

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน
 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา*

Development of Problem-solving Abilities in the Situation of the COVID-19
 Epidemic of Mathayomsuksa 4 Students on Work and Energy
 by Using STEAM Education

¹ปฐมวงศ์ เถายะบุตร, ²อรุณรัตน์ คำแหงพล และ ³หรรษกร วรณะสาร

¹Pathomwong Thaoyabut, ²Arunrat Khamhaengpol and ³Hassakorn Wattanasarn

^{1, 2}คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

^{1, 2}Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand.

³Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand.

¹Corresponding Author's Email: pathomwong.th519@gmail.com



บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร จำนวน 26 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.48/80.27 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2) ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

4) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$)

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้ปัญหา; โควิด-19; สติมศึกษา

Abstract

The purposes of this research were to 1) construct lesson plans based on STEAM education on the topic of Work and Energy to meet the efficiency criteria of 80/80, 2) to compare the students' problem-solving abilities before and after the intervention, 3) to compare the students' learning achievement before and after the intervention, and 4) to examine the satisfaction of students toward the learning activity management based on STEAM education. The sample was obtained through cluster random sampling and consisted of 26 students from Mathayomsuksa 4/2 at Dongmafiwittaya School under The Secondary Educational Service Area Office Sakon Nakhon, in the second semester of academic year 2022. The instruments included: 1) lesson plans based on STEAM education, 2) problem-solving abilities test, 3) learning achievement test, and 4) a satisfaction questionnaire. The statistic for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test for Dependent Sample.

The results were found as follows:

1) The efficiency of the lesson plans based on STEAM education on the topic of Work and Energy was 81.48/80.27, which met the specified criteria of 80/80.

2) The problem-solving abilities of students after the intervention was higher than that of before the intervention at the .01 level of significance.

3) The learning achievement of students after the intervention was higher than that of before the intervention at the .01 level of significance.

4) The satisfaction of students toward the learning activity management based on STEAM education was at the highest level. ($\bar{X}$ = 4.70)

Keywords: Problem-solving Abilities; COVID-19; STEAM Education

บทนำ

การศึกษาเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญในการสร้างคน สังคม และชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนา กำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างสงบสุข ในการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 ประเทศไทยให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษา การพัฒนาศักยภาพ ของคนไทยให้มีทักษะ ความรู้ ความสามารถ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน (Office of the Education Council, 2017) การเตรียมพร้อมของกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ตลอดจนการยกระดับคุณภาพของการศึกษาสู่ความเป็นเลิศ (Office of the National Economic and Social Development Council, 2017) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการทำกิจกรรม และปฏิบัติการต่างๆ ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 จนเกิดสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ และสามารถ

นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตได้ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 2017)

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการใช้กระบวนการคิด ความรู้ ประสบการณ์ หรือทักษะต่างๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา (Seejantuek, Phaksunchai, and Panpae, 2022) เนื่องจากมนุษย์ต้องการดำรงชีวิตอย่างปกติสุขและมีคุณภาพ ในขณะที่ทรัพยากรโลกมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นมนุษย์จึงต้องแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ดีและเหมาะสมที่สุดกับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น ด้วยเหตุนี้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้เผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหาเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น (Chimkul, Kaewdee, and Disyatat, 2017) ในปัจจุบันสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 ทำให้มีผู้ติดเชื้อและเสียชีวิตจำนวนมากส่งผลกระทบต่อในทุกภาคส่วน สถานศึกษาต้องปรับการจัดการเรียนรู้เป็นแบบปกติใหม่ (New Normal) โดยครูผู้สอนต้องออกแบบการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการศึกษา สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน และมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริง ฝึกให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ (Boonphak, 2020)

จากรายงานผลการประเมินความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนเทียบกับนานาชาติและอาเซียน (Programme for International Student Assessment: PISA) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษา โดยเน้นการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อการแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิต จากผลการประเมิน PISA ปี 2018 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก (IPST, 2018) สะท้อนให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไทยอยู่ในระดับต่ำและยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้หรือทักษะไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ (Kuaklung, Kessaratikoon, and Prasitpong, 2018) สอดคล้องกับรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2561-2563 พบว่า นักเรียนของโรงเรียนดงมะไฟวิทยามีคะแนนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของระดับประเทศและต่ำกว่าร้อยละ 50 (Dongmafaiwittaya School, 2020) ดังนั้นควรมีการส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้วิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น และเมื่อพิจารณาวิชาฟิสิกส์ซึ่งเป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์หลายแขนง ยังคงพบปัญหาในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากเนื้อหาวิชามีความซับซ้อนเป็นนามธรรม และต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาร่วมด้วย จึงยากต่อการเรียนรู้และทำความเข้าใจ จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการคิดขั้นสูง ความสามารถในการเชื่อมโยงองค์ความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย (Sriwibunrat, and Onthenee, 2019) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้องค์ความรู้ต่างๆ ควบคู่กับการลงมือปฏิบัติจริง

สเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต่อยอดมาจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยเป็นการบูรณาการศาสตร์ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (Buaphan, Jaradrawiwat, and Jenjit, 2020) ซึ่งศิลปะเป็นศาสตร์ที่ช่วยเสริมสร้างแรงบันดาลใจ ทำให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับปัญหาในชีวิตจริง ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาได้ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Khamhaengpol, Sriprom, and Chuamchaitrakool, 2021) สเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการท่องจำเนื้อหาแต่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิด และการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อเสริมสร้าง

ประสบการณ์ (Tayea, Mophan, and Waedrama, 2017) ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบบูรณาการสามารถเชื่อมโยง ความรู้และเข้าใจเนื้อหาในระดับลึกอย่างครอบคลุม (Sriboon, and Pongen, 2019) ทำให้เกิดความคงทน ในการเรียนรู้ และสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ (Intavimolsri, Kaewdee, and Pattaradilokrat, 2019) จากงานวิจัยของ Seejantuek, Phaksunchai, and Panpae (2022) ได้ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี ซึ่งผู้เรียนยังขาดทักษะการแก้ปัญหา เช่น การระบุปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา ผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง แต่ต้องได้รับคำชี้แนะจากครูผู้สอน เมื่อมีการปรับเปลี่ยนสถานการณ์ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ ผลการวิจัย พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้งานวิจัยของ Wongthong (2020) ได้ศึกษาการเรียนรู้บูรณา การสเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ผลการประเมิน PISA ปี 2018 ทำให้ทราบว่านักเรียนยังไม่สามารถนำองค์ความรู้และทักษะไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา สามารถพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้และการดำรงชีวิตของผู้เรียน ในศตวรรษที่ 21

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาด โควิด-19 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา เพื่อให้ให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ ฝึกการคิด การลงมือปฏิบัติ และการศึกษาค้นคว้า หาความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำองค์ความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาด โควิด-19 และปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและ พลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาด้านเนื้อหาเอกสารแนวคิดทฤษฎี

- 1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2) ศึกษาแนวคิดของ Jampong, and Prammanee (2017) เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา และแนวคิดของ Sung (2017) เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา นำไปสู่การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาที่สอดคล้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาในภาคสนาม

สถานที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ โรงเรียนดงมะไฟวิทยา ตำบลขมิ้น อำเภอมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร

ขั้นตอนที่ 3 ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 26 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

ขั้นตอนที่ 4 เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยมีผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ การสอน และการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงของเนื้อหา และประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน รวม 20 ชั่วโมง วิเคราะห์ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) จากนั้นนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 32 คน ทำการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหา จำนวน 8 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ รวม 40 ข้อ (40 คะแนน) วิเคราะห์ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) จากนั้นนำไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ พบว่า ค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.38-0.78 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.25-0.69 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ 0.98 ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ จากนั้นผู้วิจัยทำการเลือกแบบทดสอบมา 6 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ รวม 30 ข้อ (30 คะแนน) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ (40 คะแนน) วิเคราะห์ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) จากนั้นนำไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ พบว่า ค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.28-0.78 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.25-0.56 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 เท่ากับ 0.96 ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ จากนั้นผู้วิจัยทำการเลือกแบบทดสอบมา 30 ข้อ (30 คะแนน) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน แบบสอบถามความพึงพอใจชนิดมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จำนวน 20 ข้อ มีการวัดความพึงพอใจทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้

และด้านการวัดและประเมินผล วิเคราะห์ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ทำการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5 การรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1) ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ซึ่งได้รับเลขที่หนังสือรับรองโครงการวิจัย คือ 112/2565

2) จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครไปยัง โรงเรียนดงมะไฟวิทยา ซึ่งเป็นโรงเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนดวัน เวลา ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3) ชี้แจงและอธิบายวิธีการเรียนการสอน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เพื่อให้นักเรียน เกิดความเข้าใจและเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการจัดการเรียนรู้

4) นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 6 สถานการณ์ จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ

5) ดำเนินการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

6) นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับการแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

7) นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน

8) นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถาม ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 80/80

3) การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนของความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

4) การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 7 สรุปผลการศึกษาวิจัย และการนำเสนอผลการศึกษาวิจัย

1) สรุปผลการศึกษาวิจัย โดยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาเขียนสรุปตามความมุ่งหมายของการวิจัย

2) การนำเสนอผลการศึกษาวิจัย มีการจัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอโดยยึดตามความมุ่งหมายของ การวิจัย นำเสนอข้อมูลในรูปแบบของตาราง ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและมีการบรรยาย ลักษณะข้อมูลในตาราง

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่า ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) จากการทำกิจกรรม ใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผน และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ประสิทธิภาพ	จำนวนนักเรียน	คะแนน	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	26	120	97.77	2.08	81.48
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	26	60	48.16	4.84	80.27

จากตารางที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 81.48 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 80.27 แสดงว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.48/80.27 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ซึ่งใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ความสามารถในการแก้ปัญหา	จำนวนนักเรียน	คะแนน	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t-test
ก่อนเรียน	26	30	8.08	2.38	26.93	19.95**
หลังเรียน	26	30	23.58	2.79	78.60	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 25$, $t_{25} = 2.49$)

จากตารางที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยของคะแนน เท่ากับ 8.08 และ 23.58 ตามลำดับ ค่า t จากการคำนวณ เท่ากับ 19.95 และค่าวิกฤตของ t_{25} จากตาราง เท่ากับ 2.49 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการเฝ้าผลการแก้ปัญหา (Sung, 2017) ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน

ความสามารถในการแก้ปัญหา	คะแนน	ก่อนเรียน			หลังเรียน			t-test
		$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	
1. การระบุปัญหา	6	1.73	1.34	28.83	4.96	0.92	82.67	10.25**
2. การวิเคราะห์ปัญหา	6	1.65	1.02	27.50	4.92	0.93	82.00	18.14**
3. การวางแผนการแก้ปัญหา	6	1.62	1.10	27.00	4.46	1.03	74.33	9.58**
4. การดำเนินการแก้ปัญหา	6	1.50	1.07	25.00	4.50	0.81	75.00	11.53**
5. การเมินผลการแก้ปัญหา	6	1.58	1.30	26.33	4.73	1.04	78.83	10.43**
รวม	30	8.08	2.38	26.93	23.58	2.79	78.60	19.95**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 25$, $t_{25} = 2.49$)

จากตารางที่ 3 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนมีค่า t จากการคำนวณ เท่ากับ 10.25, 18.14, 9.58, 11.53, และ 10.43 และค่าวิกฤตของ t_{25} จากตาราง เท่ากับ 2.49 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัตถุประสงค์ที่ 3 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ซึ่งใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ดังตารางที่ 4

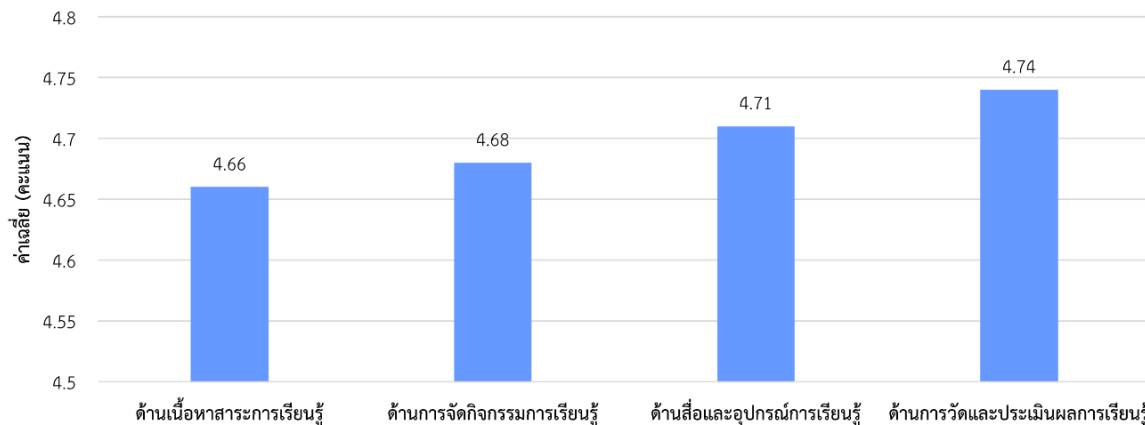
ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนน	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t-test
ก่อนเรียน	26	30	9.96	2.71	33.20	26.88**
หลังเรียน	26	30	24.58	2.21	81.93	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 25$, $t_{25} = 2.49$)

