

บทความวิจัย (Research Article)

ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนา
ชุดทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

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

Received: January 14, 2021

Revised: February 19, 2021

Accepted: March 1, 2021

สถาพร เรืองรุ่ง^{1*} ธเนศ สุขมาตย์² และพวงทิพย์ แก้วทับทิม³
Sathaphorn Ruengrung^{1*} Thanet Sukmas² and Pungtip Kaewtubtim³

^{1,2,3}มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
^{1,2,3}Prince of Songkla University, Pattani 94000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: 5820114047@psu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้จำนวน 16 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลอง เรื่อง งานและพลังงาน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งดำเนินการทดลองแบบกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่มวัดผลก่อน และหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Dependent Group) ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลอง มีคะแนนพัฒนาการร้อยละ 22.22 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 41.67 อยู่ในระดับกลาง ร้อยละ 22.22 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 13.89 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ความสามารถในการแก้ปัญหา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มัธยมศึกษาปีที่ 4

Abstract

This research aimed to study the effect of applying SATIT PSU STEM INNOVATION, in which project-based learning which was designed by grade 10th students, it has the effects on the development of an experimental set approach on the problem - solving skills and physics' learning achievement. Furthermore, the sample was selected from the students of 10th grade at Demonstration School Prince of Songkla University. In the addition, the sample students had been learning for 16 hours. The research instruments consisted of three; the lesson plan which integrated with SATIT PSU STEM INNOVATION as project-based learning; the design of development of experimental set; By the topic "Work and Energy". And the achievement test of physics subject. Including, problem-solving skills test. The experimental research was conducted by using a single group of students through pretest-posttest design. Thus, the data was analyzed by mean, standard deviation and t-test dependent group. The results had shown as follows: the students who leaned by integrating SATIT PSU STEM INNOVATION project-based learning in the design of the development of an experimental set; By the topic "Work and Energy", had gained mean score 22.22% of the students who were in primary level, 41.67% of the students who were in the medium level, and 22.22% of the students were in high level and 13.89% of the students were in very high level. Therefore, the students' mean score of the post-test on physics learning achievement and problem- solving skill was higher than the pre-test mean score at the significant level of .01.

Keywords: SATIT PSU STEM INNOVATION as Project-Based Learning, Problem- Solving Skills, Physics Learning Achievement, Grade 10

บทนำ

การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบันของไทยในโรงเรียนมัธยมศึกษายังไม่เหมาะสมกับการสร้างโอกาสให้นักฟิสิกส์ที่ยิ่งใหญ่ระดับโลกได้ ทั้งที่ทรัพยากร โอกาส และเสรีภาพของไทยเรามีมากพอ ไม่น้อยกว่าประเทศใดในโลก ซึ่งบุคลากรทางการศึกษามีหน้าที่เตรียมความพร้อม และอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนได้เรียนรู้วิชาฟิสิกส์ได้อย่างมากพอ การสร้างนักเรียนคนหนึ่งให้เป็นนักฟิสิกส์ที่ยิ่งใหญ่ได้ จะต้องมีการจัดเตรียมมาประกอบ อาจจะเริ่มจากความสนุกจากการเรียน รู้สึกชอบในสิ่งที่เรียน ความชอบ ความสุข ความหลงใหล จะสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ นำไปสู่ความเข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ได้มากที่สุด (Thepnurat, 2017) ตลอดจนการปลูกฝังให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เช่น การไม่เชื่อคำกล่าวที่เลื่อนลอย การใช้คำอธิบายที่ไม่มีเหตุผลหรือหลักฐานยืนยันที่เหมาะสม การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและยอมเปลี่ยนความคิดเห็น เมื่อได้ข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ที่เหมาะสมกว่าเดิม มีความซื่อตรง ไม่บิดเบือนข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ (The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2019) และในปัจจุบันนักเรียนไทยไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงได้ เพราะขาดกระบวนการคิดการแก้ปัญหา แทบจะทำข้อสอบภาคปฏิบัติที่นำความรู้ และกระบวนการคิดแก้ปัญหามาใช้และเขียนอธิบายได้ไม่เท่าที่ควร เนื่องจากปัญหาด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนฝึกท่องจำสูตร ไม่ได้ปลูกฝังให้มีกระบวนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา และการเร่งสอนเนื้อหาให้ได้มากที่สุดเพื่อมุ่งการสอบเข้ามหาวิทยาลัย (Besa, 2014) ซึ่งที่แท้จริงแล้วเป้าหมายการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนี้มุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง การเรียนวิทยาศาสตร์จึงมีการทดลองเป็นพื้นฐานสำคัญ เพื่อนำไปสู่หลักการและทฤษฎี วิธีสอนแบบสืบเสาะที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการสอนเพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Manui, 2014) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก็เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพัฒนาควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะต่างๆ ซึ่งการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

