

## การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา

### The Development of Analytical Thinking and Creative Thinking by Learning Management Based on STEM Education

ชยพัทธ์ นาคกุลบุตร (CHAYAPHAT NAKKUNLABUT)\*

สมศิริ สิงห์หลพ (SOMSIRI SINGLOP)\*\*

เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ (CHAE SIRISAWAT)\*\*\*

#### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ก่อนเรียนและหลังเรียน และหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเบื้องต้น แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มไม่เป็นอิสระจากกัน และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยร้อยละ 77.27 และมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยร้อยละ 77.08 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา

**คำสำคัญ :** การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา, การคิดวิเคราะห์, ความคิดสร้างสรรค์

\*นิสิตการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

\*\*อาจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

\*\*\*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

## Abstract

The purposes of this research were to compare analytical thinking and creative thinking by learning management based on STEM education before learning and after learning with the 70 percent criteria. The participants were 28 ninth grade students who studied in the second semester of 2020 academic year at Angsila School. They were selected through the cluster random sampling. The research instruments were lesson plans using STEM education techniques, analytical thinking test and creative thinking test. The data was analyzed by using Mean, Standard Deviation, dependent sample t-test, and one sample t-test. The results showed students' analytical thinking was 77.27 % after learning with the STEM education techniques and students' creative thinking was 77.08 % after learning with the STEM education techniques.

**Keywords:** STEM Education, Analytical thinking, Creative thinking

## บทนำ

ในสังคมปัจจุบันและอนาคตวิทยาศาสตร์เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมาก เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคนทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ เครื่องใช้ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ ที่คนได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้การพัฒนาทักษะที่มีความสอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ของคนในแต่ละช่วงวัยตามความเหมาะสม เช่น เด็กวัยเรียนและวัยรุ่นพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ มีความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งการให้ความสำคัญกับการพัฒนาให้มีความพร้อมในการต่อยอดพัฒนาทักษะในทุกด้าน ทักษะการทำงานและการใช้ชีวิตที่พร้อมเข้าสู่ตลาดงาน เป็นต้น (Office of national economic and social development council, 2559:15) ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องการให้คนไทยยุคใหม่มีคุณลักษณะ ดังนี้ 1) มีความสามารถในการสื่อสาร สามารถคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาและมีความคิดสร้างสรรค์ 2) สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองรักการอ่าน และมีนิสัยใฝ่เรียนรู้ตลอดชีวิต (Nakphong, 2562:2-3) และจากผลการสำรวจความต้องการแรงงานของนายจ้างและองค์กรเกิดใหม่ปี 2557 ขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนาพบว่า ปัจจุบันทักษะที่นายจ้างในองค์กรยุคใหม่ที่ประสบความสำเร็จคาดหวังมากที่สุดคือ ทักษะด้านการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ (Buasai, 2558)

จากผลการประเมินทักษะของนักเรียนในระดับนานาชาติ (PISA) 2018 เป็นการประเมินศักยภาพของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปีในด้านการใช้ความรู้ ทักษะจำเป็น เพื่อเผชิญกับโลกในชีวิตจริงที่วัดสมรรถนะ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการคิดวิเคราะห์การคิดและหาคำอธิบาย ซึ่งผลการประเมิน PISA ในปี 2018 ในระดับนานาชาติ พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในการอ่าน 393

คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 487 คะแนน) คณิตศาสตร์ 419 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) และวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลคะแนนการทดสอบ PISA ของไทยอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยทุกด้าน (The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2562) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ฝึกปฏิบัติการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคมพบว่าเมื่อทำการวัดและประเมินผลทางด้านการคิดวิเคราะห์ นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 11.4 คะแนนจาก 20 คะแนนซึ่งคะแนนของนักเรียนยังไม่ผ่านร้อยละ 70 ของคะแนนที่โรงเรียนได้กำหนดในการวัดและประเมินผลตามหลักสูตรสถานศึกษา และผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดที่เกิดจากการเรียนในเนื้อหาที่เรียนโดยนำเสนอในรูปแบบการใช้แผนผังความคิดผลปรากฏว่า นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานที่นำเสนอในรูปแบบแผนผังความคิดยังอยู่ในระดับที่ไม่สามารถนำเอาความคิดสร้างสรรค์มาใช้ในการจัดทำชิ้นงานให้น่าสนใจได้

จากความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดการเรียนรู้โดยแนวทางที่ผู้วิจัยสนใจที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว คือ STEM Education หรือ การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ STEM Education หรือสะเต็มศึกษาเกิดจากการนำศาสตร์ทั้ง 4 มาบูรณาการการเรียนรู้เข้าด้วยกันได้แก่ S หมายถึง Science หรือ วิทยาศาสตร์ T หมายถึง Technology หรือ เทคโนโลยี E หมายถึง Engineering หรือ วิศวกรรมศาสตร์ และ M หมายถึง Mathematics หรือ คณิตศาสตร์ ซึ่งทักษะทั้ง 4 ด้านนี้เป็นทักษะที่จำเป็นต่อมนุษย์ในสังคมปัจจุบันและในอนาคต เพราะการศึกษาแบบสะเต็มเป็นการสอนที่แตกต่างไปจากอดีตที่เน้นให้เด็กท่องจำบทเรียน แต่สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้เด็กเรียนรู้ด้วยการลงมือทดลองปฏิบัติและเน้นการคิดเพื่อสร้างสรรค์และคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ (Israsena Na Ayudhya, 2559:99-100) จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน (Siripattrachai, 2556:49-56) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ (The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2559) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนโดยในขั้นนี้ได้ใช้กระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ระบุปัญหา (Problem identification) 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information Search) 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) 5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and design improvement) และ 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) (National STEM Education Center: NSEC, 2558:16-24) และขั้นที่ 3 กิจกรรมรวบยอด

จากขั้นตอนดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า นักเรียนจะได้มีโอกาสในการวิเคราะห์และระบุปัญหาสถานการณ์ที่ทำให้ทนายและเกิดขึ้นจริงในสังคม จากนั้นจึงได้มีการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลและออกแบบนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาที่มีการวางแผนการดำเนินการอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยนักเรียนมีโอกาสทดสอบและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานเพื่อให้รู้ข้อบกพร่อง และพยายามคิดค้นหาวิธีการใหม่ ๆ จนบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้สำเร็จ ในขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนมีโอกาสสื่อสารความคิดที่ตนได้สร้างสรรค์มาสู่สังคมและสะท้อนผลการดำเนินงานของตนเองนำไปสู่การพัฒนากระบวนการการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้นในครั้งต่อไป

จากสภาพการณ์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์โดยผู้วิจัยเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้

ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาจะส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้มากกว่าการรับรู้และจดจำ อีกทั้งนักเรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของตนเองได้

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาก่อนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาก่อนและหลังเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

### สมมติฐานการวิจัย

1. การคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. การคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

## นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ 4 ศาสตร์ความรู้ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมทั้งเพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ทุกแขนงมาใช้ เพื่อพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันและพัฒนาประเทศในอนาคตการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กิจกรรมการนำเข้าสู่บทเรียน หมายถึง การทบทวนความรู้เดิมและใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้โดยการพูดคุยถึงปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับการออกแบบชิ้นงานที่ใช้ในการแก้ปัญหาและบทเรียนในเนื้อหานั้น ๆ

ขั้นที่ 2 กิจกรรมพัฒนานักเรียน การจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ความเข้าใจและทักษะโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบตามขั้นตอนของศูนย์สะเต็มศึกษาโดยมีองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) คือ การกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันโดยครูผู้สอน และผู้เรียนทำการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวเพื่อดำเนินการแก้ปัญหาหรือออกแบบชิ้นงาน

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) คือ ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต สื่อวิดีโอต่าง ๆ และการทดลอง เป็นต้น

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) คือ การนำความรู้ต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ทำการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา โดยออกแบบเป็นเค้าโครงหรือโครงร่างของชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) คือ การลงมือปฏิบัติชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ทำการออกแบบโครงร่างไว้

5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) คือ การนำชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ลงมือปฏิบัติมาทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานทางด้านต่าง ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา คือ การนำเสนอชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์ ผ่านทางช่องทางต่าง ๆ เช่น การนำเสนอภายในห้อง การนำเสนอผ่านโซเชียลมีเดีย เป็นต้น

