

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียน
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพรหมสภากร จังหวัดสิงห์บุรี

THE EFFECT OF LEARNING ACTIVITY MANAGEMENT BY USING STEM
EDUCATION FOR LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENCE CREATIVE
THINKING ABILITY IN THE TOPIC OF ELECTRICITY FOR PRATHOM SUKSA
VI STUDENTS AT WATPROMSAKORN SCHOOL IN SINGBURI PROVINCE

พิทยาภรณ์ ปัญญาหอม¹ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์² และชำนาญ ชาวกิรติพงษ์³
Pittayaporn Panyahom¹, Tweesak Chindanurak², and Chamnan Chaowakeratipong³

¹ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชจังหวัดนนทบุรี

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จังหวัดนนทบุรี

³ อาจารย์ประจำสาขาวิชาศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จังหวัดนนทบุรี

¹ Master of Education (Science Education), Sukhothai Thammathirat University, Nonthaburi

² School of Education, Sukhothai Thammathirat University, Nonthaburi

³ School of Arts, Sukhothai Thammathirat University, Nonthaburi

E-mail: Pittayaporn9112@gmail.com

Received: September 12, 2019

Revised: November 26, 2019

Accepted: November 26, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า
และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อน และหลังได้รับการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนวัดพรหมสภากร อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา
2561 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการแบบสุ่มแบบกลุ่ม
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ (1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ.79 (2) แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์
ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ.80 และ (3) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษา สถิติที่ใช้ในการ
วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า หลังได้รับการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องไฟฟ้า หลังได้รับการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to compare science learning achievements of Prathom Suksa VI students before and after learning under learning activity management by using STEM Education in the topic of Electricity, and 2) to compare science ability of creative thinking of the students before and after learning under learning activity management by using STEM Education in the topic of Electricity of Prathom Suksa VI. The research sample consisted of 40 Prathom Suksa VI students in an intact classroom of Watpromsakorn School in Singburi province, obtained by Cluster sampling. The research instruments were (1) a science learning achievement in the topic of Electricity test, with reliability equal to .79, (2) a science creative thinking ability test, with reliability equal to .80. and (3) learning management plans for the learning management by using STEM Education. Data were analyzed using the mean, standard deviation, and t-test.

The findings were as follows: 1) Science students achievement Prathom suksa VI in the topic of Electricity, after received a learning activity management by using STEM Education was significantly higher than before studying at the level of .05. and 2) The ability of students scientific creativity Prathom suksa VI in the topic of electricity, after received the learning activity management using STEM Education was significantly higher than before studying at the level of .05.

Keywords

Learning activity management, STEM Education, Science learning achievement, Science creative thinking

ความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 ถือเป็นยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรื่อย ๆ จึงนับว่าเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีความสำคัญ และมีความแตกต่างไปจากในอดีตเป็นอย่างมาก ด้วยเหตุนี้ในด้านการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็น

