

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้  
รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า

DEVELOPMENT OF SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT  
OF SIXTH GRADE STUDENTS USING STEM EDUCATION,  
SUBJECT ELECTRIC AND ELECTROMAGNETIC CIRCUITS

สุดารัตน์ ธีรพิสิฐ

Sudarat Theerapisit

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, Thailand

E-mail: tuktik.oh@gmail.com

### บทคัดย่อ

บทความวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.50 ขึ้นไป 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากที่ทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบการทดลอง ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) การสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 4 ชุด คือ 1) ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า 2) การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจร 3) การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน และ 4) แม่เหล็กไฟฟ้า 2) การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และค่าความยากง่าย 0.26 – 0.72 ค่าอำนาจจำแนก 0.24 – 0.48 ค่าความเชื่อมั่น 0.89 และ 3) การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากที่ทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)



เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า มีประสิทธิภาพ 72.43/77.14 ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6930 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากการที่ทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า อยู่ในระดับมาก

**คำสำคัญ:** ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา, ความพึงพอใจ, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## Abstract

The objectives of this research article were 1) to develop the learning packages using stem education on electric and electromagnetic circuits to be effective according to the standard 70/70 and effectiveness more than 0.50. 2) to compare the learning achievement before and after learning using the learning packages using stem education on electric and electromagnetic circuits 3) to study the students' satisfaction after learning through the learning packages using stem education on electric and electromagnetic circuits. by using experimental research methodology which this research consists of 1) designed the learning package with 4 lessons consisting of (1) components of the circuit (2) connecting the cells in the circuit (3) connecting lamps in series and parallel and (4) electromagnetism. 2) designed the achievement test including science 30 items. the test was presented to 3 experts Item difficulty as 0.26 – 0.72 level, discrimination index as 0.24 – 0.48, and reliability as 0.89. 3) designed students' satisfaction assessment form. The results of this study showed that efficiency of the learning packages using stem education on electric and electromagnetic circuits was developed with efficiency equal to 72.43/77.14 and effectiveness as 0.6930. The students being taught by using the learning packages using stem education on electric and electromagnetic circuits gained higher posttest science mean scores than pretest mean scores with statistical significance at the .05 level. The students' satisfaction towards the learning packages using stem education on electric and electromagnetic circuits were at good level.

**Keywords:** STEM education learning set, satisfaction, learning achievement



## บทนำ

ด้วยความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว รุนแรงของโลกในปัจจุบัน นิสัยไม่ เรียนรู้จึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากต่อการรับมือกับต่อสภาพการแข่งขันทั้งทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยี ทำให้การศึกษาไม่ได้เป็นไปแค่ การเรียนรู้ในห้องเรียน เพื่อศึกษาหาความรู้จากตำรา เพราะความรู้ไม่สามารถเรียนรู้ได้หมดในห้องเรียน ความรู้มีมากมายมหาศาลเกินกว่าที่มนุษย์ จะเรียนรู้กันได้หมด แต่วิธีการเรียนรู้ต่างหากที่จะสามารถนำไปพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อพัฒนาตนเองและช่วยผู้อื่นต่อไป โดยการสร้างเครื่องมือเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จึงได้ถูกสร้างขึ้นผ่านฐานปรัชญาความคิดและกระบวนการทางการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กไทยให้บรรลุ “ทักษะ แห่งศตวรรษที่ 21” ที่เน้นทักษะการใช้ชีวิตและการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งจะมีครูมีบทบาทหน้าที่ เป็นผู้แนะนำและทำโครงการการเรียนรู้ร่วมกันกับเด็กซึ่งเด็กจะได้ทั้ง ความสนุกสนานและแนวทางการคิดและสร้างองค์ความรู้รวมทั้งนวัตกรรมต่าง ๆ จากความคิดที่เปิดกว้างจากครูที่เป็นผู้ เปิดโลกทัศน์นั้นให้เด็ก เพราะเครื่องมือเป็นเพียงตัวช่วยนำทางให้ครูเท่านั้น แต่ “ความสำเร็จใน การเรียนรู้ไม่ได้อยู่ที่เครื่องมือ หากอยู่ที่การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเองและเป้าหมายการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556) เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (Scientific and Technological Literate Person) สอดคล้องกับแนวทางการจัด การศึกษาของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ได้กำหนดไว้ว่าการจัด การศึกษาจะต้องให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นสำคัญ และมุ่งหวังว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จะเน้น ทักษะกระบวนการเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้หลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2560 ได้กำหนดเป้าหมายของ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) กล่าวโดยสรุปแล้วความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด และเป็นกรกระทำที่ให้เกิดผลผลิตต่าง ๆ ที่มีลักษณะพิเศษตรงที่ ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหา และการค้นหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมี 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มวิธีการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์มีหลายวิธี เช่น การจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นสามารถ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่นได้ สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง (กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559) โดยจะพัฒนา



กระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน มีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบัน และ ความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษาช่วยช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านความรู้ ทักษะทาง ปัญญาทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม จากการศึกษาสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ชอบปฏิบัติกิจกรรมการทดลองแต่ไม่สามารถที่จะใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างถูกต้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะกระบวนการบูรณาการ ซึ่งประกอบด้วยทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร รวมถึงการคิดสร้างสรรค์งานและการบูรณาการองค์ความรู้ ฉะนั้นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างถูกต้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะกระบวนการบูรณาการการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.50 ขึ้นไป
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากที่ทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดกิจกรรม การเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการวิจัยดังนี้ มีลำดับดังนี้



### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนที่อยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 3 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 78 คน

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 29 คน ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง

### 2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาชุดกิจกรรม คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 4 ชุด ดังนี้ คือ 1) ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า 2) การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจร 3) การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน 4) แม่เหล็กไฟฟ้า

### 3. การศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

3.1 การสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วย 4 ชุด คือ 1) ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า 2) การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจร 3) การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน และ 4) แม่เหล็กไฟฟ้า หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า โดยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องด้านเนื้อหา และประเมินความเหมาะสมของเนื้อหา รูปแบบ คำถาม แบบทดสอบท้ายชุดกิจกรรม ภาษาที่ใช้ ลำดับขั้นตอน การนำเสนอ วิธีการเสนอเนื้อหา และ แก้ไขปรับปรุง ตามข้อเสนอแนะ และพิจารณาจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบท้ายบทเรียนใช้เกณฑ์  $70/70$  ( $E_1/E_2$ ) ดัชนีประสิทธิผลสูงกว่า 0.50 ขึ้นไป

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ นำแบบ ทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาและหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) เลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 – 1.0 ไว้ จำนวน 40 และนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 40 ข้อ หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2562 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จำนวน 50 คน ให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน ข้อจำนวน 30 ข้อ วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย ( $P$ ) อยู่ระหว่าง 0.26 – 0.72 และค่าอำนาจ



จำแนก (r) 0.24 – 0.48 และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ จากสูตร KR - 20 เท่ากับ 0.89

3.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยใช้ t- test (Dependent)

3.4 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากที่ทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้าของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 และนำแบบประเมินความพึงพอใจเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม (Index of Item Objective Congruence : IOC) นำผลการประเมินวิเคราะห์ แก้ไขและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ เลือกข้อคำถามจำนวน 30 ข้อ โดยใช้แบบประเมิน 5 ระดับ โดยกำหนดการให้คะแนนแต่ละระดับและมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับความพึงพอใจ 5	หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด
ระดับความพึงพอใจ 4	หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
ระดับความพึงพอใจ 3	หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
ระดับความพึงพอใจ 2	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อย
ระดับความพึงพอใจ 1	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

## ผลการวิจัย

จากการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้ากับกลุ่มตัวอย่างมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องวงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า โดยทดลองใช้สอนกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 29 คน มีผลการวิเคราะห์แต่ละชุดดังนี้ 1) ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า 2) การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจร 3) การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน และ 4) แม่เหล็กไฟฟ้า มีค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 74.71/76.57, 73.29/77.25, 71.14/76.29, 70.57/78.45, ตามลำดับ และมีค่าประสิทธิภาพทั้งชุดเท่ากับ 72.43/77.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 70/70



2. ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 0.69 หมายความว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 69.30

**ตารางที่ 1** ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า

จำนวน		ผลรวมของคะแนนทดสอบ		ดัชนีประสิทธิผล
ข้อสอบ	นักเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
30	29	620	918	0.6930

จากตารางตารางที่ 1 ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า มีค่าดัชนีประสิทธิผลเป็น 0.6930 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 69.30

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง หลังจากสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเปรียบเทียบกับคะแนนหลังเรียนและทดสอบค่าที (t-test) แบบไม่เป็นอิสระ (dependent) มีผลดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า

การทดสอบ	N	$\bar{x}$	S.D.	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	29	17.71	1.95	298	2598	37.67*
หลังเรียน	29	26.23	2.32			

\*  $P < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า t ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 37.67 ซึ่งมากกว่า t ที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า การเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น



4. ศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า

**ตารางที่ 3** ระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในแต่ละองค์ประกอบ

องค์ประกอบการจัดการเรียนรู้	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	อันดับ
บทบาทผู้สอน	4.02	0.35	มาก	3
บทบาทผู้เรียน	4.60	0.56	มากที่สุด	2
วิธีการจัดการเรียนรู้	4.71	0.58	มากที่สุด	1
การวัดและประเมินผล	3.94	0.36	มาก	5
ประโยชน์ที่ผู้เรียนได้รับ	3.96	0.37	มาก	4
<b>รวม</b>	<b>4.24</b>	<b>0.44</b>	<b>มาก</b>	

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ สะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า โดยรวมอยู่ในระดับ มาก 4.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 เมื่อพิจารณาเป็นรายได้พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในด้านวิธีการจัดการเรียนรู้ และด้านบทบาทผู้เรียน อยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านวิธีการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 ด้านบทบาทผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 และนักเรียนที่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านบทบาทผู้สอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.35 ด้านประโยชน์ที่ผู้เรียนได้รับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 และด้านการวัดและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.94 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36

## อภิปรายผล

จากการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า อภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากการศึกษาดูทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเป็นระบบอย่างถูกต้องทุกขั้นตอน เริ่มศึกษาวิธีการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรสถานศึกษา หลักการแนวคิด องค์ประกอบเนื้อหา สารตัวชี้วัด ของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัด ประเมินผล การสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครอบคลุมในทุกด้าน มีการ





จัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครูเป็นผู้แนะนำและมีนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเอง ทั้งนี้ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรมด้วยตนเองอย่างทั่วถึง มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ฝึกการทำงานร่วมกัน จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับหลักการที่กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดและนำไปปฏิบัติที่ละขั้นตอน เป็นการจัดโอกาสให้นักเรียนประสบความสำเร็จการเรียนรู้ การที่นักเรียนมีเสรีภาพในการปฏิบัติ ได้คิดได้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และเกิดทักษะในการปฏิบัติการทดลองด้วย (สมจิต สวธนไพบูรณ์, 2556) และสอดคล้องกับหลักการที่ว่า ชุดกิจกรรมเป็นสื่ออีกประเภทหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายกับหนังสือเรียน สื่อความหมายได้ง่าย ทำผู้เรียนมีความเข้าใจได้ดีขึ้น ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้ ทำให้เกิดความน่าสนใจและเข้าใจมากขึ้น ช่วยเสริมแรงจูงใจในการเรียนการสอน (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเสริมแรงของสกินเนอร์ ที่กล่าวว่า ผู้เรียนจะเกิดกำลังใจ ต้องการเรียนต่อไปเมื่อได้รับการเสริมแรงในขั้นตอนที่เหมาะสมและเมื่อผู้เรียนแสดงอาการตอบสนอง ซึ่งเป็นการเสริมแรงได้ดีกว่าการให้รางวัลอื่น และการเสริมแรงต้องกระทำในทันที (สุพรรณิชาญประเสริฐ, 2556) จึงส่งผลให้การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า มีประสิทธิภาพ 72.43/77.14 เป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 70/70 และดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีค่าเท่ากับ 0.6930 หมายความว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 69.30

2. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า อย่างเป็นระบบ ถูกต้องตามหลักวิชา โดยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องวงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน พิจารณารูปแบบ รูปเล่ม เนื้อหา มาตรฐาน ตัวชี้วัดความเที่ยงตรงของเนื้อหาและภาษา คำถาม แบบทดสอบ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป และมีการประเมินก่อนนำไปใช้จากผู้เชี่ยวชาญและนำไปทดลองกับนักเรียน 10 คน 15 คน และนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้จริงในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เมื่อผู้วิจัยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องวงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องวงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า สังเกตได้จาก กิริยาท่าทาง สีหน้า แววตา เต็มไปด้วยความร่าเริง แจ่มใส มีความมุ่งมั่นและไปถึงแหล่งเรียนรู้ คือ บริเวณโรงเรียน ก่อนกำหนดเวลา บรรยากาศในการเรียนเป็นไปด้วยดี นักเรียนมีความสนุก มีความสนใจ มีความภูมิใจ เมื่อได้ทำการทดลองและได้ผลการทดลองในรูปแบบต่าง ๆ สมาชิกในกลุ่มมีความเอื้ออาทรต่อเพื่อนอย่างเป็นกัลยาณมิตร นักเรียนทุกคนได้ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ นอกจากนี้



