

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ  
ใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา

DEVELOPMENT OF SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND ABILITY TO  
SOLVING PROBLEMS OF GRADE 7 STUDENTS USING PROBLEM-BASED  
LEARNING WITH STEM EDUCATION

กรรริสา จันท์สุวรรณ / KORNRISA JANSUWAN<sup>1</sup>

จินตนา ศิริธัญญารัตน์ / CHINTANA SIRITHANYARAT<sup>2</sup>

จิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย / JITTIRAT SAENGLOETUTHAI<sup>3</sup>

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 43 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้รวม 24 ชั่วโมง ค่าความเที่ยงตรงระหว่าง 0.67–1.00 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ 1.00 ค่าความยากระหว่าง 0.25–0.80 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.29–0.41 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ 1.00 ค่าความยากระหว่าง 0.45–0.75 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.30–0.38 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน

<sup>1</sup> นักศึกษาปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

<sup>2</sup> อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

<sup>3</sup> อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. กลุ่มวิจัยและวัดผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน, สะเต็มศึกษา, ความสามารถในการแก้ปัญหา, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### ABSTRACT

The purposes of this research were to compare: 1) the science learning achievement of grade 7 students before and after learning by using problem-based learning with STEM education, and after learning with the set criteria; and 2) the problem solving ability of grade 7 students before and after learning by using problem-based learning with STEM education. The research sample, derive by cluster random sampling, was 43 grade 7 students who was studying in the second semester of the academic year 2019 at Banharnjamsaiwittaya 1 School, Don Chedi District, Suphan Buri Province. The research instruments consisted of: 1) 5 lesson plans, for 24 hours learning, based on problem-based learning with STEM education for grade 7 students with validity between 0.67-1.00; 2) a science achievement test with validity of 1.00, difficulty index between 0.25–0.80, power of discrimination between 0.29–0.41, and reliability of 0.86; and 3) a test on problem solving ability with validity of 1.00, difficulty index between 0.45–0.75, power of discrimination between 0.30–0.38, and reliability of 0.90. Data were analyzed with mean, standard deviation, and t-test.

The findings of this research were as follows: 1) the students' science learning achievement after learning by using problem-based learning with STEM education was higher than that of before; and higher than the set criteria of 80% with statistical significance at .05 level; and 2) the students' problem solving ability after learning by using problem-based learning with STEM education was higher than that of before with statistical significance at .05 level.

**Keywords:** problem-based learning, STEM education, problem solving ability, learning achievement

### บทนำ

ในปัจจุบันการศึกษาของประเทศไทยมีการเตรียมความพร้อมด้านกำลังคนและการเสริมสร้างศักยภาพของประชากรในทุกช่วงวัย มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพทุนมนุษย์ของประเทศ โดยพัฒนาคนให้เหมาะสมตาม

ช่วงวัยเพื่อให้เติบโตอย่างมีคุณภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 1) พร้อมเผชิญการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว รุนแรง พลิกผัน และคาดไม่ถึง คนยุคใหม่จึงต้องมีทักษะสูงในการเรียนรู้และปรับตัว (วิจารณ์ พานิช, 2555: 18-19) การจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 มาตรา 24 ระบุว่า การจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้จัดกิจกรรมที่ฝึกทักษะกระบวนการคิดและประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2562: 50) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานั้น การจัดการเรียนรู้ของนักเรียนควรเน้นให้การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดจากกิจกรรมที่เน้นกระบวนการ นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จึงส่งผลให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น ตัดสินใจเลือกอย่างชาญฉลาด และสามารถแก้ปัญหาคือต้องเผชิญในทุกสถานการณ์ได้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข, 2558: 5) ในชีวิตประจำวันของคนต้องเผชิญกับปัญหาอยู่ตลอดเวลา ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหา จะสามารถเผชิญกับสถานการณ์ที่เคร่งเครียด และหาทางออกหรือวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นความสามารถในการแก้ปัญหาก็มีความสำคัญต่อมนุษย์ หากบุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้จะสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข (ไพฑูริย์ สีนลารัตน์ และคณะ, 2561: 160)

สำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล แก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 30) จากการศึกษาผลการประเมินคุณภาพการศึกษาของนักเรียนไทย พบว่าผลการประเมินจาก PISA พ.ศ. 2558 ด้านวิทยาศาสตร์ ประเทศไทยมีคะแนนลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับทุกปีที่ผ่านมา ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 421 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 493 คะแนน) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561: 33-47) จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1 ปีการศึกษา 2560 มีคะแนนต่ำกว่าระดับประเทศ 0.86 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2560: ออนไลน์) และจากผลการประเมินการสอบปลายภาคเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1 ปีการศึกษา 2559-2561 ที่ผ่านมาพบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 (โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1, 2559; โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1, 2560; โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1, 2561) นั้นสะท้อนว่าประเทศไทยยังต้องยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

การจัดการเรียนการสอนแนวสะเต็มศึกษา โดยมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation: NSF) เป็นผู้ให้กำเนิดคำว่า “STEM” ซึ่งมาจาก วิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (ศุภวัลย์ ตันวรรณรักษ์, 2558: 12) มุ่งเน้นการแก้ปัญหาคือพบในชีวิตจริง เป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้ องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558: 4) นอกจากนี้แนวทางการจัดการศึกษาจากร่างยุทธศาสตร์ชาติในด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์การปฏิรูปการเรียนรู้

แบบพลิกโฉมโดยการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อ การเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นการใช้ ฐานความรู้และระบบคิดในศาสตร์สำคัญ ประกอบด้วย Science, Technology, Engineering และ Mathematics (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2560: 90) สอดคล้องกับวชิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559: 33) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาได้รับความสนใจมากในปัจจุบัน เป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือกระทำอย่างกระตือรือร้นและ ได้ผลงานออกมา โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอน นักเรียนได้เรียนรู้จากการวางแผนทำ กิจกรรม สืบค้น การคิดแก้ปัญหา

การจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) เป็น กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวพัฒนาทักษะกระบวนการ แก้ปัญหาด้วยเหตุผล (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550: 1) โดย วชิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559: 38) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษารูปแบบหนึ่ง ซึ่งครุมีหน้าที่เลือกวิธีที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เข้ากับวัย เนื้อหา จุดประสงค์ในการเรียนรู้และผลที่ได้รับ สอดคล้องกับวิจารณ์ พานิช (2555: 15) ครูต้องออกแบบ การเรียนรู้และอำนวยความสะดวก (facilitate) ในการเรียนรู้ให้นักเรียนเรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือทำ แล้วการเรียนรู้ก็จะเกิดจากภายในใจและสมองของตนเอง สำหรับขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ของ Wood (2003: 9) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุและทำความเข้าใจกับคำที่ไม่คุ้นเคยในสถานการณ์ ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 3 ระดม สมองหาทางแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ระบุวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขั้นที่ 6 ศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติมเป็นรายบุคคล และขั้นที่ 7 นำสิ่งที่ได้ศึกษามาเสนอกลุ่ม การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำ การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และการใช้ปัญหาเป็นฐานตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ของ Wood (2003: 9) มาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจและกำหนดปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 ระดมสมองและอธิบายการแก้ปัญหา ที่เป็นไปได้ ขั้นที่ 3 กำหนดวัตถุประสงค์การแก้ปัญหาและค้นคว้าเพิ่มเติม ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหาและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ มาใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยครอบคลุมขอบเขตพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัยของ Bloom 6 ระดับ ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การประเมินผล และการสร้างสรรค์ (Anderson & Krathwohl, 2001: 28) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้พฤติกรรมของ Bloom 4 ระดับ ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยครอบคลุมขอบเขตการแก้ปัญหาของ Weir 4 ขั้นตอน (Weir, 1974: 16-18) ได้แก่ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 3 กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ ซึ่งจากการศึกษา งานวิจัยของอาทิตย์ยา พูนเรือง (2559: 30-66) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ งานวิจัยของบุญญพัฒน์ โคตรบุตร (2560: 41-62) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษานำการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนและหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ผ่านกระบวนการลงมือปฏิบัติ มีการวางแผนทำกิจกรรม สืบค้น ออกแบบ ทำงานเป็นกลุ่ม และนำเสนอการแก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจและกำหนดปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา หมายถึง ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ และใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ทำความเข้าใจปัญหา กำหนดปัญหาแบบวิศวกรรมศาสตร์โดยตั้งข้อคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ครูถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 ระดมสมองและอธิบายการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ หมายถึง นักเรียนร่วมกันคิด ระบุสาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่ครูกำหนดให้ ใช้กระบวนการวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้วิทยาศาสตร์ และความรู้คณิตศาสตร์ในการวางแผน ออกแบบ อธิบายการแก้ปัญหา หากมีหลายวิธีให้เรียงลำดับความเป็นไปได้แล้วเลือกการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุด

ขั้นที่ 3 กำหนดวัตถุประสงค์การแก้ปัญหาและค้นคว้าเพิ่มเติม หมายถึง นักเรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์การแก้ปัญหา แล้วแบ่งหัวข้อให้สมาชิกแต่ละคนไปค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากสื่อและแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่ครูเตรียมไว้ให้ โดยใช้เทคโนโลยี เช่น คอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือในการสืบค้นข้อมูล

ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหาและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หมายถึง นักเรียนนำความรู้วิทยาศาสตร์มาร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหาเกี่ยวกับพลังงานความร้อนที่ครูกำหนดให้ ใช้เทคโนโลยี ได้แก่ อุปกรณ์ต่าง ๆ

ในการทำกิจกรรม ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการจัดบันทึกข้อมูล คำนวณ การหาปริมาณวัสดุที่ต้องการใช้ และใช้กระบวนการวิศวกรรมศาสตร์ในการประดิษฐ์หรือดำเนินการแก้ปัญหา และอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา ครูและนักเรียนอภิปรายผลการเรียนรู้ร่วมกัน

**2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนในด้านวิทยาศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้ครอบคลุมขอบเขตพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของ Bloom 4 ระดับ ได้แก่ 1) ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ และ 4) การวิเคราะห์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

**3. ความสามารถในการแก้ปัญหา** หมายถึง การที่นักเรียนสามารถกำหนดปัญหา วิเคราะห์ปัญหา เห็นสาเหตุของปัญหา ค้นหาวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบผลลัพธ์ได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

## วิธีดำเนินการ

**ประชากร** ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 11 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 472 คน

**กลุ่มตัวอย่าง** ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 43 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling)

### ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหา

**แบบแผนการวิจัย** การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบก่อนการทดลอง (pre-experimental design) แบบการวิจัยกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (one group pretest-posttest design) (จิตติรัตน์ แสงเลิศอูทัย, 2557: 87-89) มีวิธีการ ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** แบบแผนการวิจัย

ทดสอบก่อน	ทดลอง	ทดสอบหลัง
T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

กำหนดให้ T<sub>1</sub> หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา

T<sub>2</sub> หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

## การพัฒนาเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรสถานศึกษา โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา โครงสร้างรายวิชา และคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 เรื่อง พลังงานความร้อน

1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 5 แผน ประกอบด้วย แผนที่ 1 เรื่องความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร จำนวน 5 ชั่วโมง แผนที่ 2 เรื่องความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร จำนวน 5 ชั่วโมง แผนที่ 3 เรื่องความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร จำนวน 5 ชั่วโมง แผนที่ 4 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน จำนวน 5 ชั่วโมง และแผนที่ 5 เรื่องสมดุลความร้อน จำนวน 4 ชั่วโมง รวม 24 ชั่วโมง

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้ง 5 แผน เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่ามีค่าความเที่ยงตรงระหว่าง 0.67–1.00

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มนาร่อง (try out) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 43 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วปรับปรุงแก้ไข และนำไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 43 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรสถานศึกษา โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา โครงสร้างรายวิชา และคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 เรื่อง พลังงานความร้อน และการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

2.3 เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและพฤติกรรมที่ ต้องการวัด พบว่ามีค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ 1.00

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มนาร่อง (try out) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 43 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มีค่าความยากระหว่าง 0.25–0.80

ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.29–0.41 คัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 43 คน มีค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.86

### 3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรสถานศึกษา โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา โครงสร้างรายวิชา และคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 เรื่อง พลังงานความร้อน