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยของคะแนน เท่ากับ 9.96 และ 24.58 ตามลำดับ ค่า t จากการคำนวณ เท่ากับ 26.88 และค่าวิกฤตของ t_{25} จากตาราง เท่ากับ 2.49 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

วัตถุประสงค์ที่ 4 พบว่า ผลการวิเคราะห์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังรูปภาพที่ 1



Picture 1: The Average Satisfaction Ratings Across Dimensions of Mathayomsuksa 4 Students by Using STEAM Education on Work and Energy

จากรูปภาพที่ 1 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน พิจารณาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจรายด้าน โดยเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปน้อย คือ ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.74$, S.D. = 0.48) ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.71$, S.D. = 0.58) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.56) และด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.66$, S.D. = 0.56) มีความพึงพอใจเฉลี่ยทั้ง 4 ด้าน ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.54) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

องค์ความรู้ใหม่

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 5 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ศิลปะเป็นศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการเพื่อออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา ผสมผสานกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มีการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล และใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นระบบ

ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการจัดการกับปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยผ่านการคิดอย่างมีแบบแผนเป็นขั้นตอน จำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ สติปัญญา การตัดสินใจ และประสบการณ์ ในการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ มีกระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การระบุปัญหา หมายถึง การกำหนดประเด็นปัญหา มีการรับรู้ และทำความเข้าใจถึงสถานการณ์ปัญหา รวมทั้งตระหนักถึงสภาพจริงของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหาได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากการกดเจลล้างมือโดยใช้มือกด คือ ทำให้เกิดการติดเชื้อโควิด-19

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหาหรือปัจจัยที่เป็นต้นเหตุของปัญหา มีการระบุแจกแจงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหาได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถระบุสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดการติดเชื้อโควิด-19 จากการกดเจลล้างมือ คือ การกดเจลล้างมือโดยใช้มือกด เพราะอาจทำให้สัมผัสเชื้อที่ติดอยู่ที่ขวดเจลล้างมือ

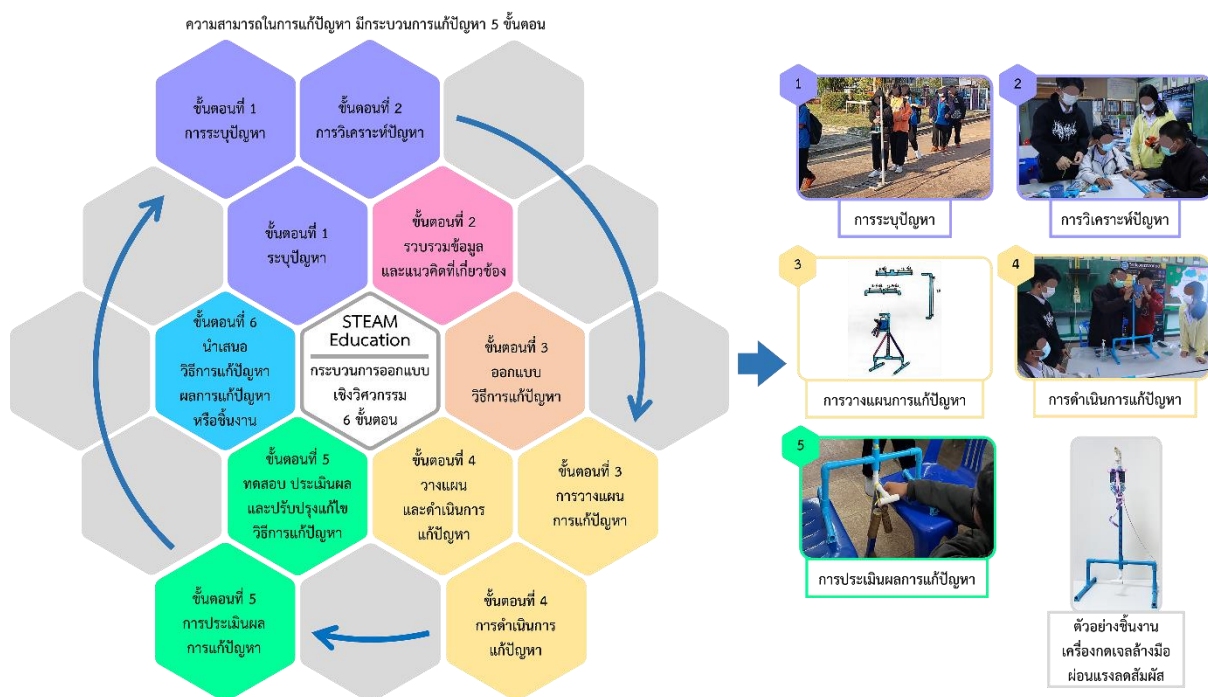
ขั้นตอนที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม วางแผนอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีความสอดคล้องกับปัญหาและสาเหตุของปัญหา ตัวอย่างเช่น นักเรียนมีการวางแผน