ความรู้ในชุดกิจกรรมแล้วประสบการณ์ภาคสนามต่าง ๆ ในพื้นที่จริง และการศึกษาครั้งนี้ตรงตามความต้องการของหลักสูตรแกนกลาง กระทรวงศึกษาธิการ ที่ว่าผู้เรียนต้องมีสมรรถนะสำคัญ คือ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ นัสนรินทร์ ป้อชา ได้ศึกษาผล การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความสามารถใน การแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ผล การศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (นัสนรินทร์ ป้อชา , 2557) และยังสอดคล้องกับ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 (พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, 2558) และยังสอดคล้องกับ โสภา มั่นเรือง ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การศึกษาแบบ STEM Education กรณีศึกษาโรงเรียนสุพรรณภูมิ ผลการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน ด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (โสภา มั่นเรือง, 2559) และยังสอดคล้องกับ Tallent, M. K., ได้ศึกษาผลของการใช้กระบวนการคิด แก้ปัญหาอนาคตที่มีต่อความสามารถในการคิด แก้ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษใน ระดับเกรด 4-5 ของโรงเรียนที่อยู่นอกเมืองทางตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐเท็กซัส ผลการศึกษาพบว่า วิธีการฝึกด้วยกระบวนการคิด แก้ปัญหาอนาคตมีผลต่อคะแนนรวมทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ของนักเรียนสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.50 (Tallent, M. K., 1985)

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อแยกองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้พิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านบทบาทครูผู้สอน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.35 ด้านบทบาทผู้เรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.56 ด้านวิธีการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 ด้านการวัดผลประเมินผล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.94 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.36 ด้านประโยชน์ผู้เรียนได้รับ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 โดยองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ในด้านบทบาทผู้เรียน ด้านวิธีการจัดการเรียนรู้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด และในด้านบทบาทผู้สอน ด้าน



วัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ผู้เรียนได้รับ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก และยังสอดคล้องกับผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก (อับดุลยามีน หะยีบาเดย์, 2560) และสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีวิชา เคมีหลังการเรียนรู้อีกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนน พัฒนาการทางการเรียนวิชาเคมีเฉลี่ยร้อยละ 54.67 ซึ่งมีพัฒนาการระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 และได้รับการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด (เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง, 2560) จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 แสดงว่า นักเรียนมีความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากที่ทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ สะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า อยู่ในระดับมาก

### สรุป/ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า วิเคราะห์ผลการศึกษาและสรุปผลได้ดังนี้ 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า มีประสิทธิภาพ 72.43/77.14 จึงสามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อทดสอบค่า t พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลการวัดความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากที่ทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง วงจรไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.42 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 1) การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ควรมีการเตรียมตัวอย่างรูปแบบสะเต็มศึกษาไว้ให้นักเรียนศึกษาเพื่อที่จะทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นแนวทางที่จะทำรูปแบบสะเต็มศึกษาของตนเอง พร้อมทั้งควรแนะนำให้นักเรียนทำรูปแบบสะเต็มศึกษาเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจ มีประโยชน์ และมีแหล่งข้อมูลอยู่ในท้องถิ่น 2) ในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้สอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่เรียนช้า หรือสอนเสริมให้นักเรียนที่มีความสามารถสูง นอกเวลาเรียนได้ หรือ อาจนำไปใช้เสริมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น 3) ควรนำรูปแบบงานวิจัยนี้ไปวิจัยกับ



กลุ่มผู้เรียนระดับอื่น ๆ เช่น มัธยมศึกษา และควรมีการนำไปวิจัยกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านอื่น ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

## เอกสารอ้างอิง

- กมลฉัตร กล่อมมิ่ง. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(4), 334-345.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ใน วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ สาขาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นัสรินทร์ ป้อชา. (2557). ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ใน วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- พรทิพย์ ศิริภักทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 33(2), 49-(56).
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 9 (ฉบับพิเศษ), 40-418.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2559). การพัฒนาหลักสูตรการสอนมิติใหม่. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.
- สมจิต สวธนไพบูรณ์. (2556). สมรรถภาพการสอนของครู: การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.

- สุพรรณณี ชาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท), 42(185), 10 -13.
- โสภามัน เรือง. (2559). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ในการจัดการศึกษาแบบ STEM Education กรณีศึกษา โรงเรียนสุพรรณภูมิ. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ การจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- อับดุลยามีน หะยีบาเดย์. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาสะเต็มศึกษาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ใน วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ , สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Tallent, M. K. (1985). The Future Problem-Solving Program: An Investigation of Effects on Problem Solving Ability. ERIC ED297485. Retrieved June 19, 2020, from [https://archive.org/details/ERIC\\_ED297485](https://archive.org/details/ERIC_ED297485)