

บทความวิจัย

**ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์
เรื่อง การเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**เสาวภาคย์ พรสุริวงศ์^{1,*} และอภิชาติ สังข์ทอง²¹วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์²สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์

*Email: soawapakpornsuriwong@gmail.com

รับบทความ: 25 ธันวาคม 2562 บทความแก้ไข: 7 มกราคม 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 15 มกราคม 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่ โดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหากับเกณฑ์ร้อยละ 75 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 37 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่ จำนวน 5 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา การวิจัยเป็นแบบการทดลองเบื้องต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean 23.24, S.D. 2.14) สูงกว่าก่อนเรียน (mean 11.41, S.D. 2.37) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา (81.87%) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด (mean 4.52, S.D. 0.54)

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ความสามารถในการแก้ปัญหา ความพึงพอใจ**อ้างอิงบทความนี้**

เสาวภาคย์ พรสุริวงศ์ และอภิชาติ สังข์ทอง. (2563). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(1), 30-40.

Research

The results of learning activities using STEM education of motion in physics for grade-11 students

Soawapak Pornsuriwong^{1,*} and Apichart Sungthong²

¹Master of Science Program in Science Education, Rajabhat Rajanagarindra University

²Department of Applied Physics, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Rajanagarindra University

*Email: soawapakpornsuriwong@gmail.com

Received <25 December 2019>; Revised <7 January 2020>; Accepted <15 January 2020>

Abstract

The objectives of this research were to study the outcomes from the learning management of motion following STEM education approach by comparing the achievement of studying before and after the studying, comparing problem-solving ability at 75%, and studying the satisfaction of students toward the learning activities. Samples of this research were 37 grade-10 students during the second semester, academic year 2018 at Benchamaratrungsarit 2 School obtained by group sampling. The tools consisted of 5 teaching plans following the STEM education approach, achievement test of motions, problem-solving ability test, and a survey of satisfaction towards the teaching following STEM education. The research was a preliminary experimental study. The research found that the post-achievement test score (mean 23.24, S.D. 2.14) was significantly higher than that of the pre-achievement test (mean 11.41, S.D. 2.37) at the .05 significance level. In addition, their problem-solving ability (81.87%) was significantly higher than the proposed standard at the .05 significance level. They were satisfied with the learning activities following STEM with highest satisfaction rate (mean 4.52, S.D. 0.54).

Keywords: Learning activities using STEM Education, Problem solving ability, Instructional satisfaction

Cite this article:

Pornsuriwong, S. and Sungthong, A. (2020). The results of learning activities using STEM education of motion in physics for grade-11 students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(1), 30-40.

บทนำ

ในยุคที่โลกมีการเปลี่ยนแปลง ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง ประเทศไทยจึงต้องเปลี่ยนแปลง เพื่อให้มีความพร้อมทันโลกสมัยใหม่ และการศึกษาเป็นส่วนสำคัญที่จะสร้างให้ประชากรมีทั้งความรู้และทักษะต่างๆ เพื่อให้ทันทันกับการเปลี่ยนแปลงนั้น ดังนั้น การวางรากฐานทางการศึกษาเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ต้องเตรียมคนออกไปเป็นคนที่ใช้ความรู้ และเป็นบุคคลที่พร้อมเรียนรู้ เตรียมตัวเผชิญการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว จึงต้องมีทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้และปรับตัว (Phanit, 2012) อีกทั้งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ และเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ คือ 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข (Ministry of Education, 2008)

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2 ได้เน้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ตอบสนองต่อศักยภาพของผู้เรียน มีกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาครบทุกด้าน อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนยังไม่บรรลุเป้าหมาย เนื่องจากรายวิชาฟิสิกส์นั้นมีการวัดความรู้ทั้งด้านเนื้อหา และทักษะอื่นๆอีกด้วย ซึ่งผู้เรียนยังไม่สามารถนำความรู้ และทักษะต่างๆ ที่จำเป็นมาใช้ในการทำกิจกรรมในรายวิชาฟิสิกส์ เช่น ทักษะการวิเคราะห์ การแก้ปัญหา เป็นต้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้ และการฝึกทักษะที่จำเป็น โดยการเรียนแบบบูรณาการเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิดที่จะนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาในการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้สามารถนำเอาความรู้ ทักษะ และ ประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต (Chanprasert, 2014) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้นั้น ควรมีการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง มีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบเพื่อจะนำความรู้ในหลากหลายสาขาวิชามาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นสามารถตอบสนองต่อการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะสามารถพัฒนาทั้งด้านความรู้และทักษะต่างๆ ได้อย่างเต็มศักยภาพ