และออกแบบเครื่องกดเจลล้างมือแบบเหยียบที่ช่วยผ่อนแรงขณะใช้งาน ลดการสัมผัสด้วยมือ เพื่อป้องกันการสัมผัสเชื้อที่ติดอยู่ที่ขวดเจลล้างมือ

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามแบบแผนวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น นักเรียนทำการสร้างเครื่องกดเจลล้างมือแบบเหยียบตามที่ออกแบบไว้ เพื่อแก้ปัญหาคัดเชื้อโควิด-19 จากการสัมผัสเชื้อที่ติดอยู่ที่ขวดเจลล้างมือ

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลการแก้ปัญหา หมายถึง การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหามาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หากเกิดข้อบกพร่องควรมีการปรับปรุง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยมีความสอดคล้องกับปัญหา และสามารถแก้ปัญหามาจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนทำการทดสอบการใช้งานของเครื่องกดเจลล้างมือและปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้สามารถใช้งานได้จริง

จากความสามารถในการแก้ปัญหา จะเห็นได้ว่ากระบวนการดังกล่าวมีความสอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ดังรูปภาพที่ 2 ดังนั้นเมื่อผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาจะสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ



Picture 2: The New Body of Knowledge in Development of Problem-solving Abilities of Students by Using STEAM Education

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.48/80.27 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาอย่างเป็นขั้นตอน มีการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