เป็นการเรียนการสอนที่มีปัญหาเป็นฐาน และโครงงานเป็นฐาน สามารถพัฒนาทั้งผลการเรียนฟิสิกส์และเจตคติของนักเรียนได้ และสามารถทำให้นักเรียนได้แก้ปัญหา ออกแบบและประดิษฐ์ชิ้นงานตามโจทย์ที่วางเงื่อนไขไว้ ได้ทำงานเป็นกลุ่มจนสำเร็จ เกิดความภูมิใจ และได้เห็นว่าความรู้ที่มีสามารถนำมาใช้ได้จริง (Chaibuadang, 2018)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน STEM-Project based leaning เป็นการนำขั้นตอนมาบูรณาการร่วมกันทั้งโครงงานเป็นฐาน (PBL) และสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้ทำงานเป็นกลุ่ม มีการอภิปราย และสื่อสารกันเพื่อที่จะได้นำเสนอผลงาน สามารถส่งเสริมให้ผู้ทำกิจกรรมเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน (Wongchachom et al., 2016) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION คือ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ที่ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด 2) ขั้รวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา 4) ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา 5) ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง 6) นำเสนอผลงาน (Visetsuvarnabhumi, 2019) สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (NSEC., 2015) สอดคล้องกับวิธีสอนแบบสืบเสาะที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน STEM-Project Based Learning ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION มาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

การออกแบบพัฒนาชุดทดลอง คือ การสร้างและทดลองใช้ชุดทดลองด้วยตัวของนักเรียนเองตามกรอบเนื้อหาที่คู่มือกำหนดที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาหน้าของผู้นวิจัยและคณะ (Ruengrung et al., 2020) ได้พัฒนาคู่มือการสร้างชุดทดลอง เรื่อง การประยุกต์ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อย พบว่า คู่มือการสร้างชุดทดลองมีประสิทธิภาพทางการศึกษา 78.53/73.90 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อคู่มือการสร้างชุดทดลองโดยรวมอยู่ในระดับมาก และจากศึกษาของ Mulhayatiah et al. (2018) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง โมเมนต์ความเฉื่อย: การพัฒนาชุดทดลองพลศาสตร์การหมุน สำหรับนักเรียนฟิสิกส์ พบว่า สามารถประยุกต์ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อย จากกลิ้งทรงกระบอกรัศมีเท่ากันแต่มวลต่างกัน ค่าเฉลี่ยโมเมนต์ความ เฉื่อยเท่ากับ 0.000203 ในขณะที่ผลการคำนวณจากทฤษฎี คือ 0.000201 ซึ่งมีร้อยละความคลาดเคลื่อนที่ 2.67 % ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ อีกทั้งเป็นชุดทดลองที่ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ราคาถูก และส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีในการพิสูจน์ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

จากการศึกษาบริบทของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จากงานวิจัยของ Besa (2014) ที่กล่าวถึงบริบทของโรงเรียนไว้ว่าโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์มีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นรูปแบบการบรรยายเนื่องจากระยะเวลาเรียนที่มีจำนวนจำกัดแต่เนื้อหาหลักสูตรที่นักเรียนต้องเรียนมีจำนวนมาก ครูจึงต้องจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาสาระวิชาตามที่หลักสูตรได้กำหนดไว้ จากการสัมภาษณ์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 10 คน เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ที่นักเรียนต้องการ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 70 ต้องการให้ครูเน้นการบรรยายทำโจทย์คำนวณ ตัวอย่างสอบ มากกว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นลงมือปฏิบัติ นักเรียนให้เหตุผลว่าในการสอบเข้าเรียนต่อในระดับอุดมศึกษานั้น ข้อสอบที่ใช้วัดความรู้เป็นข้อสอบที่เน้นวัดเนื้อหาสาระวิชามากกว่าการสอบที่เน้นทักษะกระบวนการนั่นเอง ซึ่งการที่นักเรียนไม่เห็นความสำคัญของการเรียนแบบลงมือปฏิบัติส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการที่สำคัญในการนำเอาความรู้ทางฟิสิกส์ที่ได้เรียนรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตจริง เพราะการเรียนที่มุ่งเน้นเนื้อหาสาระนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ เช่น การอ่านหนังสือทบทวน การเรียนกวดวิชา เป็นต้น และจากคำแนะนำจากอาจารย์หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ผู้มีประสบการณ์สอนในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน STEM-Project based leaning ที่เป็นการจัดการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาทั้งทักษะและผลสัมฤทธิ์ไปพร้อมๆ กัน โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหาปัญหา เป็นทักษะความสามารถที่สำคัญที่ต้องพัฒนานักเรียน สอดคล้องกับการสังเกตชั้นเรียนในช่วงแรกๆ ของการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ของผู้นวิจัยพบว่านักเรียนยังไม่สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้เมื่อทำการทดลอง

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน STEM-Project based learning เพื่อต้องการให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเอง นอกจากนี้นักเรียนยังได้ใช้ความรู้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่นักเรียนต้องการมุ่งหวังสำหรับการสอบอยู่แล้วมาบูรณาการกับเนื้อหาวิชาอื่นๆ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ สำหรับการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียนเป็นกระบวนการที่นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ ได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มกับเพื่อนๆ ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน และสามารถใช้ขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION มาเป็นขั้นตอนในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้จากการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน ส่งเสริมการใช้ทักษะการแก้ปัญหา นอกจากนี้การออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน จะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด ได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม และเป็นสื่อช่วยเชื่อมโยงความเป็นรูปธรรมกับนามธรรม ทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องราวที่เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น และสามารถที่จะแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นขณะที่ออกแบบพัฒนาชุดทดลอง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความพร้อมในการเรียนเพิ่มมากขึ้น สามารถถ่ายทอดความรู้ และสามารถประยุกต์หลักการต่างๆ ในการต่อยอดแก้ปัญหาในเรื่องอื่นๆ ได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน
2. เพื่อศึกษาคะแนนพัฒนาการ (Gain score) ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่เรียนในรายวิชา ว31202 ฟิสิกส์ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 109 คน
 - 1.2 กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 36 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจง ซึ่งจากศึกษาข้อมูล นักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี และจากการสังเกตและสัมภาษณ์ นักเรียนยังไม่สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้เมื่อทำการทดลอง และต้องการเพิ่มเติมทักษะการแก้ปัญหาจึงเลือกนักเรียนกลุ่มนี้เป็นกลุ่มตัวอย่าง
2. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน เรื่อง งานและพลังงาน
 - 2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหา

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชา ว31202 ฟิสิกส์ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเนื้อหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับโมเมนต์ความเฉื่อย

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย แบบกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่มวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One group Pretest-Posttest Design) ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน เรื่อง งานและพลังงาน ที่มีขั้นตอนการออกแบบพัฒนาชุดทดลองตามขั้นตอนการทำโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION (Visetsuvarnabhumi, 2019) 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด 2) ขั้่นรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา 4) ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา 5) ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง และ 6) นำเสนอผลงาน จำนวน 1 แผน ระยะเวลา 16 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 เมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้วอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมาก

ซึ่งมีรายละเอียดการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน เรื่อง งานและพลังงาน ดังนี้