อย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดการเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนได้ก้าวเข้าสู่ยุคสังคมแห่ง การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยจะต้องให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกทักษะให้กับนักเรียน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จึงควรจัดให้มีความสอดคล้อง เหมาะสมและสัมพันธ์กันกับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ซึ่งใน การจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนจึงควรฝึกให้นักเรียน ได้เกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย ดังนี้ (1) ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถนำทักษะที่ได้ไปใช้ในการ ดำรงชีวิต และเพื่อการทำงานอย่างสร้างสรรค์ที่มีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตในโลก (2) ทักษะ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้นักเรียนนั้นสามารถเกิดความคิดที่ลึกซึ้งบนพื้นฐานของความรู้และ ความเข้าใจต่าง ๆ ของตัวบุคคล โดยขึ้นอยู่กับวัยและประสบการณ์ แต่ต้องเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จนเป็นนิสัย และเกิดขึ้นโดยไม่รู้ตัว (3) ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อให้ นักเรียนมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ประเมินความน่าเชื่อถือได้ และมีทักษะในการใช้อย่างสร้างสรรค์ (4) ทักษะด้านความเป็นนานาชาติ เพื่อให้ นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยมีการใช้เทคโนโลยีเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ กับครูผู้สอนในต่างประเทศ และเพื่อเป็นการพัฒนาทักษะในการสื่อสารอีกด้วย และ (5) ทักษะอาชีพ และทักษะชีวิต เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำความรู้จากการเรียนมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทาง ในการดำรงชีวิต และประกอบอาชีพได้ วิจารณ์ พานิช (Panich, 2012) นอกจากนี้ครูผู้สอนควร จะต้องมีการจัดเตรียมเนื้อหา ให้มีความสอดคล้องตามความต้องการของหลักสูตรการศึกษาแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ที่ได้กำหนดจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพเพื่อเลี้ยงตนเองได้ กระทรวงศึกษาธิการ (Ministry of Education, 2008) แต่ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะเน้นการจัดการเรียนรู้ แบบบรรยาย เน้นการท่องจำ ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองลงมือปฏิบัติ และเรียนรู้ด้วยตนเอง และจากการจัดการเรียนรู้ที่ไม่สอดคล้อง ไม่เหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน จึงทำให้นักเรียนขาดทักษะที่ นำไปใช้ในการแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์ การสื่อสารร่วมกับผู้อื่น และการมีความคิดสร้างสรรค์ จึงส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ ปีที่ผ่านมาค่อนข้างต่ำ โดยดูจาก ผลวิเคราะห์การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในช่วงปีการศึกษา 2558-2560 พบว่า ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2558 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 42.59 สถาบัน การทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (National Institute of Educational Testing Service, 2015) ในปีการศึกษา 2559 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 41.22 สถาบันการทดสอบ การศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (National Institute of Educational Testing Service, 2016) และในปี 2560 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 39.12 สถาบันการทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (National Institute of Educational Testing Service, 2017) โดยจะเห็นได้ว่า มีแนวโน้มต่ำลงไปเรื่อย ๆ ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรที่จะจัดการเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และ เปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ให้แตกต่างจากแบบเดิม โดยใช้หลักการดังนี้ (1) เรียนรู้ตามสภาพจริง (2) สร้างมโนธรรมสำนึกให้นักเรียน (3) สร้างแรงจูงใจภายใน (4) พหุปัญญา (ออกแบบการเรียนรู้ที่ ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล) และ (5) จัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมทางสังคม ประสาท เนืองเฉลิม, 2558 (Nuangchaloem, 2015)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ถือเป็นจัดการการเรียนรู้ที่เน้นบูรณาการจากกลุ่มสาระหลัก 4 สาระ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดเป็นองค์ความรู้ และเป็นการนำศาสตร์ทั้งสี่มาบูรณาการเข้าด้วยกันโดยมีจุดเน้น คือ ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือทำกิจกรรมด้วยตนเอง สืบค้นข้อมูลและเรียนรู้การแก้ปัญหาด้วยตนเอง จนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่ถาวร และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ต่อไปในอนาคต ซึ่งอาจจะต้องใช้ศาสตร์จากองค์ความรู้ของกลุ่มสาระทั้ง 4 สาระ หรือนำองค์ความรู้ที่ได้มาต่อยอด เพื่อใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ หรือสร้างผลผลิตใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ประเทศชาติ และอาชีพของนักเรียนได้ต่อไป นอกจากนี้ครูผู้สอนควรส่งเสริมทักษะที่สำคัญให้กับนักเรียน โดยจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เพื่อให้นักเรียนได้มีการพัฒนาด้านปัญญา และด้านทักษะกระบวนการคิด เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และการคิดวิเคราะห์ ไม่ใช่เน้นเรียนแบบท่องจำเพียงอย่างเดียว วชิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (Itsarasena Na Ayutthaya, 2017) ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นจะมีลักษณะคือ เป็นการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านการเรียนรู้ทดลองด้วยตนเอง มีลักษณะการสอนที่ใช้ปัญหาหรือโครงงานเป็นฐาน เพื่อให้ นักเรียนได้ระดมความคิดในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือแก้ปัญหาร่วมกัน และการบูรณาการเรียนการสอนพร้อมทั้งปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัย สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ ชวนิดา สุวานิช (Suvanich, 2017) ซึ่งในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นั้นยังมีกระบวนการที่ใช้การออกแบบทางวิศวกรรมมาร่วมด้วย เพื่อออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือผลงาน จึงถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการสอนในแบบสะเต็ม นอกจากนี้การจัดการกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษา ยังทำให้นักเรียนมีการพัฒนาในด้านความคิดสร้างสรรค์ หรือมีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างหรือผลิตชิ้นงานให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติได้ ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้เกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์นั้นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญ คือ (1) ครูผู้สอน จะต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ที่มีอยู่ผสมผสานหรือต่อยอดกับองค์ความรู้ใหม่จนนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา (2) นักเรียนจะต้องมีทัศนคติที่ดี มีความพร้อมที่จะฝึกฝนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ไม่ยึดติดอยู่กับการที่ครูผู้สอนเลือกวิธีการที่ใช้ฝึกปฏิบัติเพื่อให้ความถูกต้องและเหมาะสมสำหรับนักเรียน และ (3) การออกแบบการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรออกแบบการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ โดยอาจจำลองสถานการณ์ให้นักเรียนได้แก้ปัญหา และสังเกตสิ่งต่าง ๆ รอบ ๆ ตัว เพื่อเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย สุจิตา การ์มี (Karimi, 2017) และในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษานักเรียนจะต้องมีส่วนในการออกแบบ และวางแผนร่วมกัน เพื่อสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ด้วย อภิสิทธิ์ ธงไชย (Thongchai, 2013) จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแบบที่ผ่านมา พบว่าการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี นั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ นักเรียนขาดความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนานวัตกรรมใหม่ ที่เกิดประโยชน์ต่อตนเองและส่วนรวมได้ โดยสังเกตจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและจากบริบทของโรงเรียน จึงทำให้ทราบถึงสาเหตุ 2 ประการหลักๆ ที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนค่อนข้างต่ำคือ ประการที่ 1 ด้านเนื้อหาเรียนที่ค่อนข้างยาก และเนื้อหาในบทเรียนมีปริมาณมาก นักเรียนไม่สามารถจินตนาการได้จากเนื้อหาที่