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และเกณฑ์การประเมินรูบริค แล้วนำแบบทดสอบและเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่าค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ 1.00

3.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มนำร่อง (try out) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 43 คน มีค่าความยากระหว่าง 0.45-0.75 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.30–0.38

3.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่คัดเลือกแล้ว จำนวน 3 สถานการณ์ไปใช้ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 43 คน นำข้อมูลหาค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.90

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ตั้งแต่วันที่ 23 มกราคม พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 รวมทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ วิธีการดำเนินการทดลองมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน (pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 43 คน

2. จัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 5 แผน ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง

3. ทดสอบหลังเรียน (post-test) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา ทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน

4. นำผลคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนไปเปรียบเทียบความแตกต่างโดยนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ dependent sample t-test และหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนดโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ one sample t-test



2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ dependent sample t-test

## ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับก่อนเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ตามลำดับดังนี้

**ตารางที่ 2** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับก่อนเรียน

(n = 43)

การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{d}$	S.D. $\bar{d}$	t	Sig.
ก่อนเรียน	14.30	3.60				
หลังเรียน	25.81	1.60	11.51	0.40	28.59*	.00

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา มีส่วนต่างคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับก่อนเรียนเท่ากับ 11.51 โดยมีคะแนน หลังเรียน ( $\bar{x} = 25.81$ , S.D. = 1.60) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{x} = 14.30$ , S.D. = 3.60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 3** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

(n = 43)

การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig.
หลังเรียน	30	24	25.81	1.60	28.59*	.00

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา หลังเรียน ( $\bar{x} = 25.81$ , S.D. = 1.60) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับก่อนเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา หลังเรียนกับก่อนเรียน (n = 43)

การทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{d}$	S.D. $\bar{d}$	t	Sig.
ก่อนเรียน	18.35	2.83	12.91	0.27	48.18*	.00
หลังเรียน	31.26	2.49				

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา หลังเรียน ( $\bar{x} = 31.26$ , S.D. = 2.49) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{x} = 18.35$ , S.D. = 2.83) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผล

จากการวิจัยครั้งนี้สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา มีส่วนต่างคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับก่อนเรียนเท่ากับ 11.51 โดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา 4 ขั้นตอน เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ผ่านกระบวนการลงมือปฏิบัติ มีการวางแผนทำกิจกรรม สืบค้น ออกแบบ ทำงานเป็นกลุ่ม และนำเสนอการแก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้มีกระบวนการเริ่มตั้งแต่ ขั้นที่ 1 เป็นขั้นตอนทำความเข้าใจและกำหนดปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยนักเรียนได้ศึกษาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน และมีประเด็นปัญหานักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนจึงมีความกระตือรือร้นสนใจใฝ่เรียนรู้ที่

จะค้นหาคำตอบ ได้ทบทวนความรู้เดิมเป็นการส่งเสริมความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียน จากตัวอย่างสถานการณ์เกี่ยวกับพลังงานความร้อน ได้แก่ กระจกป้องกันความร้อน ร้อนช้าร้อนเร็ว หลอมละลาย เทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย และช่วยนำความร้อนให้เย็นลง นักเรียนจะต้องระบุปัญหา ข้อจำกัด การคิด เพื่อแก้ปัญหาส่งผลให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างมีเหตุมีผลได้พัฒนาวิธีคิด

การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 เป็นการระดมสมองและอธิบายการแก้ปัญหา ที่เป็นไปได้ ขั้นตอนนี้นักเรียนร่วมกันวางแผนงานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม นักเรียนทำการ วาดภาพ ออกแบบ หรือร่างแบบตามจินตนาการหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละคน ภายในกลุ่มมีการออกแบบแตกต่างกัน มีทั้งการออกแบบที่สามารถใช้งานได้จริง และแปลกไม่สามารถ นำมาใช้งานได้จริง นักเรียนร่วมกันระดมความคิดและช่วยกันตัดสินใจเลือกแบบร่างที่ออกแบบไว้ โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการสร้าง ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างเสรี ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความจำ ความเข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน การนำความร้อนไปใช้ และการคิดวิเคราะห์ได้ดีขึ้น