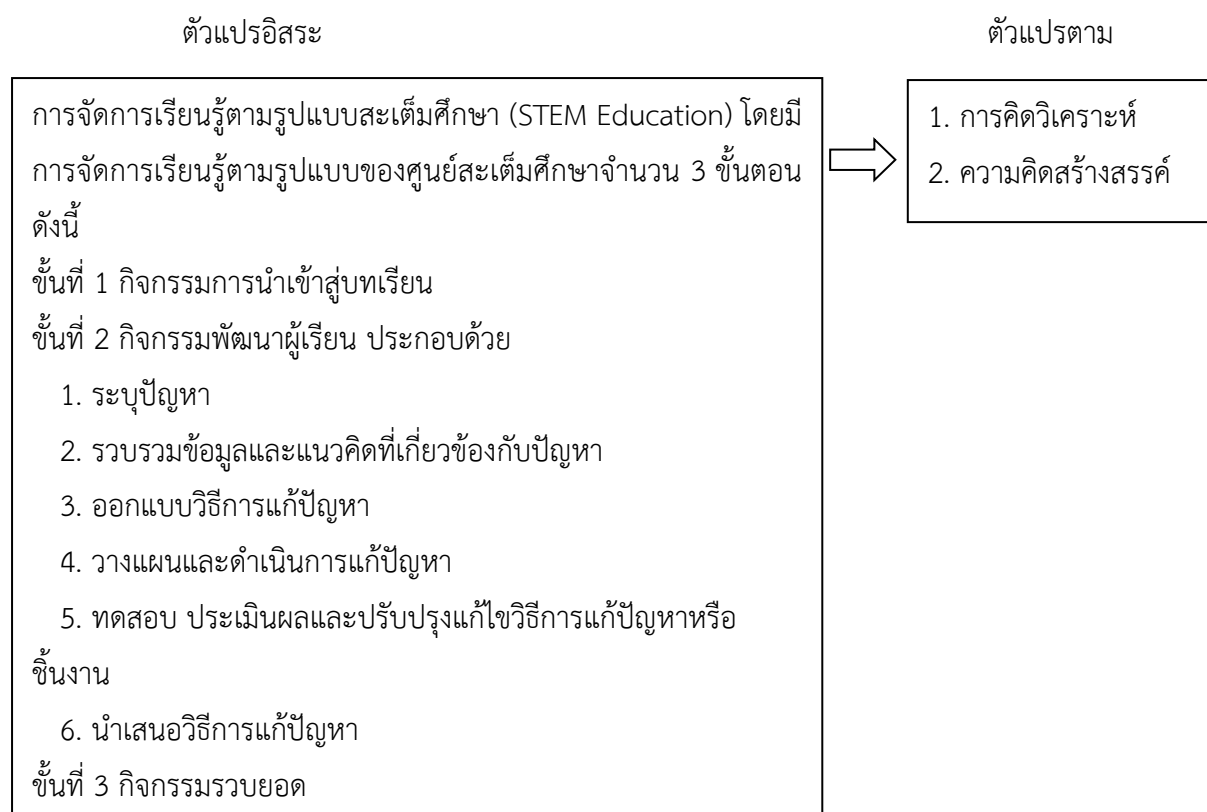
ขั้นที่ 3 กิจกรรมรวบยอด หมายถึง การสรุปเนื้อหากิจกรรมและอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ให้ผู้เรียนได้เข้าใจตรงกัน

**การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking)** หมายถึง การตรึงตรองและมีเหตุผลของบุคคลเป็นขั้นตอนโดยการจัดการเรียนรู้ การจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์การสังเคราะห์และการประเมิน

ค่า ผู้เรียนสามารถแยกแยะได้ว่าสิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญจากเหตุการณ์นั้น ๆ สามารถค้นหาความสัมพันธ์ เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และสามารถค้นหาเรื่องราวของระบบ เรื่องราวและสิ่งต่าง ๆ ในการทำงาน ได้ โดยมีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์เชิง หลักการ

**ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)** หมายถึง ความสามารถในการคิดที่หลากหลาย มีการนำ ความรู้จากประสบการณ์ของตนเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ ๆ จากนั้นเกิดเป็นการคิดสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่ มีคุณค่า และเป็นประโยชน์ โดยใช้แนวคิดของทอแรนซ์ (Torrance) ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 ข้อในการวัดและ ประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่นและความคิด ละเอียดยดลอ

### กรอบแนวคิดการวิจัย



### 1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experiment research) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการ จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ โดยดำเนินการ ทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design

| กลุ่ม                           | ทดสอบก่อนเรียน | ทดลอง                                             | ทดสอบหลังหลัง  |
|---------------------------------|----------------|---------------------------------------------------|----------------|
| E                               | O <sub>1</sub> | X <sub>1</sub>                                    | O <sub>2</sub> |
| สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง |                |                                                   |                |
| E                               | แทน            | กลุ่มทดลอง                                        |                |
| O <sub>1</sub>                  | แทน            | การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง (Pretest)       |                |
| O <sub>2</sub>                  | แทน            | การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง (Posttest)      |                |
| X <sub>1</sub>                  | แทน            | การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (Treatment) |                |

## 2. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม  
จำนวน 28 คน

## 3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา

3.2 ตัวแปรตาม คือ

3.2.1 การคิดวิเคราะห์

3.2.2 ความคิดสร้างสรรค์

## 4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเบื้องต้น ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนได้แก่ 1. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน 2. กิจกรรมพัฒนานักเรียน และ 3. กิจกรรมรวบยอด จำนวน 1 แผน ประเมินค่าความเหมาะสมแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) โดยมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมเท่ากับ 4.4-4.8 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมากและมากที่สุด

4.2 แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ มีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อโดยใช้ข้อมูลเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ไฟฟ้าเบื้องต้น มาใช้ในการสร้างสถานการณ์เพื่อสร้างข้อคำถาม โดยวัด 3 ด้านได้แก่ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ วิเคราะห์ความสำคัญ และวิเคราะห์เชิงหลักการ แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.6 – 1 มีค่าความยาก (P) ระหว่าง 0.43-0.77 ค่าอำนาจจำแนก (D) ระหว่าง 0.27-0.67 และ ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ คือ 0.99

4.3 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัยแบบคู่ขนานจำนวน 24 ข้อ โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 12 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 12 ข้อ โดยใช้ข้อคำถามประกอบความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ เกณฑ์ในการการให้คะแนนแต่ละข้อเป็นแบบรูปรีส์โดยมีคะแนนสูงสุดในแต่ละด้านเท่ากับ 4 และคะแนนต่ำสุดในแต่ละด้านเท่ากับ 1 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง

0.2 – 1 มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.29-0.56 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.21-0.54 และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

## 5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 24 ชั่วโมง ผู้วิจัยดำเนินการขอความยินยอมจากนักเรียนที่จะเข้าร่วมโครงการวิจัย โดยการแจกเอกสารชี้แจงให้ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยและเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย จากนั้นผู้วิจัยแนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเบื้องต้น โดยใช้เวลาทั้งสิ้น

20 ชั่วโมง ดำเนินการสอนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน 2. กิจกรรมพัฒนานักเรียน และ 3. กิจกรรมรวบยอด จากนั้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์มาวิเคราะห์โดยการคำนวณ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ร้อยละ (%) การทดสอบทีแบบสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample t-test) และการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One sample t- test) เพื่อตอบสมมติฐานการวิจัย

**ผลการวิจัย** ผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิจัยออกเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ผลการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) จากการทำกิจกรรมและผลการทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏผลดังนี้

**ตารางที่ 2** วิเคราะห์ผลการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) จากการทำกิจกรรมและผลการทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

| องค์ประกอบการคิด<br>วิเคราะห์ | n  | ก่อนเรียน |      | หลังเรียน |      | ความต่าง  | %         | t-test | p    |
|-------------------------------|----|-----------|------|-----------|------|-----------|-----------|--------|------|
|                               |    |           |      |           |      |           | หลังเรียน |        |      |
|                               |    | $\bar{X}$ | SD   | $\bar{X}$ | SD   | $\bar{X}$ |           |        |      |
| การวิเคราะห์ความสำคัญ         | 28 | 3.18      | 1.57 | 7.75      | 1.21 | 4.57      | 77.5      | 13.978 | .000 |
| การวิเคราะห์ความสัมพันธ์      | 28 | 3.39      | 1.67 | 7.61      | 0.96 | 4.22      | 76.1      | 15.665 | .000 |
| การวิเคราะห์เชิงหลักการ       | 28 | 3.11      | 1.91 | 7.82      | 0.77 | 4.71      | 78.2      | 13.535 | .000 |