สะเต็มศึกษา (STEM education) เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่างๆ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (science) เทคโนโลยี (technology) วิศวกรรม (engineering) และ คณิตศาสตร์ (mathematics) (IPST, 2003) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิด วิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน (Phitaksa et al., 2019; Siripatharachai, 2013) นอกจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษายังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดีในศตวรรษที่ 21 สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด การแก้ปัญหา และทักษะอื่นๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา คนคว่ำ สร้าง พัฒนาคิดค้นสิ่งต่างๆ เกิดความสร้างสรรค์ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหาในโลกอนาคตได้อย่างแท้จริง ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากที่สุด จะต้องมีการวัดและประเมินผลผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจ มีทักษะ และเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งการประเมินจะประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน 6 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Reeve, 2013) ต้องมีการประเมินหลายครั้งคือประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียน การประเมินระหว่างเรียน เป็นการประเมินโดยใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน การประเมินตนเอง การประเมินการแก้ปัญหา การประเมินการทำงานเป็นทีม ส่วนการประเมินหลังเรียน เป็นการประเมินจากผลงานที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นเน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและตัวผู้สอน ที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริม ให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดอ่อนใดที่ควรจะได้รับการแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความถนัด และความสนใจของแต่ละบุคคล (IPST, 2014)

จากความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยได้สนใจศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ และทักษะที่จำเป็นมีการใช้ขั้นตอนการทางวิศวกรรมศาสตร์ในการพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการคิด และสามารถแก้ปัญหาที่พบได้เพราะการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องปลูกฝังในตัวผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นการแก้ปัญหาอย่างมีระบบและอยู่บนหลักเหตุและผลสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ โดยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนด้านสมรรถนะและ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบแผนการทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Designs) ใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว แบบ One group pre-test/post-test design (Traimongkolkul and Chatrathorn, 2000) สำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจของนักเรียนใช้ One-shot case study วัดผลหลังเรียนเพียงครั้งเดียว

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2 อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 92 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2 อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ จำนวน 5 แผน และแต่ละแผนจะดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน มีดังนี้

1.1 การเคลื่อนที่ในแนวระดับ โดยมีสถานการณ์ คือ “ในปัจจุบันประเทศไทยเกิดปัญหาเรื่องมลภาวะเป็นอย่างมาก ทำให้เกิดการรณรงค์สนับสนุนให้หันมาใช้พลังงานสะอาดมาเป็นพลังงานอีกทางเลือกหนึ่งจากสถานการณ์นี้ให้นักเรียนออกแบบรถโดยใช้พลังงานโดยใช้หลอดเคลื่อนที่ได้ระยะทางอย่างน้อย 5 เมตร”

1.2 การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง โดยมีสถานการณ์ คือ “สิ่งของบรรเทาทุกข์ที่นำไปมอบให้ผู้ประสบภัยน้ำท่วม ได้รับความเสียหาย จากการหย่อนลงมาจากเฮลิคอปเตอร์ หากนักเรียนได้รับมอบหมายให้ออกแบบ บรรจุภัณฑ์ ที่นำมาบรรจุสิ่งของแล้วเกิดความเสียหายจากการหย่อน ลงมาจากที่สูงให้น้อยที่สุด”

