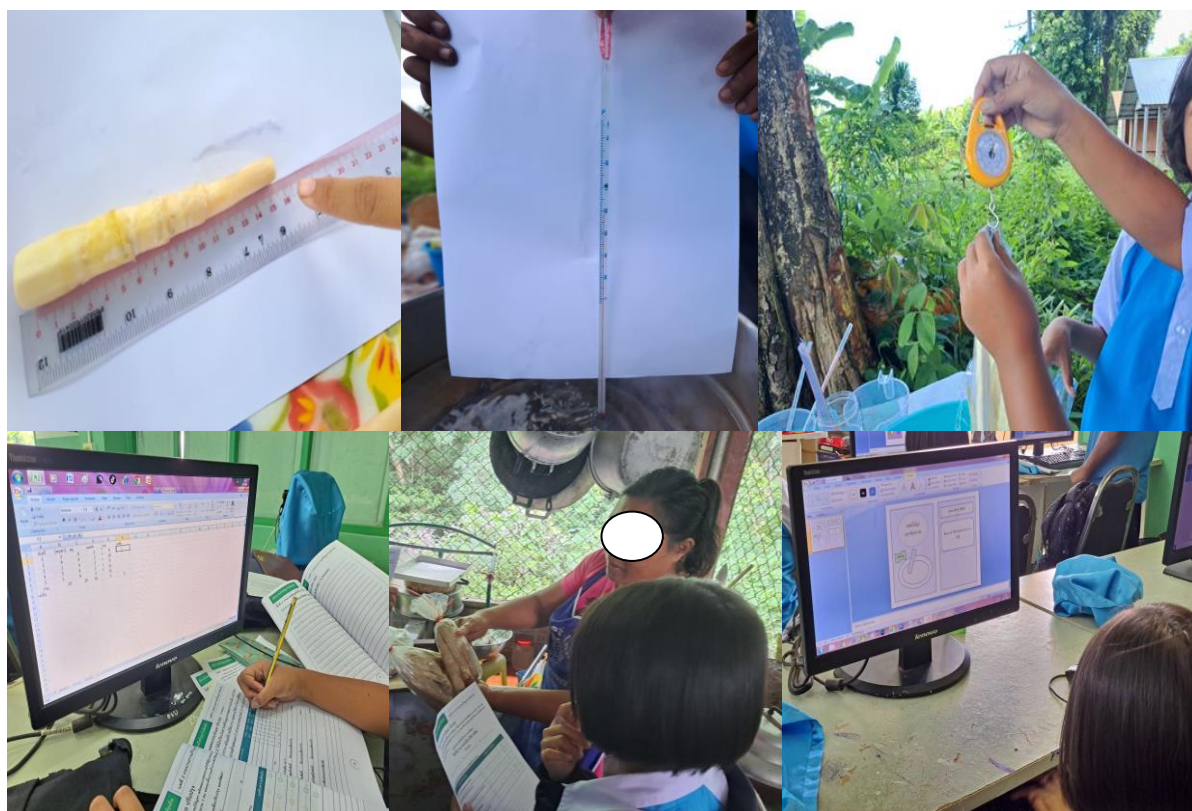
ภาพที่ 4 การศึกษาค้นคว้าเนื้อหาที่เรียนของนักเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน STEM BCG เพื่อแก้ไขปัญหาในท้องถิ่น พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการบูรณาการสะเต็มศึกษากับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และสอดคล้องแนวคิดเกี่ยวกับ BCG model มีกระบวนการเรียนรู้ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 5 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คู่มือการแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นตามขั้นตอนโครงงานสะเต็มศึกษาร่วมกับ BCG model ที่เริ่มจากการที่ครูทำให้นักเรียนสามารถกำหนดปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนเริ่มต้นตรวจสอบที่มาของปัญหา ครูนำกระบวนการการเรียนรู้แบบโครงงาน STEM BCG มาใช้เพื่อให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน นักเรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ ตรวจสอบสิ่งที่ยังไม่รู้จนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นำเสนอรูปแบบและวิธีแก้ปัญหาให้กับเพื่อนร่วมชั้นได้ สอดคล้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นของ Weir (1974)



ภาพที่ 5 การบูรณาการสะเต็มศึกษากับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และสอดคล้องแนวคิดเกี่ยวกับ BCG model