| องค์ประกอบการคิด<br>วิเคราะห์ | n  | ก่อนเรียน |      | หลังเรียน |      | ความ      | %         | t-test | p    |
|-------------------------------|----|-----------|------|-----------|------|-----------|-----------|--------|------|
|                               |    |           |      |           |      | ต่าง      | หลังเรียน |        |      |
|                               |    | $\bar{x}$ | SD   | $\bar{x}$ | SD   | $\bar{x}$ |           |        |      |
| คะแนนรวม                      | 28 | 9.71      | 4.23 | 23.18     | 1.83 | 13.47     | 77.27     | 22.40  | .000 |

7

\*p < .05

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า คะแนนการคิดวิเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์และวิเคราะห์เชิงหลักการ ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าเบื้องต้น ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยพิจารณา ความต่างของค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน พบว่า การคิดวิเคราะห์ทางด้านการวิเคราะห์เชิงหลักการมีความต่างของ ค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 4.71 รองลงมาคือ ด้านการวิเคราะห์ความสำคัญมีค่าความต่างเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และด้านที่มีความต่างของค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์มีค่าความต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 และมีคะแนนรวมหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 23.18 คิดเป็นร้อยละ 77.27 โดยทั้ง 3 ด้านและคะแนนรวมมี คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษามีผลคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนซึ่ง เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ผลการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) จากการทำกิจกรรมและผลการทำแบบทดสอบวัด การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

**ตารางที่ 3** ผลการเปรียบเทียบคะแนนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการ เรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

| องค์ประกอบการคิดวิเคราะห์ | n  | เกณฑ์ | คะแนนเฉลี่ย     |      | Df | t-test | p    |
|---------------------------|----|-------|-----------------|------|----|--------|------|
|                           |    |       | ( $\bar{x}$ )   | SD   |    |        |      |
|                           |    |       | การคิดวิเคราะห์ |      |    |        |      |
|                           |    |       | หลังเรียน       |      |    |        |      |
|                           |    |       |                 |      |    |        |      |
| การวิเคราะห์ความสำคัญ     | 28 | 7     | 7.75            | 1.21 | 27 | 3.292  | .003 |
| การวิเคราะห์ความสัมพันธ์  | 28 | 7     | 7.61            | 0.96 | 27 | 3.360  | .002 |
| การวิเคราะห์เชิงหลักการ   | 28 | 7     | 7.82            | 0.77 | 27 | 5.628  | .000 |
| คะแนนรวม                  | 28 | 21    | 23.18           | 1.83 | 27 | 6.310  | .000 |

\*p<.05

จากตารางที่ 3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีคะแนนการคิดวิเคราะห์เฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้ง 3 ด้าน โดยมี

การคิดวิเคราะห์ทางด้านการวิเคราะห์เชิงหลักการมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 7.82 รองลงมาคือการวิเคราะห์ความสำคัญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.75 การวิเคราะห์เชิงหลักการมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.61 และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนรวมทั้งหมดเท่ากับ 23.18 โดยคะแนนทั้ง 3 ด้านและคะแนนรวมมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษามีผลคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) จากการทำกิจกรรมและผลการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏผลดัง

**ตารางที่ 4** วิเคราะห์ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) จากการทำกิจกรรมและผลการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