กำลังเรียนอยู่ จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียน และประการที่ 2 เนื่องจากทางโรงเรียนมีกิจกรรมค่อนข้างมาก มีเวลาในการสอนน้อย ครูผู้สอนส่วนใหญ่จึงใช้การสอนแบบบรรยาย จึงส่งผลทำให้นักเรียนขาดทักษะในการค้นหาข้อมูล การเรียนรู้ด้วยตนเอง ขาดความสามารถในการแสดงความคิดเห็นสร้างสรรค์ นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เมื่อถึงเวลาสอบ นักเรียนจะใช้วิธีการท่องจำเนื้อหา เพื่อนำไปใช้ในการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่านั้น โดยที่นักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาบทเรียน ซึ่งส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนส่วนใหญ่ค่อนข้างต่ำ และนักเรียนขาดความคิดสร้างสรรค์ที่จะพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ หรือผลผลิตที่เกิดประโยชน์ต่อตนเอง สังคมและประเทศชาติได้

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาจึงมีความสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้หลักในการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษา เพื่อฝึกทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ดูแลและให้คำปรึกษา ในระหว่างการทำกิจกรรม โดยการจัดกิจกรรมจะมีการบูรณาการองค์ความรู้จากกลุ่มสาระทั้ง 4 สาระมาเชื่อมโยงกัน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดให้กับนักเรียน และการนำวิธีการสอนที่หลากหลายมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมในระหว่างที่ทำการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่สอนและเกิดทักษะกระบวนการคิดที่หลากหลายเป็นระบบ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

โจทย์วิจัย/ปัญหาวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้า มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นหรือไม่
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีผลต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นหรือไม่

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า

วิธีดำเนินการวิจัย

มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรของสถานศึกษา ศึกษาแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ศึกษาแนวทาง และกระบวนการในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2. ออกแบบและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลา 20 ชั่วโมง ประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง โคมไฟจากกระดาษลัง รถที่มีพลัง (Power Car) ตะเกียงของนักเดินทาง และเครื่องปรับอากาศดีบร้อน พร้อมทั้งนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปเสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษา พร้อมทั้งนำมาปรับปรุงแก้ไข และนำไปตรวจสอบประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งจากการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้อง พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผนนี้ เป็นแผนการจัดการศึกษาที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

3. สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยเป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง .66 ถึง 1.00 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .33 ถึง .77 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .20 ถึง .53 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแบบทดสอบทั้งฉบับ .79

4. แบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ใน 4 ด้าน คือ 1) ความคล่องในการคิด (Fluency) 2) ความยืดหยุ่น (Flexibility) 3) ความคิดริเริ่ม (Originality) และ 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ .67 มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .59 ถึง .71 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง .39 ถึง .85 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่องไฟฟ้า เท่ากับ .80

5. ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนวัดพรหมสาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1) ให้นักเรียนทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 4 ข้อ (แบบอัตนัย) และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 30 ข้อ (แบบปรนัย)

2) ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้า เป็นเวลา 20 ชั่วโมง จำนวน 4 แผน แผนละ 5 ชั่วโมง ซึ่งประกอบไปด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โคมไฟจากกระดาษลัง เป็นการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษาโดยให้นักเรียนได้นำความรู้จากเรื่องการต่อไฟฟ้าอย่างง่ายมาใช้ในการประดิษฐ์และสร้างสรรค์ชิ้นงานโคมไฟจากกระดาษลังที่สามารถใช้ได้จริง แข็งแรงและสวยงาม (2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รถที่มีพลัง (Power Car) เป็นการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษาโดยให้นักเรียนได้นำความรู้จาก เรื่องการต่อไฟฟ้าแบบอนุกรมมาใช้ในการประดิษฐ์และสร้างสรรค์ชิ้นงาน รถที่มีพลัง (Power Car) ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ มีความแข็งแรง คงทนและสวยงาม (3) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตะเกียงของนักเดินทาง เป็นการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษาโดยให้นักเรียนได้นำความรู้จาก เรื่องการต่อไฟฟ้าแบบขนานมาใช้ในการประดิษฐ์และสร้างสรรค์ชิ้นงาน ตะเกียงของนักเดินทาง ที่สามารถใช้ได้จริง แข็งแรงและสวยงาม (4) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เครื่องปรับอากาศดีบร้อน เป็นการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษาโดยให้นักเรียนได้

นำความรู้จาก เรื่องการเกิดสนามแม่เหล็กรอบสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน มาใช้ในการประดิษฐ์และสร้างสรรค์ชิ้นงาน เครื่องปรับอากาศดีบร้อน ที่สามารถใช้ได้จริง แข็งแรงและสวยงาม

3) ให้นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 4 ข้อ (แบบอัตนัย)

4) ให้นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า จำนวน 30 ข้อ (แบบปรนัย)

5) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้อย่างบูรณาการ เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้อย่างบูรณาการ เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t-test	Sig.
ก่อนเรียน	40	30	7.45	3.12	17.89*	.00
หลังเรียน	40	30	19.98	2.67		

* $p < .05$

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้อย่างบูรณาการ เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้อย่างบูรณาการ เรื่อง ไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ความคิดสร้างสรรค์	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t-test	Sig.
ก่อนเรียน	40	16	5.95	2.95	11.82*	.00
หลังเรียน	40	16	11.20	1.81		

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษาจะเป็นตัวที่ส่งเสริม และสนับสนุนให้นักเรียนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการนำองค์ความรู้ของสาระการเรียนรู้มาจัดการเรียนให้เชื่อมโยงเข้าด้วยกัน จนเกิดเป็นความรู้ที่ถาวรที่มาจาก การลงมือทำกิจกรรม เรียนรู้ด้วยนักเรียนเอง ซึ่งผู้วิจัยได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้วิธีในการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เน้นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการองค์ความรู้ของสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการทำกิจกรรม และทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น จากเหตุผลข้างต้นสอดคล้องกับแนวคิดของ ศศิเทพ พิติพรเทพิน (Pitiphonthepin, 2015) ที่มีแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็ม คือ (1) การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ จะทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่มาจากการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลอง ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา และแนวคิดของบทเรียน และช่วยทำให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล หรือมีเหตุผลมากขึ้น (2) การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานหรือโครงการเป็นฐาน จะเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการถามคำถาม และนักเรียนจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อร่วมกันแก้ปัญหาในกลุ่ม โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีมาใช้แก้ปัญหา และเป็นแนวทางช่วยแก้ปัญหา จนนำไปสู่การทำโครงการ หรือสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ต่อไป และ (3) การจัดการเรียนรู้แบบการบูรณาการสื่อเทคโนโลยีเข้ามาใช้ โดยมีครูผู้สอนนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้บทเรียนมีความทันสมัยขึ้น ซึ่งผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรสวรรค์ สองแคว (SongKhvae, 2016) ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่อง “รู้รักษ์หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน” ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้เรื่อง “รู้รักษ์หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน” ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังคงสอดคล้องกับงานวิจัยของ ช่อทิพย์ มารัตนะ (Marattana, 2017) ได้ศึกษาการผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้วัสดุ และสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งผลจากการวิจัยพบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เรื่องไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งสามารถเรียงลำดับคะแนนในแต่ละด้านจากมากที่สุดไปน้อยสุดได้ดังนี้ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากผู้วิจัยได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเข้ามาใช้เพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียน ให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ จนเกิดเป็นองค์ความคิดเข้ามารวมกัน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีคุณค่าขึ้นมาได้ นอกจากนี้นักเรียนจะต้องมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้ครบทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความคิดริเริ่ม 2) ความคิดคล่องแคล่ว 3) ความคิดยืดหยุ่น และ 4) ความคิดละเอียดลออซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้นำแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาใช้ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จาก นวลจิตต์ ชาวเกียรติพงศ์ (Chaowakeratipong, 2017) ที่มีการจัดกิจกรรมให้เกิดความน่าสนใจ โดยใช้กิจกรรมหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์จำลอง และสื่อจัดกิจกรรมระดมสมอง จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนลงมือปฏิบัติได้จริง จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจ โดยจัดกิจกรรมจากกิจกรรมง่ายไปสู่กิจกรรมยาก และจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวคนธ์ สุกุลศรี (Sakulsri, 2017) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอาทิตยา ภูมิคอนสาร (Phumkhonsan, 2017) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งผลในการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องเสียงและการได้ยิน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยชิ้นงาน 22.44 อยู่ในเกณฑ์ดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งควรจัดการเรียนรู้โดยเน้นให้นักเรียนได้ฝึกนำองค์ความรู้จากสาขาวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าร่วมกัน โดยครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในบทเรียนหรือในเนื้อหาเรื่องต่าง ๆ ที่เรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์ชิ้นงานและนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น ด้านการนำเอาความรู้ไปใช้ในการประกอบอาชีพ นำมาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำกิจกรรมหรือในชีวิตจริง