1.3 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ โดยมีสถานการณ์ คือ “ในช่วงปิดเทอมนักเรียนได้เข้าค่ายสิ่งแวดล้อมและได้ไปปลูกป่า นักเรียนประสบปัญหาไม่สามารถนำเมล็ดพันธุ์พืช เข้าไปปลูกในป่าได้ นักเรียนจึงทำเครื่องยิงเมล็ดพันธุ์พืช จากอุปกรณ์ ที่หาได้เพื่อช่วยแก้ปัญหาและช่วยในการปลูกป่าให้ง่ายขึ้น”

1.4 การเคลื่อนที่แบบวงกลม โดยมีสถานการณ์ คือ “จากการที่นักเรียนได้เห็นหรือได้ไปเล่นเครื่องเล่นในสวนสนุก นอกจากได้ความสนุกสนานและยังมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์แอบแฝงอยู่ด้วย ถ้านักเรียนต้องนำเสนอลักษณะการเคลื่อนที่ของ ชิงช้าสวรรค์ นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรที่จะนำเสนอ เพื่อให้เพื่อนของนักเรียนได้เห็นลักษณะของการเคลื่อนที่ได้ชัดเจนมากขึ้น”

1.5 การประเมินความสามารถการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ โดยเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การเคลื่อนที่ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย ตัวอย่างดังภาพที่ 1

4. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

ภาพที่ 1 แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การเคลื่อนที่

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยได้ทำการปฐมนิเทศและชี้แจงเกี่ยวกับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้แก่นักเรียน
2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ก่อนเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง
3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องการเคลื่อนที่ จำนวน 4 กิจกรรม ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีการประเมินผลการเรียนรู้ทั้งเป็นแบบทดสอบย่อยก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา จากนั้นรวบรวมคะแนนไว้เป็นคะแนนระหว่างเรียน
4. หลังเสร็จสิ้นการจัดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้ว นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ หลังเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
5. นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นเก็บรวบรวมแบบสอบถามและนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ ได้แก่ ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC) ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (B)
3. ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน RAI (Rater Agreement Index)
4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการหาค่าที (t-test for dependent samples) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป
5. เปรียบเทียบความสามารถในการการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ที่กำหนดที่ร้อยละ 75 โดยการหาค่าที (One sample t-test) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้จำแนกออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่ จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.41 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.14 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.37และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การทดสอบ	n	df	คะแนนเต็ม	mean	S.D.	t-test	p
ก่อนเรียน	37	36	30	11.41	2.14	49.23*	.000
หลังเรียน	37	36	30	23.24	2.37		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 (t=2.03)

1.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง การเคลื่อนที่ จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 75 พบว่า ผลร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้รับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 81.87 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สรุปได้ว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2

ตารางที่ 2 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน

คะแนน	n	df	ค่าเฉลี่ย	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ	t-test	p
ความสามารถในการแก้ปัญหา	37	36	81.87	100	75	4.10*	.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t=2.03)

2. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ ผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

องค์ประกอบการจัดการเรียนรู้	mean	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ฝึกปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้โดยเรียงจากง่ายไปยาก	4.49	0.51	มาก
2. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการค้นคว้าและแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง	4.49	0.56	มาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้เชื่อมโยงและบูรณาการกับคณิตศาสตร์เทคโนโลยี และ วิศวกรรมศาสตร์	4.49	0.56	มาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้เนื้อหาภาษารูปแบบตรงความสนใจของนักเรียน	4.51	0.56	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ ก่อให้เกิดความคิดวิเคราะห์อย่างสร้างสรรค์	4.51	0.61	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม เกิดการคิดวิเคราะห์	4.54	0.51	มากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.54	0.56	มากที่สุด
8. ความหลากหลายและความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่กับเนื้อหาวิชา	4.57	0.50	มากที่สุด
ภาพรวม	4.52	0.54	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถอภิปรายผลการศึกษาได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจาก การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาไม่ได้เรียนแต่เนื้อหาเพียงอย่างเดียว แต่ได้สอดแทรกขั้นตอนแต่ละขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์หาคำตอบ ได้ลงมือปฏิบัติ หาข้อพิสูจน์เกี่ยวกับสิ่งที่สงสัย มีการวางแผนและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้ได้รับมุมมองที่หลากหลาย ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น ส่งผลต่อการพัฒนาการของนักเรียนยิ่งสูงขึ้นตามไปด้วย แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการวางแผนเพื่อสร้างสรรค์ผลงาน

เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Kuaklung, Kessaratikoon and Prasitpong (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สภาพสมดุล และสภาพยืดหยุ่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่องสภาพสมดุล และสภาพยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง สภาพสมดุล และสภาพยืดหยุ่นของนักเรียนจากการประเมินตามสภาพจริง ผลวิจัยพบว่า 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องสภาพสมดุล และสภาพยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สภาพสมดุล และสภาพยืดหยุ่นของนักเรียนจากการประเมินตามสภาพจริง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละในแต่ละด้านตาม ลำดับ คือ ด้านความจำร้อยละ 75 ด้านความเข้าใจร้อยละ 75 ด้านการนำไปใช้ร้อยละ 75 ด้านการวิเคราะห์ร้อยละ 55 ด้าน การสังเคราะห์ร้อยละ 50 และด้านการประเมินผลร้อยละ 50 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา นั้นสามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมได้ชัดเจนขึ้นเนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้ได้ฝึกฝน ได้ลงมือปฏิบัติจริง ส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้อย่างมีความสุข มีพัฒนาการทางด้านความรู้ความสามารถและพฤติกรรมอันพึงประสงค์ตรงตามจุดมุ่งหมาย จึงส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น

2. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาในแต่ละกิจกรรมสูงขึ้น และมีความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมที่เน้นการแก้ปัญหาจากการลงมือปฏิบัติ โดยผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ที่มีการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ กระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการ

แสวงหาความรู้ สืบค้นหาความรู้ ในการแก้ปัญหา ได้สร้างสรรค์ชิ้นงานหรือนวัตกรรมด้วยตนเอง (Phitaksa et al., 2019) ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การสร้างสรรค์ชิ้นงาน

พร้อมทั้งหาวิธีการแก้ปัญหาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (IPST, 2003) โดยในขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจและค้นหา จะมีการสอดแทรกกระบวนการทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยนักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่ครูให้ จากนั้นวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงปัญหา ข้อจำกัด แนวทางการแก้ไขปัญหามาจากสถานการณ์นั้น นักเรียนสืบค้นและรวบรวมความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหา นักเรียนร่วมกันวางแผนการดำเนินงาน เลือกวัสดุอุปกรณ์เพื่อนำมาออกแบบชิ้นงานตามสถานการณ์ เมื่อสร้างชิ้นงานแล้วนำมาทดสอบ พร้อมทั้งแก้ไขข้อผิดพลาด แล้วสรุปผลพร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานเป็นขั้นที่สำคัญที่ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ในแต่ละกิจกรรม ครูเป็นผู้ช่วยและคอยให้คำปรึกษา ในขั้นที่นักเรียนยังมีข้อสงสัยทำให้นักเรียนได้ค้นพบวิธีการแก้ไขชิ้นงานด้วยตนเอง เมื่อผ่านการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมนักเรียนจะสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถดำเนินกิจกรรมผ่านกระบวนการดังกล่าวได้เป็นอย่างดี เมื่อนักเรียนสามารถปฏิบัติได้ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น มุ่งมั่น เอาใจใส่ต่อการเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนของแต่ละชุดกิจกรรม หลังเรียนสูงขึ้น เป็นเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Besa (2015) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (IPST, 2003) ดังนี้ 1) ขั้นการสร้างแรงบันดาลใจ 2) ขั้นการสำรวจและค้นหา 3) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นการขยายความรู้ และ 5) ขั้นการประเมินผล โดยแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตัดสินใจเลือกประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจ พร้อมทั้งการคิดหาวิธีการทางการแก้ปัญหาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในระดับความพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียน

การสอนที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความสนใจ สนุกกับการเรียน อีกทั้งสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ยังเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการค้นหาคำตอบ ซึ่งจะทำให้นักเรียนแต่ละบุคคลดึงความสามารถของตนเองออกมาใช้ในการคิด วิเคราะห์แก้ปัญหาจากสถานการณ์ นำไปสู่การทำงานเป็นทีม เป็นการฝึกประสบการณ์เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ และนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Salaeh, Mophan and Waedramae (2017) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาหลังการจัดการเรียนรู้ในระดับความพึงพอใจมาก เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นวิธีหนึ่งซึ่งช่วยให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ รายวิชาเคมีซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่ม ศึกษาค้นคว้าด้วยตัวนักเรียนเองใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ และที่สำคัญผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ผู้เรียนเรียนแล้วมีความรู้จักรบบการบูรณาการข้ามวิชา หรือสาขาวิชาต่างๆ ได้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจากการศึกษาค้นคว้า สรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องการเคลื่อนที่ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 75
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

- 1) ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ปัญหาที่พบเจอคือ เวลา ดังนั้นผู้สอนต้องเพิ่มเวลาในการจัดการเรียนการสอน ในบางขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้จะต้องมีการยืดหยุ่นในเรื่องเวลา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของนักเรียน สถานที่ และวัสดุอุปกรณ์
- 2) ครูผู้สอนควรให้นักเรียนมีความคุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยอาจใช้ระยะเวลาในช่วงเรียนเสริมในการจัดการเรียนรู้ เพื่อทราบข้อบกพร่องปัญหาที่พบนำไปสู่การแก้ไขและปรับปรุงแนวทางการจัดการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ควรศึกษาพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน
- 2) ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาซึ่งเกี่ยวข้องกับท้องถิ่นต่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในชุมชนของนักเรียน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.อภิชาติ สังข์ทอง อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรา เขียวรักษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา กุลนภาตล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ในการศึกษาค้นคว้าตลอดจน แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างสูง ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการและครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2 ที่ให้ความร่วมมือในการ

พัฒนาเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญ นายธนภณ ธรรมรักษ์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ 2 นายเสรี อังศิริ ครูชำนาญการ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ นายวัลลภ กุลศิริณย์มณี ครูเกษียณราชการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นลินี เอี่ยมสะอาด และอาจารย์ ดร.หนึ่งฤทัย เมฆวาท อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรญาณบุรีศรีที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยจนสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้ตามเวลาที่กำหนด

เอกสารอ้างอิง

- Besa, N. (2015). Effects of STEM Education Approach on Biology Achievement, Problem Solving Ability and Instructional Satisfaction of Grade 11 Students (in Thai). **Master's Thesis**. Songkla: Prince of Songkla University.
- Chanprasert, S. (2014). Design of learning management based-on STEM Education approach and development of the 21st century skills (in Thai). **IPST Magazine**, 48(192), 14-17.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2014). **Handbook of Evaluation and Assessment in Science** (in Thai). Bangkok: IPST.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2003). **STEM Education** (in Thai). Bangkok: IPST.
- Kuaklung, K., Kessaratikoon, P. and Prasitpong, S. (2018). The study of achievement by stem education on equilibrium and elasticity for grade 11 students (in Thai). **Journal of Education Thaksin University**, 18(2), 124-135.
- Ministry of Education. (2008). **Basic education Core Curriculum 2008** (in Thai). Bangkok: Ministry of Education.
- Phanit, W. (2012). **Learning creation methods for learners in the 21st century** (in Thai). Bangkok: Sodsri-Saritwong Foundation.
- Phitaksa, T., Phitaksa, P., Rungrot, N., Phonchaiya, S. and Wuttisela, K. (2019). Effects of STEM Education approach on food racing car for grade six students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 2(1), 57-70.
- Reeve, M. E. (2013). Implementing Science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN. A Report Prepared for The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- Salaeh, N., Mophan, N. and Waedramae, M. (2017). Effect of STEM Education on chemistry achievement, analytical thinking ability and instructional satisfaction of grade 10 students (in Thai). **Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences**, 4(1), 42-53.
- Siripatharachai, P. (2013). STEM Education and 21st Century Skills Development (in Thai). **Executive Journal**, 33(2), 49-56.
- Traimongkolkul, P. and Chatraphorn, S. (2000). **Research Design**, 3rd ed., (in Thai). Bangkok: Kasetsart University Press.