1) **ระบุปัญหาประเด็นที่เด่นชัด** นักเรียนและครูร่วมกันยกสถานการณ์ประเด็นปัญหา และร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงแนวทางในการแก้ปัญหา ดังประเด็นปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่จังหวัดปัตตานีที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ซึ่งในบางพื้นที่มีปริมาณน้ำสูงมาก ซึ่งปัญหาในโรงเรียนหลังจากน้ำลดแล้ว คือ ความเสียหายของอุปกรณ์การเรียน ชุดทดลองต่างๆ และอีกปัญหาที่สำคัญคือ ชุดทดลองที่นักเรียนใช้ในห้องปฏิบัติการ เป็นชุดทดลองสำเร็จรูปทำให้นักเรียนไม่เข้าใจการทดลองอย่างถ่องแท้ ไม่สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้เมื่อชุดทดลองต่างๆ มีปัญหาหรือใช้งานไม่ได้ ดังนั้น การออกแบบพัฒนาชุดทดลอง จึงเป็นประเด็นที่นักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงแนวทางในการแก้ปัญหาในประเด็นดังกล่าว เมื่อนักเรียนสามารถตั้งประเด็นปัญหาแล้วทำการจดบันทึกถึงประเด็นปัญหา จากนั้นครูนำเสนอบทความวิจัยของ Mulhayatiah et al. (2018) Moment of Inertia: Development of Rotational Dynamics KIT for Physics Students ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ใช้ความรู้เรื่อง งานและพลังงาน มาประยุกต์หาค่าโมเมนต์ความเฉื่อย และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ในการผลิตชุดทดลอง โดยใช้วัสดุใกล้ตัวหรือมีในท้องถิ่น เพื่อลดต้นทุนในการสร้างชุดทดลอง สามารถผลิตชุดทดลองได้ด้วยตนเอง และแก้ปัญหาที่ต้องการได้

2) **ขั้่นรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้อง** นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาชุดทดลอง เรื่อง พลังงานจลน์ของวัตถุกลิ้งลงตามพื้นเอียง (กรณีทรงกระบอกตันมวลต่างกันรัศมีเท่ากัน) ดังนี้ 1) วัสดุที่ใช้กลิ้ง (เทียนไข ดินน้ำมัน ไข่ม้วน สัตว์ ปูนา สเตอร์) 2) พื้นเอียง (แผ่นกระฉาก ไม้อัด แผ่นกระดาษแข็ง) 3) ทรงกระบอกบางที่ใช้บรรจุวัสดุ (แกนทิชชู กระดาษทรงกระบอกบาง พลาสติกทรงกระบอกบาง กระป๋องน้ำอัดลม) 4) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง พลังงานจลน์ของวัตถุกลิ้งลงตามพื้นเอียง ได้แก่ ทฤษฎี สมการที่เกี่ยวข้อง และ 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วนักเรียนร่วมกันอภิปราย วางแผนการทำงาน เลือกวัสดุที่คิดว่าจะแก้ปัญหาได้ เช่น วัสดุที่ใช้กลิ้ง เลือกใช้ ดินน้ำมัน พื้นเอียง เลือกใช้ แผ่นกระฉาก ทรงกระบอกบางที่ใช้บรรจุวัสดุ เลือกใช้ แกนทิชชู

3) **ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา** นักเรียนร่วมกันวางแผนการทดลอง และพัฒนาชุดทดลอง โดยนักเรียนศึกษาวิธีการทดลองตามงานวิจัยที่ครูให้ในเอกสารคู่มือการพัฒนาชุดทดลอง และออกแบบการทดลองตามวิธีที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสนใจ และเชื่อมั่นว่าจะได้มาซึ่งชุดทดลองที่มีความคลาดเคลื่อนน้อย (ขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้วัสดุ ความสมบูรณ์ของชุดทดลอง และความละเอียดในการบันทึกผล) อุปกรณ์ในการพัฒนาชุดทดลอง ได้แก่ ทรงกระบอกตันรัศมีเท่ามวลต่างกัน 4 อัน พื้นเอียง กล้องจับภาพเคลื่อนไหว ตาชั่งดิจิทัล โปรแกรม/แอปพลิเคชันในการวิเคราะห์ผลการติดตามการเคลื่อนไหวของวัตถุ เพื่อพิจารณาความเร็ว และความเร่งของวัตถุ เช่น โปรแกรม Tracker Video Analysis And Modelling Tool, โปรแกรม Microsoft Excel

4) ดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา นักเรียนดำเนินการพัฒนาชุดทดลอง เรื่อง พลังงานจลน์ของวัตถุกลิ้งลงตามพื้นเอียง (กรณีทรงกระบอกตันมวลต่างกันรัศมีเท่ากัน) ตามวิธีการทดลองที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 3) ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา/พัฒนา ซึ่งการดำเนินการพัฒนาชุดทดลองนั้น นักเรียนได้บูรณาการศาสตร์ 4 สาขาวิชา ที่มาเชื่อมโยง คือกลุ่มที่ 1 วิชาวิทยาศาสตร์ คือ การนำความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาชุดทดลอง กลุ่มที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์ คือ การเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองซ้ำหลายๆครั้งเป็นข้อมูลสถิติ และตรวจสอบความถูกต้องด้วยการเปรียบเทียบการคำนวณจากสูตรตามทฤษฎี และคำนวณจากการทดลอง กลุ่มที่ 3 เทคโนโลยี คือ การใช้แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมต่างๆ มาพัฒนาชิ้นงาน ซึ่งในการสร้างชุดทดลองครั้งนี้ใช้โปรแกรมติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยการบันทึกภาพเคลื่อนไหว กลุ่มที่ 4 กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ คือ การออกแบบการทดลอง การเลือกวัสดุ ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สร้างชุดทดลอง ศึกษาความเป็นไปได้ และความคุ้มค่าในการนำวัสดุมาสร้างชุดทดลอง ซึ่งต้องเป็นวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น

5) ทดสอบประเมินผล ปรับปรุง นักเรียนร่วมกันพิจารณาผลการทดลอง ปรับชุดทดลอง ปรับการทดลอง พิจารณาสาเหตุที่ทำให้มีความคลาดเคลื่อนมาก หรือชุดทดลองที่ยังไม่สมบูรณ์ ร่วมกันกับครูและเพื่อนกลุ่มอื่น จากนั้นเมื่อทุกกลุ่มได้รับ ข้อเสนอแนะ แต่ละกลุ่มจะร่วมกันระดมความคิดถึงชุดทดลองของตนเองอีกครั้ง และมีการปรึกษาหารือ ถึงชุดทดลองของตนเองว่ามีส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นตามคำแนะนำของครู และเพื่อนๆ หรือไม่ เพื่อให้ชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6) นำเสนอผลงาน นักเรียนนำกระบวนการ และผลการศึกษาทั้งหมดตั้งแต่ขั้นที่ 1) ถึง ขั้นที่ 5) นำเสนอในรูปแบบของ Full Paper จำนวน 5-10 หน้า ที่ประกอบด้วย (1) ชื่อชุดทดลอง (2) ความเป็นมา (3) หลักการแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา (Science) (4) เทคโนโลยีที่ใช้ในการศึกษา (Technology) (5) การเลือกวัสดุ อุปกรณ์ การออกแบบ และการวางแผน (Engineering) (6) การใช้ตัวเลขในการศึกษา (Mathematics) (7) ภาพประกอบการพัฒนาชุดทดลองแต่ละขั้นตอน (8) บรรณานุกรมรูปแบบ APA และนักเรียนนำเสนอผลงานด้วยวาจา (Oral Presentation)

1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง งานและพลังงาน และการประยุกต์ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อย มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.30-0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน เท่ากับ 0.72

1.3 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยเนื้อหาที่นำมาใช้เป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เรื่อง งานและพลังงาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกลมาแก้ปัญหา จำนวน 5 สถานการณ์ ประกอบด้วย ยกตะกร้าผลไม้ขึ้นรถกระบะ น้ำท่วม วัตถุกลิ้งลงตามพื้นเอียง ระบบล้อกับเพลา ห้องปฏิบัติการณ์วิชาฟิสิกส์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมจำนวน 20 ข้อ ตามขั้นตอนของ Weir (1974) 4 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นการระบุประเด็นปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 3) ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ โดยใช้แบบวัดคูขนาน 2 ฉบับ โดยใช้ข้อคำถามแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ฉบับก่อนเรียน มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.25-0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.71 และฉบับหลังเรียน มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.24-0.78 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.74