สำหรับกิจกรรม ขั้นที่ 3 เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์การแก้ปัญหาและค้นคว้าเพิ่มเติมจาก สถานการณ์ นักเรียนเลือกใช้วัสดุที่มีอยู่อย่างจำกัดภายใต้เงื่อนไขที่ครูกำหนดไว้ ทำให้นักเรียนต้องค้นคว้า ข้อมูลเพิ่มเติมด้วยตนเองเพื่อหาข้อมูลวัสดุที่จะนำมาใช้ในการทำชิ้นงาน โดยนักเรียนแบ่งหัวข้อให้สมาชิก แต่ละคนในกลุ่มไปค้นคว้าข้อมูลจากโทรศัพท์มือถือ หรือคอมพิวเตอร์ในห้องเรียน ขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้ ฝึกการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล นักเรียนต้องสืบค้น ทำความเข้าใจ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเองเพื่อนำมาเล่าให้เพื่อนในกลุ่มฟังเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทำ ช่วยทำให้นักเรียนสามารถ ค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ วิเคราะห์ข้อมูลและประเมินสารสนเทศ ก่อนนำมาเล่าให้เพื่อนฟัง ทำให้นักเรียน จดจำความรู้ได้ดีขึ้น เข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน และสามารถนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้

ส่วนกิจกรรมขั้นสุดท้ายในขั้นที่ 4 เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นกิจกรรม ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เลือกแบบร่าง และเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ในการทำชิ้นงานแล้ว นักเรียนร่วมกัน ดำเนินการทำชิ้นงานตามแบบร่างที่ได้ เป็นการพัฒนาชิ้นงานด้วยกระบวนการวิศวกรรม เมื่อนักเรียนทุกกลุ่ม ทำชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว จึงร่วมกันทดสอบชิ้นงานผลงานที่ทำ หลังจากนั้นนักเรียนบันทึกผลการทดสอบ แล้ว ร่วมกันปรับปรุงพัฒนาชิ้นงาน เพื่อพัฒนาชิ้นงานให้ประสิทธิภาพเกิดประสิทธิผลตามต้องการ ขั้นตอนนี้ช่วยทำ ให้นักเรียนมีความรู้ความจำ ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ และการเลือกวัสดุอุปกรณ์ในการพัฒนาชิ้นงานให้ ดีขึ้นได้ นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการประเมินชิ้นงานร่วมกันกับครู ได้อภิปรายผลการเรียนรู้ร่วมกัน นักเรียน ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการเน้นนักเรียนให้ เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ นักเรียนเป็นผู้เรียนเองโดยครูเป็นผู้สนับสนุนและชี้แนะให้นักเรียนเข้าสู่การเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และจดจำความรู้ได้ดีกว่าการที่ครูเป็นศูนย์กลางเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับ Weliner (2012 อ้างถึงใน วศิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559: 17) กล่าวว่า การสอนที่เน้นนักเรียนเป็น ศูนย์กลาง โดยสอนให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาและประเมินผลจากสิ่งที่เกิดขึ้นด้วยการวิเคราะห์สร้างสมมติฐานคิด

และทำกิจกรรมที่ได้แย้งกับสมมติฐานเป็นแนวทางในการเรียนรู้โดยครูเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้มากที่สุด พบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เร็วขึ้นถ้าได้รับวิธีการสอนและเนื้อหาที่ชัดเจน เมื่อครูใช้นวัตกรรมการศึกษาที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และคิดมากขึ้น อย่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานี้ช่วยเสริมสร้างทัศนคติที่ดีในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้จากการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบุญญพัฒน์ โคตรบุตร (2560: 41-62) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของอาทิตย์ พูนเรือง (2559: 30-66) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของศิรินทร์ธรา โคตรสิงห์ (2557: 40-52) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 มีพฤติกรรมทางการเรียนที่ดีขึ้น และมีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ดีขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Marian (2011: 105-119) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวโซเครตีสมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่ความสามารถในการแก้ปัญหของทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้มีกระบวนการเริ่มตั้งแต่ ขั้นที่ 1 เป็นขั้นตอนทำความเข้าใจและกำหนดปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา นักเรียนต้องใช้ความรู้ในการทำความเข้าใจปัญหาและระบุปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็นการฝึกกระบวนการคิดแบบวิศวกรรมศาสตร์ จะเริ่มจากปัญหาที่ต้องแก้ไข คือ ตั้งคำถามเพื่อให้ปัญหาชัดเจนขึ้น หาทางออกในการแก้ปัญหาเพื่อประสบความสำเร็จ และระบุข้อจำกัด กิจกรรมในสถานการณ์นี้ได้แก่ ระวังดูดความร้อน ร้อนช้าร้อนเร็ว หลอมละลาย เทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย และช่วยน้ำร้อนให้เย็นลง นักเรียนได้ฝึกกำหนดปัญหา โดยนักเรียนต้องเชื่อมโยงข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน และประสบการณ์เดิมของนักเรียนในการทำความเข้าใจและกำหนดปัญหา แล้วจดบันทึกไว้ ขั้นตอนนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องฝึกการวิเคราะห์ปัญหา การคิดแก้ปัญหาแบบวิศวกรรมศาสตร์

การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 เป็นการระดมสมองและอธิบายการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ร่วมกันคิด วางแผน พัฒนางานด้วยกระบวนการทางวิศวกรรมโดยการวาดภาพ ออกแบบหรือร่างแบบวิธีการแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นการฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาหาสาเหตุของปัญหา เสนอวิธีการแก้ปัญหาของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม แล้วช่วยกันตัดสินใจโดยเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับทิสนา เขมมณี (2558: 138) ได้กล่าวว่า การฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและ

การแก้ปัญหาาร่วมกันเป็นกลุ่ม จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนสามารถระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ซึ่งเป็นสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับการทำให้เกิดปัญหา และฝึกการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา

สำหรับกิจกรรม ขั้นที่ 3 เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์การแก้ปัญหาและค้นคว้าเพิ่มเติมเป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนมีข้อมูลเพียงพอต่อการแก้ปัญหา การตัดสินใจเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ฝึกทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ สื่อดิจิทัล คอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้การค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ วิเคราะห์ ประเมินสารสนเทศก่อนนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ การค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมนี้จะทำให้นักเรียนสามารถระบุได้ว่านักเรียนควรนำความรู้เกี่ยวกับพลังงานความร้อนในเรื่องใดมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือบอกได้ว่าสถานการณ์นั้นเกี่ยวข้องกับพลังงานความร้อนในเรื่องใด จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใน 5 กิจกรรม ได้แก่ 1) ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร 2) ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร 3) ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร 4) การถ่ายโอนความร้อน และ 5) สมดุลความร้อน นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานความร้อน รู้เท่าทันเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและรู้จักวิธีการแก้ปัญหา และฝึกวิธีการกำหนดวิธีการแก้ปัญหา

ส่วนกิจกรรมขั้นสุดท้ายในขั้นที่ 4 เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เรียนรู้จากข้อผิดพลาด เรียนรู้จากผลการแก้ปัญหาของเพื่อนกลุ่มอื่น ช่วยกันเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ เป็นการส่งเสริมกระบวนการทางวิศวกรรมในการประดิษฐ์ชิ้นงานต่าง ๆ นักเรียนได้ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณทางคณิตศาสตร์ในการจัดบันทึกข้อมูลและอ่านค่าเทอร์มอมิเตอร์ ซึ่งนักเรียนบางกลุ่มเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน เมื่อทำการทดสอบผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา นักเรียนมีการทดสอบชิ้นงาน ปรับปรุงพัฒนาชิ้นงานให้ดีขึ้น นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จก็จะเกิดความภาคภูมิใจ มีความมุ่งมั่นตั้งใจปรับปรุงพัฒนาชิ้นงานให้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของสุพรรณษา บุตตเชียว (2560: 244-255) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกันเทคนิคแผนผังความคิด มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือด้านความอยากรู้อยากเห็น และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านความซื่อสัตย์ ซื่อตรง อดทน และยุติธรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของอัญมณี อุปฮาด (2561: 883-892) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีความเข้าใจโมโนมิสสารรอบตัวหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Scott (2012: 30-39) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ไม่ได้รับการสอนแบบสะเต็มศึกษา