| องค์ประกอบความคิด<br>สร้างสรรค์ | n         | ก่อนเรียน   |             | หลังเรียน    |             | ผลต่ำ<br>ง  | %            | t-test       | p           |
|---------------------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
|                                 |           | $\bar{x}$   | SD          | $\bar{x}$    | SD          | $\bar{x}$   | หลังเรียน    |              |             |
| ความคิดคล่องตัว                 | 28        | 5.79        | 1.45        | 9.00         | 1.19        | 3.21        | 75.00        | 12.662       | .000        |
| ความคิดยืดหยุ่น                 | 28        | 5.79        | 1.29        | 9.21         | 1.10        | 3.42        | 76.75        | 12.520       | .000        |
| ความคิดริเริ่ม                  | 28        | 6.04        | 1.11        | 9.00         | 1.25        | 2.96        | 75.00        | 10.614       | .000        |
| ความคิดละเอียดลออ               | 28        | 6.25        | 1.60        | 9.79         | 1.20        | 3.54        | 81.58        | 12.061       | .000        |
| <b>คะแนนรวม</b>                 | <b>28</b> | <b>23.8</b> | <b>3.27</b> | <b>37.00</b> | <b>2.84</b> | <b>13.1</b> | <b>77.08</b> | <b>20.15</b> | <b>.000</b> |
|                                 |           | <b>6</b>    |             |              |             | <b>4</b>    |              | <b>6</b>     |             |

\*p<.05

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ด้านด้าน ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยพิจารณาความต่างของค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ด้าน พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดละเอียดลออมีความต่างของค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 3.54 รองลงมาคือ ด้านความคิดยืดหยุ่นมีค่าความต่างเฉลี่ยเท่ากับ 3.42 ด้านความคิดคล่องตัวมีค่าความต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.21 และด้านที่มีความต่างของค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ด้านความคิดริเริ่ม มีค่าความต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.96 และมีคะแนนรวมเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 37.00 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 77.08 ของคะแนนเต็ม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษามีผลคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

ตอนที่ 4 วิเคราะห์ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) จากการทำกิจกรรมและผลการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

**ตารางที่ 5** ผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

| องค์ประกอบความคิด<br>สร้างสรรค์ | n         | เกณฑ์       | คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )<br>(หลังเรียน) | SD          | t-test       | P           |
|---------------------------------|-----------|-------------|------------------------------------------|-------------|--------------|-------------|
| ความคิดคล่องตัว                 | 28        | 8.4         | 9.00                                     | 1.19        | 2.676        | .013        |
| ความคิดยืดหยุ่น                 | 28        | 8.4         | 9.21                                     | 1.10        | 3.914        | .001        |
| ความคิดริเริ่ม                  | 28        | 8.4         | 9.00                                     | 1.25        | 2.546        | .017        |
| ความคิดละเอียดลออ               | 28        | 8.4         | 9.79                                     | 1.20        | 6.123        | .000        |
| <b>คะแนนรวม</b>                 | <b>28</b> | <b>33.6</b> | <b>37.00</b>                             | <b>2.84</b> | <b>6.332</b> | <b>.000</b> |

\*p<.05

จากตารางที่ 5 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้ง 4 ด้าน โดยมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดละเอียดลออมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 9.79 รองลงมาคือด้านความคิดยืดหยุ่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.21 ด้านความคิดคล่องตัวและความคิดริเริ่มมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.00 และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนรวมทั้งหมดเท่ากับ 37.00 โดยคะแนนทั้ง 4 ด้านมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษามีผลคะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4

## อภิปรายผลการวิจัย

ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเบื้องต้น ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ผลการวิจัยและการอภิปรายผลดังนี้

1. ผลการคิดวิเคราะห์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ไฟฟ้าเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ของการวิจัย และ ผลการคิดวิเคราะห์หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ของการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 กิจกรรมการนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 กิจกรรมพัฒนานักเรียน แบ่งได้

เป็น 6 ขั้นตอนได้แก่ 1. ชั้นระบุปัญหา 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5. ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และขั้นที่ 3 กิจกรรมรวมยอด โดยครูให้นักเรียนได้อ่านและทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาที่ครูเป็นผู้กำหนดให้ เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและใกล้ตัวนักเรียน ทำให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์สถานการณ์ นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ประเด็นต่าง ๆ ข้อมูลเท็จจริงที่ได้จากสถานการณ์ และนักเรียนสามารถค้นคว้าเพิ่มเติมได้ด้วยตนเองตลอดการทำกิจกรรม จากนั้นนักเรียนจึงนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาทำการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมและเริ่มลงมือวางแผนวิเคราะห์การแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม จากนั้นจึงลงมือทำการแก้ปัญหาคือสร้างสรรค์ชิ้นงานจากสถานการณ์ดังกล่าว แล้วจึงนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้จากการลงมือปฏิบัติงาน จะเห็นได้ว่าแต่ละขั้นตอนส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และยังสามารถบูรณาการความรู้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์สามารถวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบชิ้นงานหรือนวัตกรรมที่สามารถใช้ได้จริงในการแก้ปัญหาหรือใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Thodsagarn, 2561:2-3)