และความสามารถในการแก้ปัญหา แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นผ่านกระบวนการตรวจสอบจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ มีการปรับปรุงและพัฒนาตามคำแนะนำเพื่อให้เกิดความถูกต้องสมบูรณ์ ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มีการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบคุณภาพและแก้ไขข้อบกพร่องให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกการคิดและเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและสามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาสาระการเรียนรู้มากขึ้น มีความสุขในการเรียน มีความมุ่งมั่นตั้งใจในการทำกิจกรรมและสร้างสรรค์ชิ้นงาน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Jampong, and Prammanee (2017) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ชุดฝึกทักษะแบบสเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานด้วยวิธีการที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.76/81.54 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหาได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ เมื่อพิจารณากระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน พบว่า ผู้เรียนมีการระบุปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาได้เป็นอย่างดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดและใกล้เคียงกัน เท่ากับ 4.96 และ 4.92 ตามลำดับ เนื่องจากการระบุปัญหาเป็นหนึ่งในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถรับรู้และเข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาของสถานการณ์ปัญหานั้น อีกทั้งผู้เรียนสามารถตรวจสอบการแก้ปัญหาเพื่อประเมินผลความสำเร็จของการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 โดยผู้เรียนสามารถพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการระบุปัญหาและวิเคราะห์ปัญหา ทำให้ผู้เรียนทราบถึงความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหาว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่ นอกจากนี้การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาของผู้เรียน มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดและใกล้เคียงกัน เท่ากับ 4.46 และ 4.50 ตามลำดับ เนื่องจากการวางแผนการแก้ปัญหา ผู้เรียนจำเป็นต้องอาศัยหลักการ กฎ ทฤษฎีทางฟิสิกส์ และความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมด้วย เพื่อใช้ในการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยมีความสอดคล้องกับปัญหาและสาเหตุของปัญหา ซึ่งผู้เรียนมีพื้นฐานเกี่ยวกับการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ที่น้อย ทำให้ไม่สามารถจัดรูปสมการเพื่อหาค่าที่ต้องการได้ถูกต้องเท่าที่ควร ส่งผลให้การดำเนินการแก้ปัญหาของผู้เรียนผิดพลาดตามไปด้วย จะเห็นได้ว่าการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Seejantuek, Phaksunchai, and Panpae (2022) พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากระบวนการแก้ปัญหาได้แทรกอยู่ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา กิจกรรมการเรียนรู้มีการกำหนดสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการบูรณาการศาสตร์ 5 สาขาวิชา มีศิลปะเป็นศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้จินตนาการในการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา ผสมผสานกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและจดจำเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้ดีขึ้นจากการแก้ปัญหา ครูผู้สอนให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวก และสนับสนุนความคิดและจินตนาการของผู้เรียน สอดคล้องกับ Khamhaengpol, Sriprom, and Chuamchaitrakool (2021) ได้กล่าวว่า สเต็มศึกษามีศิลปะเป็นศาสตร์พื้นฐานในการเรียนรู้ช่วยเสริมสร้างแรงบันดาลใจ ทำให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับปัญหาในชีวิตจริง ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม นอกจากนี้สเต็มศึกษา ยังช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น ผลให้ผู้เรียนมีการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Tayea, Mophan, and Waedrama (2017) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์จากสิ่งที่สนใจและเกิดขึ้นจริง ไม่ใช้การเรียนแบบท่องจำ ครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกอย่างเต็มที่ ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชามากยิ่งขึ้น

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่แปลกใหม่สำหรับผู้เรียน มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและการทำงานร่วมกับผู้อื่น ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 มีสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจ เหมาะสม และเพียงพอต่อจำนวนผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีความตื่นตัวและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ผู้เรียนมีการประสานงานและแบ่งหน้าที่การทำงานภายในกลุ่มอย่างชัดเจน มีรอยยิ้ม เสียงหัวเราะในระหว่างทำกิจกรรม ส่งผลให้บรรยากาศในชั้นเรียนมีความสนุกสนานและไม่น่าเบื่อ เมื่อพิจารณาความพึงพอใจรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.74 เนื่องจากมีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย เช่น การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การประเมินชิ้นงาน เป็นต้น อีกทั้งมีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย ทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายในการทำกิจกรรมและสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อให้ได้คะแนนตามที่คาดหวังไว้ และในด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.66 เนื่องจากความยากของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 และมีข้อคำถามจำนวนมาก ซึ่งผู้เรียนต้องใช้เวลาพอสมควรในการศึกษาและตอบข้อคำถาม สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Thammayod, Khamhaengpol, and Pansuppawat (2022) พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและฝึกการทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันสร้างและพัฒนาผลงาน ส่งผลให้เกิดความภูมิใจในผลงานและมีความสุขในการเรียน

สรุป

จากผลการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.54/80.27 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษายังส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ ฝึกการคิด การลงมือปฏิบัติ และการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทำให้นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด-19 และรับมือกับปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลายขั้นตอน ซึ่งต้องใช้เวลานานในการทำกิจกรรม ดังนั้นครูผู้สอนอาจมีการปรับเปลี่ยนระยะเวลาให้เหมาะสมกับสถานการณ์และสภาพของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้สำเร็จตามเวลาที่กำหนด

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่า ขั้นตอนการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ดังนั้นครูผู้สอนควรสอนปรับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน ก่อนการทำกิจกรรมการเรียนรู้

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 3 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้ดีขึ้นจากการแก้ปัญหา ดังนั้นครูผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด จินตนาการอย่างอิสระและเต็มความสามารถ เพื่อออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ในด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้น้อยที่สุด ดังนั้น ครูผู้สอนควรเรียบเรียงเนื้อหาของใบกิจกรรมการเรียนรู้ให้กระชับและเข้าใจง่าย เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับเวลาในการจัดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหากับผู้เรียนในระดับชั้นอื่นๆ หน่วยการเรียนรู้อื่นๆ และสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถและเพิ่มความน่าสนใจของเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น

