

การสังเคราะห์งานวิจัยรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย: การวิเคราะห์ห่อภิมาณ A Synthesis of Research on Thai STEM Education: Meta-Analysis

วัชรารณณ์ เรืองสิทธิ์¹ และ ตรีคม พรหมมาบุญ^{2*}

Watcharaporn Ruangsit¹ and Treekom Prommaboon^{2*}

(Received: August 17, 2021; Revised: November 10, 2021; Accepted: November 19, 2021)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาคุณลักษณะงานวิจัยที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย และ (2) วิเคราะห์และเปรียบเทียบขนาดอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย ตัวอย่างงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์เผยแพร่ในระหว่างปี พ.ศ. 2558 - พ.ศ. 2562 จำนวน 51 เรื่อง จาก 16 สถาบันการศึกษาและหน่วยงาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบประเมินคุณภาพงานวิจัยแบบบันทึกข้อมูลคุณลักษณะงานวิจัยระดับเล่ม และแบบบันทึกข้อมูลคุณลักษณะ งานวิจัยสำหรับการวิจัยเปรียบเทียบและเชิงทดลอง งานวิจัยสำหรับการวิจัยเปรียบเทียบ/เชิงทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบบบรรยาย วิเคราะห์ความแปรปรวน และวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลโดยใช้สูตรของ Glass et al.

ผลการวิจัยพบว่า (1) คุณลักษณะงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ ประกอบด้วย การวิจัยที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 10 เล่ม การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 14 เล่ม การจัดการเรียนรู้ใช้การออกแบบการเรียนรู้เป็นฐาน จำนวน 14 เล่ม และ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 13 เล่ม รูปแบบการวิจัยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ร้อยละ 84.32 และมีการศึกษาตัวแปรตามคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (2) ผลการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย พบว่า การจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 รูปแบบ มีจำนวนค่าดัชนีมาตรฐานในรูปค่าขนาดอิทธิพลทั้งหมด 75 ค่า ซึ่งขนาดอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ การจัดการเรียนรู้ใช้การออกแบบเป็นฐาน เท่ากับ 0.870, 0.690, 0.664 และ 0.552 ตามลำดับ และรูปแบบการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลสูงกว่าการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน การออกแบบเป็นฐานและแบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา การสังเคราะห์งานวิจัย การวิเคราะห์ห่อภิมาณ

¹ อาจารย์ กลุ่มวิชาทดสอบและวิจัยทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กลุ่มวิชาทดสอบและวิจัยทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

¹ Lecturer, Department of Evaluation and Research, Faculty of Education, Surindra Rajabhat University

² Assistant Professor, Department of Evaluation and Research, Faculty of Education, Surindra Rajabhat University

* Corresponding Author E- mail: treekom2518@gmail.com

Abstract

The objectives of this research were: (1) to study the characteristics of the research on the Thai STEM education; and (2) to analyze and compare the effect size of the Thai STEM education. The sample was 51 research reports published during 2015 – 2019, obtained from 16 universities and organizations. The research instruments were research quality evaluation forms, research characteristic coding forms for books level, and research characteristic coding forms for comparative and experimental research. The analysis of data employed descriptive statistics, analysis of variance and analysis of effect sizes using the formula of Glass et al.

The research findings were as follows: (1) The characteristics of the research to be synthesized consisted of 10 studies on project-based learning, 14 studies on problem-based learning, 14 studies on design-based learning and 13 studies on inquiry-based science learning. Most of them, 84.32 percent, were experimental research, and the dependent variable studied was learning achievement. (2) The total units of analysis consisted of 75 effect sizes and the effect size of the problem-based learning, project-based learning, inquiry-based science learning and design-based learning were 0.870, 0.690, 0.664 and 0.552 respectively. The problem-based learning model had its mean of effect size higher than those of the project-based learning model, the design-based learning model and the inquiry-based model, with the statistical significance level of .05.