และการที่นักเรียนได้ลงมือดำเนินการแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นด้วยตนเองดังภาพที่ 6 บูรณาการศาสตร์ 4 สาขาวิชาโดยเชื่อมโยง 1. วิทยาศาสตร์ คือ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับถนอมอาหารและการแปรรูปหน่อไม้ สารอาหาร สารพิษและวิธีลดสารพิษในหน่อไม้ ซึ่งนักเรียนได้ความรู้เพิ่มเติมจากการศึกษาข้อมูลจากบทความวิจัย เช่น “อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการลดสารพิษในหน่อไม้ คือ 98-102 องศาเซลเซียส ใช้เวลานาน 148-180 นาที อุณหภูมิและเวลาที่ต้องต้มก่อนรับประทาน 80 องศา นาน 15 นาที เพื่อฆ่าเชื้อ” (Chattiang et al., 2021) และจากการสอบถามข้อมูลจากชาวบ้านเจ้าของภูมิปัญญาท้องถิ่นถึงวิธีเตรียมหน่อไม้ถนอม พบว่า “ลักษณะทางกายภาพของหน่อไม้มีผลต่ออายุ และการเน่าเสียของหน่อไม้ถนอม เช่น ขนาด ความกว้าง และความยาวของหน่อไม้ต้องใกล้เคียงกัน และควรปอกเปลือกส่วนปลายออกนิดเดียวให้เหลือเปลือกแข็งอยู่บ้างจะช่วยยืดอายุหน่อไม้ได้” เป็นต้น 2. วิชาคณิตศาสตร์ คือ การใช้ตัวเลขในการวัดขนาด การชั่งมวลของหน่อไม้ การวัดอุณหภูมิและการจับเวลาในการต้ม การคำนวณผลการประเมินหลังจากที่ให้ผู้ปกครองและคนในชุมชนร่วมประเมินชิ้นงาน 3. เทคโนโลยี คือ การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการถนอม การแปรรูปอาหาร ใช้เทคโนโลยีในการเขียนแผนผังขั้นตอนการแก้ปัญหา ออกแบบบรรจุภัณฑ์อาหารในท้องถิ่น และใช้เทคโนโลยีในการคำนวณคะแนนการประเมินชิ้นงาน และ 4. การออกแบบเชิงวิศวกรรม คือ การออกแบบ การเลือกวัสดุ การศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบและวัสดุที่เหมาะสมสำหรับบรรจุภัณฑ์อาหารในท้องถิ่น นอกจากนี้ในขั้นตอนสุดท้ายในการนำเสนอของนักเรียนยังมีการวิเคราะห์ความสอดคล้องกับ BCG model ทั้งสามมิติ พบว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์ได้ตรงกับประเด็นดังกล่าว และสรุปได้ดังนี้ “เศรษฐกิจชีวภาพ เราใช้ทรัพยากรชีวภาพ (หน่อไม้) มาสร้างมูลค่าเพิ่ม, เศรษฐกิจหมุนเวียน เราใช้วัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์จากกระดาษมือสอง, และเศรษฐกิจสีเขียว เรานำองค์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปใช้ในการพัฒนาชุมชนให้มีช่องทางที่ทำให้รายได้เพิ่มขึ้น และมีความปลอดภัยจากการบริโภคหน่อไม้” ดังนั้นจะเห็นได้จากการบูรณาการข้างต้นสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนให้ดีขึ้นได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Khongsook et al. (2019), Nilalad (2019) และ Jansuwan et al. (2020) ที่พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาแล้วพบว่าทักษะการแก้ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพที่ 6 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน STEM BCG เพื่อแก้ไขปัญหาในท้องถิ่น

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. จากผลการศึกษาด้านพัฒนาการสัมพัทธ์ของความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า ยังไม่มีนักเรียนที่มีพัฒนาการสัมพัทธ์ในระดับสูงมาก ดังนั้นครูควรจัดประสบการณ์ในลักษณะดังกล่าวที่คล้ายคลึงกัน อาจเปลี่ยนชนิดอาหารในท้องถิ่นเพื่อให้ นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหา และมีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นในระดับสูงมาก