1.2 ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งควรจัดสรรเวลาให้มีความเหมาะสม ในขั้นตอนของการจัดกิจกรรมต่าง ๆ โดยไม่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายหรือทำกิจกรรมไม่ทันภายในเวลาที่กำหนด

1.3 ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลความรู้จากแหล่งข้อมูล หลาย ๆ แหล่ง และการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต โน้ตบุ๊ก ฯลฯ ในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1.4 ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเสนอกับผู้อำนวยการสถานศึกษา เพื่อสนับสนุนงบประมาณในการจัดการเรียนรู้ และสนับสนุนส่งเสริมให้ครูผู้สอนภายในโรงเรียนได้จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาคุณภาพของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

1.5 ครูผู้สอนควรวางแผนในการจัดเตรียมอุปกรณ์ไว้อย่างหลากหลาย เพื่อฝึกทักษะในการแก้ปัญหาของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยไปในครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยเน้นให้มีการบูรณาการสาระวิชาอื่น ๆ เพื่อที่จะได้นำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ให้กับนักเรียนได้ เช่น การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทักษะการคิด ทักษะในการนำเทคโนโลยีมาใช้ ทักษะในการแก้ปัญหาและทักษะในการสื่อสาร ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.2 ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยนำมาบูรณาการให้เข้ากับชีวิตจริงสถานการณ์จริงของนักเรียนรวมถึงการประกอบอาชีพ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันและประกอบอาชีพได้ต่อไป

References

- Chaowakeratipong, N. (2017). khwām̄maī læ khō̄pkhāi khō̄ng kām̄ khīt sā̄ngsan. [The meaning and scope of creativity.]. In Sinlarat, P. (Ed.), **kām̄ khīt sā̄ngsan: sō̄n læ sā̄ng yā̄ngrai** [Creative thinking: how to teach and create.]. (pp. 35). 2nd ed. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Itsarasena Na Ayutthaya, W. (2017). **rū̄ang nā̄ rū̄ kī̄okap STEM Education** [Interesting things about STEM Education.]. 2nded. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Karimi, S. (2017). kām̄chai krabuā̄nkām̄ ‘ō̄k̄ bǣp chōēng witsawakam phū̄a sōēmsā̄ng khwām̄khīt sā̄ngsan læ thaksa kām̄ kē̄ panhā̄ tō̄t̄ thī̄ nung [The engineering design process to enhance creativity and problem-solving skills, part 1]. **IPST MAGAZINE**. 46(209), 25-27.
- Marattana, C. (2017). **kā̄nsuksā̄ phonkām̄ rī̄anrū̄ nuāi kām̄ rī̄anrū̄ watsadu læ sombat khō̄ng watsadu khō̄ng nakrī̄an chan prathomsuksā̄ pī̄ thī̄ hā̄ chāk kām̄chat kitchakam kām̄ rī̄anrū̄ sa tem suksā̄** [A Study of Learning Outcomes on Materials and Properties of Grade 5 Students' Learning Unit Using STEM Education]. Master of Education Thesis. Nakhon Ratchasima Rajabhat University.
- Ministry of Education. (2008). **laksūt kām̄ klā̄ng kā̄nsuksā̄ naphū̄m thām̄ Phutthasakkarāt sō̄ngphanharō̄hāsip‘et** [Foundation course, basic education, 2008]. Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand.