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาจึงมีผลต่อการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนนั่นเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ กมลทิพย์ สำราญจักร ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง โมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (Samranchak, 2558: Abstract) สอดคล้องกับ สถาพร พงษ์พิบูล ที่กล่าวถึงการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมว่าจะต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทำให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ผ่านการลงมือทำกิจกรรม จนเกิดความเข้าใจ นำไปประยุกต์ใช้ สามารถวิเคราะห์และประเมินค่าได้ (Pruitthikul, 2555:5)

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ของการวิจัย และหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ของการวิจัย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมโดยที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ โดยเน้นให้นักเรียนนำความรู้จากวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหานั้นนำไปสู่การสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา ดังนี้ ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่มีถูกหรือผิดในการออกแบบนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ได้มาจากชั้นระบุปัญหา โดยนักเรียนสามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 2 ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการสร้างสรรค์นวัตกรรมและวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว จากนั้นนักเรียนจึงลงมือทำนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาในขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้นี้เป็นการให้นักเรียนออกแบบคอมพิวเตอร์เพื่อลดปัญหาขยะที่เกิดขึ้น ดังนั้นนักเรียนจึงได้ออกแบบสร้างสรรค์คอมพิวเตอร์

ไฟในแบบของตนเอง โดยในแต่ละกลุ่มได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันจากนั้นจึงทำการทดสอบนวัตกรรมของแต่ละกลุ่มในขั้นที่ 5 ขึ้นทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยนักเรียนสามารถตกแต่งโคมไฟของตนเองให้สวยงามตามความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่มีถูกผิดของนักเรียน จากนั้นนักเรียนจึงนำเสนอชิ้นงานของตนในขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา จะเห็นได้ว่านักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ของตนเองและเพื่อนในกลุ่มในการดำเนินการทำกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนมีความพัฒนาทางด้านการคิดสร้างสรรค์ที่มากขึ้น

นอกจากนี้ ในการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ให้อิสระทางความคิดแก่นักเรียนได้สร้างสรรค์ผลงานได้อย่างเต็มที่โดยผู้วิจัยคอยให้คำชี้แนะเท่านั้น จึงทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานในการทำงานและทำให้นักเรียนสนใจในการทำงานมากขึ้น และยังส่งผลให้นักเรียนเปิดรับความคิดเห็นซึ่งกันและกันกับเพื่อนในกลุ่มอีกด้วย

จากผลการวิจัยดังกล่าวการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาจึงเป็นการให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงาน ตลอดจนการสร้างสรรคชิ้นงาน อีกทั้งยังเป็นการฝึกให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอีกด้วย สอดคล้องกับ Piltz Albert and Robert Sund ได้กล่าวถึงทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการคิดการกระทำ เพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่วนผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เน้นถึงความริเริ่มโดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาความคิด เพื่อให้ได้ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ที่มีความแปลกใหม่ (Piltz Albert and Robert Sund, 1974) สอดคล้องกับ อภิสิริ ธงไชย ที่กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์โดยทั้ง 4 วิชามีความสำคัญ เท่ากัน เพื่อให้นักเรียนนำ ความรู้ทุกแขนงมาใช้เพื่อแก้ปัญหาค้นคว้าสร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน (Thongchai, 2556) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัสสร ติดมา (2558,บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และนักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพิ่มสูงขึ้น (Tidma, 2558:Abstract) และ ปิยวรรณ ทศกาญจน์ (2561, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษามีทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Thodsagarn, 2561:Abstract)

ดังนั้นจากผลการวิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษามีผลต่อการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต การคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือ

โครงการสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในภาคการผลิต และการบริการที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา (National STEM Education Center: NSEC, 2558) มีดังต่อไปนี้ 1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นฐาน 2. ผู้เรียนเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มศึกษามากขึ้น 3. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น 4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา 5. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา 6. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ (Srichantha, 2562:158-159)