2.2 นำการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาไปใช้พัฒนาผู้เรียนในด้านอื่นๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถรอบด้านอย่างมีประสิทธิภาพ

References

- Boonphak, K. (2020). Review Article on Learning Learning Management in the New Normal Era. *Journal of Industrial Education*, 19(2), 1-6.
- Buaphan, M., Jaradrawiwat, S., & Jenjit, A. (2020). Effects of Learning Management by Using STEAM on Learning Achievement, Creative Thinking and Attitude of Prathomsuksa 4 Students. *Journal of Education Studies*, 48(2), 203-224.
- Chimkul, A., Kaewdee, S., & Disyatat, N. R. (2017). Effects of Biology Learning Management based on the STEM Education Approach on Problem-Solving Ability and Biology Learning Achievement of Upper Secondary. *An Online Journal of Education*, 12(1), 324-342.
- Dongmafaiwittaya School. (2020). *School Curriculum of Dongmafaiwittaya School*. Sakon Nakhon: Academic Department of Dongmafaiwittaya School.
- Intavimolsri, S., Kaewdee, S., & Pattaradilokrat, S. (2019). Effects of Using the STEAM Education Approach in Biology on Scientific Creativity and Learning Achievement of Tenth Grade Students. *Journal of Education Studies*, 47(2), 410-429.
- Jampong, M., & Prammanee, N. (2017). The Development of Work Creation through STEAM Education Approach on Energy. *EAU Heritage Journal Social Science and Humanity*, 7(3), 81-92.
- Khamhaengpol, A., Sriprom, M., & Chuamchaitrakool, P. (2021). Development of STEAM Activity on Nanotechnology to Determine Basic Science Process Skills and Engineering Design Process for High School Students. *Thinking Skills and Creativity*, 39, 1-7.
- Kuaklung, K., Kessaratikoon, P., & Prasitpong, S. (2018). The Study of Archivement by STEM Education on Equilibrium and Elasticity for Grade 11 Students. *Journal of Education Thaksin University*, 18(2), 124-135.
- Office of the Education Council. (2017). *The National Scheme of Education B.E. 2560-2579 (2017-2036)*. Bangkok: Prikwan Graphic.
- Office of the National Economic and Social Development Council. (2017). *Summary of The Twelfth National Economic and Social Development Plan (2017-2021)*. Bangkok: Office of the National Economic and Social Development Council.
- Seejantuek, S., Phaksunchai, M., & Panpae, K. (2022). The Effects of STEAM Education on Problem Solving Skills in Elements and Compounds of Mathayomsuksa 4 Students. *Journal of Educational Technology and Communications*, 5(16), 19-31.
- Sriboon, S., & Pongen, W. (2019). The Learning Outcomes of STEAM Education based on Problem Based Learning to Developing Mathematical Skills and Process for Seventh Grade Students. *Journal of Education Studies*, 47(1), 526-543.
- Sriwibunrat, T., & Ontheneee, A. (2019). A Development of Learning Activities by Using STEM Education to Enhance Problem-Solving Ability on Work and Energy in Physics for Grade 10 Students. *Humanity and Social Science Journal*, 25(2), 197-207.

- Sung, E. (2017). The Influence of Visualization Tendency on Problem-solving Ability and Learning Achievement of Primary School Student in South Korea. *Thinking Skills and Creativity*, 26, 168-175.
- Tayea, F., Mophan, N., & Waedrama, M. (2017). Effect of STEAM Education on Science Learning Achievement, Creative Thinking and Satisfaction of Grade 5 Students towards the Learning Management. *Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences*, 4(2), 1-14.
- Thammayod, A., Khamhaengpol, A., & Pansuppawat, T. (2022). Development of Creative Thinking of Mathayomsuksa 2 Students on the Topic of Separation of Substances Using STEAM Education combined with the Philosophy of Sufficiency Economy. *Journal of MCU Peace Studies*, 10(1), 142-159.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2017). *The Curriculum Manual of Additional Science Subjects*. Bangkok: Ministry of Education.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2019). *PISA 2018 Results : Executive Summary*. Bangkok: Ministry of Education.
- Wongthong, P. (2020). Integrated Steam Education Teaching Practice for Improving Critical Thinking and Problem Solving Abilities of First Grade Students in Small Primary School. *Journal of Education Khon Kaen University*, 43(2), 3-16.