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะและการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา ต้องใช้เวลาในขั้นตอนการแก้ปัญหาและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ค่อนข้างมาก ครูควรยืดหยุ่นเรื่องระยะเวลาในการสร้างและทดสอบชิ้นงานให้เหมาะสมในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ในการกำหนดสถานการณ์ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ควรเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน เป็นปัญหาที่พบบ่อย และเหมาะสมกับพื้นฐานของนักเรียนพอที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

### 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการร่วมกับกลุ่มสาระอื่น ๆ เพื่อให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น

2.2 ควรกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างชิ้นงานที่ตรงกับความต้องการของนักเรียน จะช่วยสนับสนุนให้นักเรียนต้องการลงมือปฏิบัติสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมได้มากขึ้นและเกิดความภาคภูมิใจ

## สรุป

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา ที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้น ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวพบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

## เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**

**วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.**

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จิตติรัตน์ แสงเลิศอุทัย. (2557). **วิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา.** นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

- ทีศนา แชมมณี. (2558). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ** (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญญพัฒน์ โคตรบุตร. (2560). **การบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในการเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2558). **การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ และคณะ. (2561). **การศึกษา 4.0 เป็นยิ่งกว่าการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1. (2559). **แบบแสดงผลการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน**. สุพรรณบุรี: โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1.
- \_\_\_\_\_. (2560). **แบบแสดงผลการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน**. สุพรรณบุรี: โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1.
- \_\_\_\_\_. (2561). **แบบแสดงผลการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน**. สุพรรณบุรี: โรงเรียนบรรหารแจ่มใสวิทยา 1.
- วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2559). **เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- ศิรินทร์ธาร โคตรสิงห์. (2557, มีนาคม). การพัฒนารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับพัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. **วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา**, 11 (2), 40-52.
- ศุภวัลย์ ต้นวรรณรักษ์. (2558). **การจัดการเรียนรู้ STEM ในระดับปฐมวัย**. กรุงเทพฯ: ส.พิจิตรการพิมพ์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2560). **รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 ฉบับที่ 5 ค่าสถิติระดับโรงเรียนแยกตามกลุ่มสาระการเรียนรู้**. ค้นเมื่อ 26 มีนาคม 2561, จาก <http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม ช่วงชั้นที่ 1-ช่วงชั้นที่ 4**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). **การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน**. กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมนวัตกรรมการเรียนรู้ของครูและบุคลากรทางการศึกษา สำนักมาตรฐานและพัฒนาการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561). **สภาวิชาการศึกษาไทยในเวทีโลก พ.ศ.2559/2560**. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

- สำนักนายกรัฐมนตรี. (2562). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 4) พุทธศักราช 2562**. ค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2562, จาก <http://www.ratchakitcha.soc.go.th>
- \_\_\_\_\_. (2560). **ร่างยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี พ.ศ. 2560-2579**. ค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2561, จาก <http://nesdb.go.th/ร่างยุทธศาสตร์ชาติ.pdf>
- สุพรรณษา บุตตเชียว. (2560, มิถุนายน). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิด. **วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น**, 11 (2), 244-255
- อัญมณี อุษาด. (2561). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานต่อความเข้าใจโน้มน้าวใจรอบตัว และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ใน **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 3 “นวัตกรรมที่พลิกโฉมสังคมโลก”** (25 พฤษภาคม หน้า 883-892). อุตรธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี.
- อาทิตยา พูนเรือง. (2559). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เอนไซม์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา**. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001). **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom’s taxonomy of educational objectives**. New York: Addison-Wesley.
- Marian, B. M. (2011). **The effects of small group cooperation methods and question strategies on problem solving skills, achievement, and attitude during problem-based learning**. Ohio: The Kent State University Press.
- Scott, C. (2012, October). An investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) focused high school in the U.S. **The Journal of STEM Education**, 13 (5), 30-39.
- Weir, J. J. (1974, April). Problem solving is everybody’s problem. **The Science Teacher**, 41 (4), 16-18.
- Wood, D. (2003). **ABC of learning and teaching in medicine**. London: BMJ.