- National Institute of Educational Testing Service. (2015). **tārāṅ sarup phonlakā rot da sōp thāṅkān suksā radap chāt khan phūnthān (O-NET) chan prathomsuksā pī thī hok pīkānsuksā sōṅphanhārōjhasippǣt** [Table of Educational Test Results in Education at National Level (O-NET), Grade 6, Academic Year 2015]. Retrieved from http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONE TP6_2558.pdf.
- National Institute of Educational Testing Service. (2016). **sarup phonlakā rot da sōp thāṅkān suksā radap chāt khan phūnthān (O-NET) chan prathomsuksā pī thī hok pīkānsuksā sōṅphanhārōjhasipkaō** [Summary of Basic National Educational Testing (O-NET), Grade 6, Academic Year 2016]. Retrieved from http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONE TP6_2559.pdf.
- National Institute of Educational Testing Service. (2017). **sarup phonlakā rot da sōp thāṅkān suksā radap chāt khan phūnthān (O - NET) chan prathomsuksā pī thī hok pīkānsuksā sōṅphanhārōjhoksip** [Summary of Basic National Educational Testing (O-NET), Grade 6, Academic Year 2017]. Retrieved from http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONE TP6_2560.pdf.
- Nuangchaloem, P. (2015). **kān rīanrū wīthayāsāt nai satawat thī yīsip‘et** [Learning science in the 21st century]. Bangkok: Active Print.
- Panich, W. (2012). **wīthī sāṅg kān rīanrū phūā sit nai satawat thī yīsip‘et** [Ways to create learning for students in the 21st century]. Bangkok: Tathata Publication.
- Phumkhonsan, A. (2017). **kānsuksā phon samrit thāṅkān rīan læ khwāmkhīt sāṅsan thāṅ wīthayāsāt khōṅ nakrīan chan prathomsuksā pī thī hā doī chai nāokhīt sa tem suksā** [A Study of Learning Achievement and Scientific Creative Thinking of 5th Grade Students by Using STEM Education]. Master of Education Thesis. Rajabhat Maha Sarakham University.
- Pitiphonthepin, S. (2015). **kānchāt kān rīanrū wīthayāsāt kap sangkhom hāṅg satawat thī yīsip‘et** [Learning Management Science and Society. 21st Century]. Bangkok: bosspringing.

-
- Sakulsri, S. (2017). *kānchāt kitchakam kān rianrū tām nāokhit sa tem suksā phūā songsoēm khwāmkhīt sāngsan læ phon samrit thāngkān rian khōng nakriān chan prathomsuksā pī thī hok* [Learning Activity Management base on STEM Education for Fostering Creative Thinking and Students' Learning Achievement at the 6th Grade Level]. Master of Education Thesis. Rajabhat Maha Sarakham University.
- SongKhwae, P. (2016). *kānsuksā phonkān rianrū nuāi kān rianrū rūāng " rū rak hin thin māehōngsōn " tām nāokhit sa tem suksā phūā songsoēm kān rūrūāng witthayāsāt samrap nakriān chan prathomsuksā pī thī hok* [Development of STEM learning units to enhance scientific literacy in the topic of "Preservation land and rock of Maehongson" for Prathomsuksa 6 students]. Master of Education Thesis. Naresuan University.
- Suvanich, C. (2017). STEM Education and Learning Management for Teacher Student to provide 21st Century Learner's Characteristics under Thailand Policy 4.0. *Journal of Education, Silpakorn University*. 15(1), 25-26.
- Thongchai, P. (2013). *theknōlōyī læ witsawakam khū'arai nai sa tem suksā* [What is Technology and Engineering in Stem education?]. *IPST MAGAZINE*. 42(185), 35-37.