2. จากผลการออกแบบบรรจุกฎของนักเรียนตามคำแนะนำของผู้ประเมินในขั้นตอนที่ 5 นักเรียนยังไม่สามารถสร้างบรรจุกฎที่ใช้ได้จริงได้อยู่บางกลุ่ม มีการออกแบบที่ไม่ตรงกับกลุ่มลูกค้า ขาดความน่าสนใจอยู่ ดังนั้นครูควรให้นักเรียนศึกษาการออกแบบบรรจุกฎ และการขายสินค้าจากสื่อออนไลน์เพิ่มเติมทั้ง Facebook YouTube Google Instagram และ TikTok เป็นต้น

3. จากการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ STEM BCG เพื่อแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นซึ่งจากการสังเกตการสร้างผลงานและโครงการของนักเรียนค่อนข้างใช้เวลาพอสมควร อีกอย่างอาหารในท้องถิ่นบางชนิดต้องรอตามฤดูกาล ดังนั้นครูควรวางแผนปฏิทินการทำงานให้นักเรียน และให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลนอกเวลาเรียนมาก่อน และยกตัวอย่างระยะเวลาและขั้นตอนในการทำโครงการเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และสามารถจัดการเวลาในการทำโครงการได้ดีมากขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาให้ลึกซึ้งว่านอกจากความสามารถในการแก้ปัญหาแล้วการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ STEM BCG เพื่อแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นสามารถพัฒนาทักษะใดได้อีกบ้าง แล้วทักษะดังกล่าวพัฒนาได้ดีในขั้นตอนใดของกระบวนการโครงการ STEM เช่น ทักษะชีวิตและอาชีพ

2. ควรมีการศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชา จิตวิทยาศาสตร์ และแนวคิดเกี่ยวกับเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ STEM BCG เพื่อแก้ไขปัญหาในท้องถิ่น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รองศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟิ ลาเต๊ะ ที่ได้ให้คำแนะนำด้านการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เครือศรี วิเศษสุวรรณภูมิ ที่ได้ให้คำแนะนำด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงทิพย์ แก้วทับทิม และอาจารย์วันดา คงภักดี ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดกิจกรรม วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการพิศมัย แก้วเชื้อ รองผู้อำนวยการจิรัสย์ พุฒิประไพพงษ์ และคณะครูโรงเรียนบ้านกุ่มทุกท่านที่ได้อนุเคราะห์สถานที่และให้คำแนะนำด้านปัญหาวิจัย และขอบคุณนางสาวสิริมา หิมะเซ็น โรงเรียนบ้านคอกม้า จังหวัดชุมพร นายพัชรพล รัตนพันธ์ โรงเรียนบ้านตาขุนวิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี และนางสาวเฉลิมฉัตร อาญาพิทักษ์ ครูโรงเรียนวัดนางเหล้า จังหวัดสงขลาที่ร่วมหาคุณภาพเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Chattiang, T., Nualkaekul, S., Kerdpi boon., S., and Ingkasupart, P. (2021). Characteristics of Dried Bamboo Shoot Stick and Its Rehydration (in Thai). **Thai Science and Technology Journal**, 29(5), 850-864.
- Faikhamta, C. (2022). STEM activities to build core competencies for youth and the design of STEM activities that correspond to six core competencies (in Thai). Retrieved 2 September 2022, from **NSTDA**: <https://www.nstda.or.th/nac/2022/youth-activity/b1-30f-09y/>
- Funfuengfu, V. (2017). STEM Education and Thailand Education (in Thai). **Valaya Alongkorn Review (Humanities and Social Science)**, 7(2), 13-23.
- Jansuwan, K., Sirithanyarat, C., and Saengloetuthai, J. (2020). Development of science learning achievement and ability to solving problems of grade 7 students using problem-based learning with STEM education (in Thai). **Journal for social sciences research**, 11(1), 1-11.
- Jongsarit, R. (2022). Linking future education with BCG model (in Thai). Retrieved 2 September 2022, from **NSTDA**: <https://www.nstda.or.th/nac/2022/youth-activity/b1-30f-09y/>
- Kaewbuadee, A., Sirithanyarat, J., and Niyomsub, N. (2019). Development of learning achievement and creative problem-solving ability of fifth grade students using scientific learning management based on STEM education (in Thai). **Journal for social sciences research**, 10(2), 130-148.