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยได้อธิบายชี้แจงทำความเข้าใจกับนักเรียนเรื่องการเรียน เวลาเรียน และชี้แจงข้อมูลสำหรับการเข้าร่วมการวิจัยกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และให้นักเรียนลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยด้วยความเต็มใจ

2.2 แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้

2.3 ทดสอบก่อนเรียน กับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

2.4 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยนักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (ฉบับก่อนเรียน) ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขแล้ว ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ในการทำแบบทดสอบ

2.5 จัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน เรื่อง งานและพลังงาน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการบันทึกภาคสนาม และสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ทุกครั้งที่เรียนเสร็จ เพื่อนำข้อเสนอแนะไปเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

2.6 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แล้วทำการทดสอบหลังเรียน โดยนักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (ฉบับหลังเรียน) ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ในการทำแบบทดสอบ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียน มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Dependent Group)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเรียนตรวจคะแนน และทำการวิเคราะห์ผล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 15.67, SD = 3.31) และหลังเรียน ($\bar{X}$ = 22.17, SD = 3.19) ดังตาราง 1

ตาราง 1 ค่าสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มเดียวของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

การทดสอบ	N	mean	SD	t-test	p-value
ก่อนเรียน	36	15.67	3.31	9.656**	0.000
หลังเรียน	36	22.17	3.19		

** p < .01

2. ผลการศึกษาคะแนนพัฒนาการ (Gain score)

ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรพัฒนาการสัมพัทธ์และระดับพัฒนาการตามเกณฑ์การประเมินคะแนนพัฒนาการของ Kanjanawasee (2014) จากการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนมีระดับพัฒนาการทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ อยู่ในระดับพัฒนาการระดับสูงมาก จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 13.89 มีพัฒนาการระดับสูง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 พัฒนาการระดับกลาง จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 41.67 และพัฒนาการระดับต้น จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 ดังตาราง 2

ตาราง 2 เกณฑ์การประเมินคะแนนพัฒนาการ

คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	ระดับพัฒนาการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
76-100	พัฒนาการระดับสูงมาก	5	13.89
51-75	พัฒนาการระดับสูง	8	22.22
26-50	พัฒนาการระดับกลาง	15	41.67
0-25	พัฒนาการระดับต้น	8	22.22

3. ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังเรียนมาตรวจคะแนน และทำการวิเคราะห์ผลพบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 11.50, SD = 3.19) และหลังเรียน ($\bar{X}$ = 13.56, SD = 2.18) ดังตาราง 3

ตาราง 3 ค่าสถิติทดสอบที่แบบกลุ่มเดียวของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหา

การทดสอบ	N	mean	S.D.	t-test	p-value
ก่อนเรียน	36	11.50	3.19	4.597**	.000
หลังเรียน	36	13.56	2.18		