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไปสำหรับการวิจัย

จากการวิจัยนี้พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาช่วยให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับที่ดี ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ดังนี้

1.1 ครูผู้สอนควรศึกษาข้อมูลและทำความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาอย่างละเอียด เพื่อให้มีความเข้าใจในแต่ละขั้นการสอนเพื่อนำไปใช้ในการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในแต่ละขั้นตอนต้องพิจารณาความเหมาะสมทั้งทางด้านเนื้อหาสาระ สภาพแวดล้อม และความพร้อมของผู้เรียนเป็นต้น

### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการวิจัยผู้วิจัยพบว่า คะแนนการคิดวิเคราะห์ที่มีคะแนนน้อยที่สุดคือด้าน การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ อาจเนื่องมาจาก ในการทำกิจกรรมผู้เรียนมีการศึกษาทางด้านความสัมพันธ์ค่อนข้างน้อย เช่น การอ่านค่าตาราง การเขียนกราฟ เป็นต้น ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยควรเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาทางด้านความสัมพันธ์ให้มากขึ้น โดยให้ผู้เรียนได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากกราฟหรือตารางต่าง ๆ สอดแทรกในเนื้อหาและกิจกรรมที่เรียน

2.2 จากการวิจัยผู้วิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในด้านความคิดคล่องตัวมีค่าเฉลี่ยของคะแนนน้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้ไม่ได้ฝึกคิดด้วยตัวเองเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละคนได้ฝึกคิดมากขึ้น

## References

- Buasai, S. (2015). Education inequality problem. Retrieved December 31, 2019, from <http://www.thaihealth.or.th/Content/27501-ปัญหาเหลื่อมล้ำทางการศึกษา.html>.
- Israsena Na Ayudhya, W. (2016). Things to know about STEM Education (STEM Education). Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Nakphong, P. (2019). The Development of Analytical Thinking Skill of Seventh Gradestudents by Using Problem Based Learning and STAD Technique. Master of Education (CURRICULUM AND SUPERVISION) Department of Curriculum and Instruction Graduate School Silpakorn University. (in Thai)
- National STEM Education Center: NSEC. (2015). STEM Teacher Training Course Guide. [Online]. Retrieved December 30, 2019, from <http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/03/newIntro-to-STEM.pdf>.
- Office of national economic and social development council. (2016). “The 12th National Economic and Social Development Plan (2017-2021)”. Government Gazette. Volume 133 Chapter 115 A .
- Piltz, A. & Robert S. (1974). Creative Teaching of Science in the Elementary School. Englewood Cliff N.J.: Prentice Hall.
- Pruitthikul, S. (2012). “Quality of students derived from active learning process”. Journal of Educational Administration Burapha University 6(2):1-13. (in Thai)
- Samranchak, K. (2558). The Development of Learning Activities by the STEM Education to Promote Analytical Thinking on the Topic “Momentum and Collision for Grade 10 Students”. Independent study M.Ed. in Curriculum and Instruction Naresuan University. (in Thai)
- Siripattrachai, P. (2013). “STEM Education and 21st Century Skills Development”. Executive Journal, 33(2), 49-56. (in Thai)
- The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2016). Project to drive STEM education in 2,255 schools Retrieved January 3, 2020, from <http://www.stemedthailand.org/wpcontent/uploads/2016/07/STEM-Policy.pdf>.
- The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2019). PISA Assessment Results 2018. Retrieved December 31, 2019, from <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-12/>.

- Thodsagarn, P. (2018). Integrated STEM Education Learn Management on Weather Forecasting House to Enhance Learning and Product Creating Skills of 7th Grade Students. Master of Education Department of Curriculum and Instruction College of Education Science Dhurakij Pundit University. (in Thai)
- Thongchai, A. (2013). "Technology and engineering What is in STEM Studies". IPST Magazine 42(185): 35-37. (in Thai)
- Tidma, P., Nakkuntod, M., Kijkuakul, S. (2015). "STEM Education in Topic of Human Systems to Promote Creative Thinking of 8Th Grade Students". Ratchaphruek Journal 13(3): 71-76. (in Thai)