- Kanjanawasee, S. (2014). Gain Scores (in Thai). **Research Journal the Social Science Research Association of Thailand**, 1(1), 12-13.
- Khongsook, S., Thumthong, B., and Pradabsri, P. (2019). The development of stem education activities to promote problem solv-ing ability and learning inquiry behavior for Matthayomsuksa three students kapchoengwittaya school (in Thai). **Journal of Education, Silpakorn University**, 16(2), 201-212.
- Klomim, K. (2016). Learning management Based on STEM Education for Student Teachers (in Thai). **Journal of Education Naresuan University**, 18(4), 334-348.
- Kuaklung, K., Kessaratikoon, P., and Prasitpong, S. (2018). The Study of Archivement by STEM Education on Equilibrium and Elasticity for Grade 11 Students (in Thai). **Journal of Education Thaksin University**, 18(2), 124-135.
- Ladachart, L. and Ladachart, L. (2022). STEM identity: Another factor that will promote achievement of STEM education in Thailand (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 5(1), 148-157.
- National Science and Technology Development Agency (NSTDA). (2022). Workshop on STEM Activities to Promote Student Competency with BCG Model (in Thai). Retrieved 2 September 2022, from **NSTDA**: <https://www.nstda.or.th/nac/2022/youth-activity/b1-30f-09y/>
- National Science and Technology Development Agency (NSTDA). (2022). BCG Model (in Thai). Retrieved 2 September 2022, from **BCG**: <https://www.bcg.in.th/background/>
- National STEM Education Center. (2015). **STEM Network [Manual]** (in Thai). Bangkok: The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.
- Nilalad, S. (2019). A Development of Problem -Solving Skill of Mathayomsuksa 4 Students at Muangbuawittaya School by Using Integrated STEM Learning Unit Emphasizing Engineering Design Process (in Thai). **Master's Thesis**. Buriram: Buriram Rajabhat University.
- Polyiem, T. (2018). STEM Education: Introduction to Integrated Classroom (in Thai). **Journal of Faculty of Education Pibulsongkram Rajabhat University**, 5(2), 122-135.
- Ruamcharoen, J., Kerdthip, K., and Jeerasathian, P. (2021). STEM Education for Lifelong Learning: Case Study to Raise the Creative Products Level from Banana Leaf to Drive the Community Economy (in Thai). **Journal of Education and Innovative Learning**, 1(2), 187-206.
- Ruengrung, S., Sukmas, T., and Kaewtubtim, P. (2023). The effect of SATIT PSU STEM INNOVATION as Project-Based Learning in the design and development of an experimental set approach by grade 10th students on Problem-Solving Skills and Physics' Learning Achievement (in Thai). **Journal of Education Naresuan University**, 25(3), inpress.
- Singto, A. (2019). The development of STEM Education learning activities to enhance problem-solving thinking ability for mathayomsuksa 1 (in Thai). **Journal of MCU Nakhondhat**, 7(7), 387-398.
- Srichantha, S., Roongsattham, P., and Wichai, P. (2019). STEM Education with Learning Management (in Thai). **Prae-wa Kalasin Journal of Kalasin University**, 6(1), 157-178.
- Srisa-Ard, B. (2013). **Basic Research** (in Thai). Bangkok: Suweeriyasan.
- Suwannawong, K., Soparat, S. and Thiamtham, T. (2020). The Enhancement of Thinking Process focusing on Problem Solving by Using STEM Education Projects for Mathayomsuksa 6 Students of Horwang Pathumthani School (in Thai). **Journal of Nakhon Ratchasima College**, 11(1), 1-11.
- Visetsuvarnabhumi, K. (2019). **SATIT PSU STEM INNOVATION project-based learning [Handout]**. (in Thai). Pattani: Faculty of Education Prince of Songkla University.
- Weir, J. J. (1974). Problem Solving is Every body's Problem. **The Science Teacher**, 4(1), 16–18.
- Wongchachom, P. and Cojorn, K. (2016). A Development of CreativeThinkingand Learning Achievement of Matthayomsueksa 5 Students based on the STEM Education Cooperated with Project-based Learning (in Thai). **Journal of Education, Mahasarakham University**, 10 (Special Edition), 465-474.