**p < .01

สรุปและอภิปรายผล

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนศึกษา ค้นคว้า ทำความเข้าใจเนื้อหา และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับแนวทางในการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องงานและพลังงาน ซึ่งการที่นักเรียนจะประยุกต์ใช้ความรู้ได้ นักเรียนจะต้องตั้งใจเรียนรู้เนื้อหาพื้นฐานอย่าง ถ่องแท้ก่อน ดังนั้นเมื่อผู้วิจัยมอบหมายงานให้นักเรียน นักเรียนก็จะวางแผนในการศึกษา ค้นคว้า ทำความเข้าใจ ในเนื้อหาเรื่อง งานและพลังงาน แล้วค่อยศึกษาวิธีการประยุกต์ใช้ความรู้ในการพัฒนาชุดทดลองตามโจทย์หรือปัญหาที่ผู้วิจัยมอบให้ และเมื่อนักเรียนลงมือพัฒนาชุดทดลองด้วยตนเอง ก็จะได้ทบทวน ตรวจสอบความถูกต้องด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลความรู้ต่างๆ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับผลสรุปการวิจัยของ Wongchachom et al. (2016) ที่กล่าวถึงนักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียน สอดคล้องกับการศึกษาของ Manui (2014) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยการพัฒนาชุดทดลองกลศาสตร์สำหรับนักเรียน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับการศึกษาของ Kuaklung et al. (2018) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง สภาพสมดุล และสภาพยืดหยุ่นของนักเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน มีคะแนนพัฒนาการร้อยละ 22.22 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 41.67 อยู่ในระดับกลาง ร้อยละ 22.22 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 13.89 อยู่ในระดับสูงมาก สอดคล้องกับการศึกษาของ Salaeh (2017) ซึ่งได้ศึกษาพัฒนาการทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า หลังจากทีนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนพัฒนาการร้อยละ 47.62 อยู่ในระดับสูงร้อยละ 42.86 อยู่ในระดับกลาง ร้อยละ 9.52 อยู่ในระดับสูงมาก สอดคล้องกับการศึกษาของ Prabsoongnem (2018) ซึ่งได้ศึกษาศึกษาคะแนนพัฒนาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีคะแนนพัฒนาการร้อยละ 55.00 อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 25.00 อยู่ในระดับสูงมาก และร้อยละ 20.00 อยู่ในระดับกลาง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Polpool (2011) ที่ได้พัฒนาชุดทดลองเรื่อง คลื่นเสียง ซึ่งทำให้นักเรียนมีความสนใจในเนื้อหาทฤษฎีที่ได้เรียน จากการเปิดโอกาสและจัดประสบการณ์ในการให้นักเรียนได้สัมผัสรูปแบบงานจริงที่เป็นรูปธรรม โดยการถ่ายทอดด้วยสื่อที่เป็นนวัตกรรมทางเทคโนโลยี เป็นการเชื่อมโยงความรู้จากภาคทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติ สร้าง

ความชัดเจนในการสร้างความเข้าใจอันง่ายขึ้นในบทเรียน พบว่า นักเรียนมีผลทางการเรียนดีขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการบูรณาการสะเต็มศึกษากับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีกระบวนการการเรียนรู้ที่เริ่มจากการที่ครูทำให้นักเรียนสามารถกำหนดปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนเริ่มต้นตรวจสอบที่มาของปัญหา ครูนำกระบวนการการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION มาใช้เพื่อให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน และต่อมานักเรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ ตรวจสอบสิ่งที่ยังไม่รู้ จนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และนำเสนอรูปแบบและวิธีแก้ปัญหาให้กับเพื่อนร่วมชั้นได้ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีขั้นตอนที่สอดคล้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของ Weir (1974) จากผลการวิจัยสอดคล้องกับการศึกษาของ Netwong (2016) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงว่าทักษะการแก้ปัญหานักเรียนหลังจากเรียนโดยการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาสูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Khongsook et al. (2019) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้สำหรับนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Nilalad (2019) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ข้างต้นมีทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการจัดการเรียนรู้ที่ครูจัดขึ้นเป็นกิจกรรมที่สามารถพัฒนาให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ สามารถนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 ครูควรชี้แจงทำความเข้าใจให้นักเรียนเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในด้านการคิด ภายใต้ขอบข่ายเนื้อหา โดยครูมีหน้าที่คอยชี้แนะให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด และมีความเอื้อเฟื้อการประกอบการพัฒนาชุดทดลองเพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการดำเนินงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็วขึ้น

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียน มีข้อจำกัดเรื่องเวลา ครูควรยืดหยุ่นเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามความเหมาะสม โดยเฉพาะขั้นตอนดำเนินการแก้ไขปัญหา/พัฒนา เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานและอาจเกินเวลาที่กำหนดไว้ในแผนได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการใช้เครื่องมือในการรวมข้อมูลเพิ่มเติม เช่น การเก็บรวมข้อมูลเชิงคุณภาพที่ตรงประเด็น การสร้างแบบประเมินการออกแบบพัฒนาชุดทดลองที่สามารถประเมินได้ตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาของนักเรียน

2.2 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน SATIT PSU STEM INNOVATION ในการออกแบบพัฒนาชุดทดลองของนักเรียนกับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแบบมีวิจารณญาณ จิตวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

References

- Besa, N. (2014). *Effects of STEM Education approach on biology achievement, problem solving ability and instructional satisfaction of grade 11 students* (Master thesis). Pattani: Prince of Songkla University. [in Thai]
- Chaibuadang, N. (2018). *The study of learning achievement and attitude towards Physics learning for grade 11 students using STEM education*. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. [in Thai]
- Kanjanawasee, S. (2014). Gain Scores. *Research journal the social science research association of Thailand*, 1(1), 12-13. [in Thai]
- Khongsook, S., Thumthong, B., & Pradabsri, P. (2019). The development of stem education activities to promote problem solving ability and learning inquiry behavior for matthayomsuksa three students kapchoengwittaya school, *Journal of Education, Silpakorn University*, 16(2), 201-212. [in Thai]
- Kuaklung, K., Kessaratikoon, P., & Prasitpong, S. (2018). The study of achievement by stem education on equilibrium and elasticity for grade 11 students. *Journal of Education Thaksin University*, 18(2), 124-135. [in Thai]
- Manui, M. (2014). *The development of mechanics experiment package for mattayom 4 student in Phatthalung school* (Master thesis). Songkhla: Songkhla Rajabhat University. [in Thai]
- Mulhayatiah, D., Suhendi., H. Y., Zakwandi, R., Dirgantara, Y., & Ramdani, M. A. (2018). Moment of inertia: development of rotational dynamics KIT for physics Students. [Proceeding]. *3rd Annual Applied Science and Engineering Conference*, 3(1), 1-8.
- National STEM Education Center, NSEC. (2015). *STEM Network [Manual]*. Bangkok: The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. [in Thai]
- Netwong, T. (2016). Development of problem-solving skills by integration learning following STEM Education. *Research Journal-Rajamangala University of Technology Thanyaburi*, 15(2), 1-6. [in Thai]
- 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* (Master thesis). Buriram: Buriram Rajabhat University. [in Thai]
- Polpool, S. (2011). *Developing an experimental set on sound wave for mutthayomsuksa V student* (Master thesis). Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. [in Thai]
- Prabsoongnern, O. (2018). *Effect of learning according to the concept and full study (STEM Education) on science learning achievement in Living things and problem-Solving Ability and Instructional Satisfaction of Pratomuksa 4 students* (Research report). Chiang Mai: Bureau of Education Chiang Mai Municipality. [in Thai]
- Ruengrung, S., Sukmas, T., & Kaewtubtim, P. (2020). *The development of practical manual for creating experimental package on applying law of conservation of energy in calculation on moment of inertial*. [Proceeding]. *Teacher Professional Innovation, The 3rd Network of Teacher Production Institutions in the Lower Southern Region*, 1(5), 1-13. [in Thai]

- Salaeh, N. (2017). *Effect of STEM Education on chemistry achievement, analytical thinking ability and instructional satisfaction of grade 10 students*. Pattani: Prince of Songkla University. [in Thai]
- The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2019). *Physics teaching purpose*. Retrieved May 3, 2019, from http://physics.ipst.ac.th/?page_id=2310
- Thepnurat, M. (2017). Thai-Active Physics. *Thai Journal of Physics*, 35(2), 56-60. [in Thai]
- Visetsuvarnabhumi, K. (2019). *SATIT PSU STEM INNOVATION project-based learning* [Handout]. Pattani: Faculty of Education Prince of Songkla University. [in Thai]
- Weir, J. J. (1974). Problem Solving is Everybody's Problem. *The Science Teacher*, 4(1), 16–18.
- Wongchachom, P., & Cojorn, K. (2016). A development of creative thinking and learning achievement of matthayomsueksa 5 students based on the STEM Education cooperated with project-based learning. *Journal of Education, Mahasarakham University*, 10(Special Edition), 465-474. [in Thai]