Keywords: STEM education; research synthesis; meta-analysis

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่สำคัญและจำเป็นที่ทุกคนควรได้รับการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (Wannapatao, 2018) การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาประเทศ และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ทำให้การดำรงชีวิตมีความสะดวกสบาย ทำให้มนุษย์มีความคิดเป็นระบบ ระเบียบ มีเหตุผล และช่วยให้บุคคลมีความเข้าใจอย่างถูกต้องในเรื่องของการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษาและพัฒนาสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและเกิดความยั่งยืน ดังนั้นการทำให้เยาวชนและประชาชนในประเทศ ได้มีความรู้และความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์นั้น การจัดการศึกษาจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างยิ่ง ในการพัฒนาประเทศในการพัฒนาประเทศ (Wongchachom, 2016) ในระบบของการจัดการศึกษา ครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้และจัดประสบการณ์ให้นักเรียนหรือเยาวชนของชาติได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยการนำทฤษฎีสู่การร่วมกันคิดลงมือปฏิบัติจริง เพื่อจะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและสิ่งที่

เกิดขึ้นในชีวิตจริง ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริง โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงความสนใจของนักเรียน ด้วยเหตุผลสำคัญนี้ครูวิทยาศาสตร์ต้องมีความเข้าใจและสามารถจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานของหลักสูตร (Ranmeechai, 2018)

การศึกษาของไทยทั้งในอดีตจนถึงปัจจุบันได้พยายามการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำกระบวนการวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในกระบวนการเรียนรู้ แต่การจัดการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ของไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร และยังมีคุณภาพ (Wannapatao, 2018) ซึ่งมีข้อมูลเชิงประจักษ์ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับไม่น่าพอใจ สอดคล้องกับรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาวิทยาศาสตร์ 3 ปีซ้อนหลัง คือ ปีการศึกษา 2556-2558 พบว่า ระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 37.95, 38.62 และ 37.63 ตามลำดับ (Jitraksilp, 2017) ประกอบกับผลการทดสอบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559-2563 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 31.62, 29.37, 30.51, 29.20 และ 32.68 (Admission premium, 2021) มีงานวิจัยบ่งชี้ว่าสาเหตุของผลการสอบ O-NET ต่ำ อาจเกิดจากหลายสาเหตุ (Chaiwong, 2018) หนึ่งในสาเหตุนั้นคือ คุณภาพการสอนของครู (Jitradab, 2000) ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของครู ภาระงานของครูมีมาก คุณวุฒิของครูไม่ตรงตามวิชาที่สอน ครูไม่ครบตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ และการเข้าถึงข้อมูลของครูยังมีน้อย (Lincharoen et al., 2009) ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาครูในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมสามารถแก้ปัญหาคุณภาพของผู้เรียนที่เกิดจากปัจจัยด้านครูผู้สอน การจัดการเรียนการสอนจึงควรมุ่งเน้นส่งเสริมให้มีความรู้ ทั้งในเนื้อหาและทักษะการเรียนรู้ โดยเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้ไปใช้เชื่อมโยงในชีวิตประจำวันได้จริง ซึ่งมีหลายแนวคิดที่นำมาพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 หนึ่งในนั้นคือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM education) หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า STEM หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการ 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (science) เทคโนโลยี (technology) วิศวกรรมศาสตร์ (engineering) และคณิตศาสตร์ (mathematics) ประเทศไทยจึงให้ความสำคัญการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และได้มีงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาออกมามากมาย โดยแบ่งตามลักษณะกิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (project-based learning) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ (inquiry-based science learning) การจัดการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) การจัดการเรียนรู้แบบออกแบบ (design-based learning) (Udomsanti, 2017; Pitipornthepin, 2015) ซึ่งการจัดการเรียนรู้เหล่านี้มีผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ เช่นการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (project-based learning) นั้นสามารถพัฒนาความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น (Thilanan, 2015) และยังส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ (Ob-oon, 2016) และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ดีขึ้น (Wongchachom, 2016) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ (Inquiry-based science learning) มีผลต่อความสามารถทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Besa, 2015; Srigoenyuang, 2016) และมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาชีววิทยา

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดีขึ้น (Besa, 2015) นอกจากนี้ยังมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 (Srigoenyung, 2016) การจัดการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) สามารถพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังจากจัดการเรียนรู้ (Mitpithak, 2016) การจัดการเรียนรู้แบบออกแบบ (design-based learning) พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบออกแบบสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้สูงขึ้น (Kaewwiset, 2018)

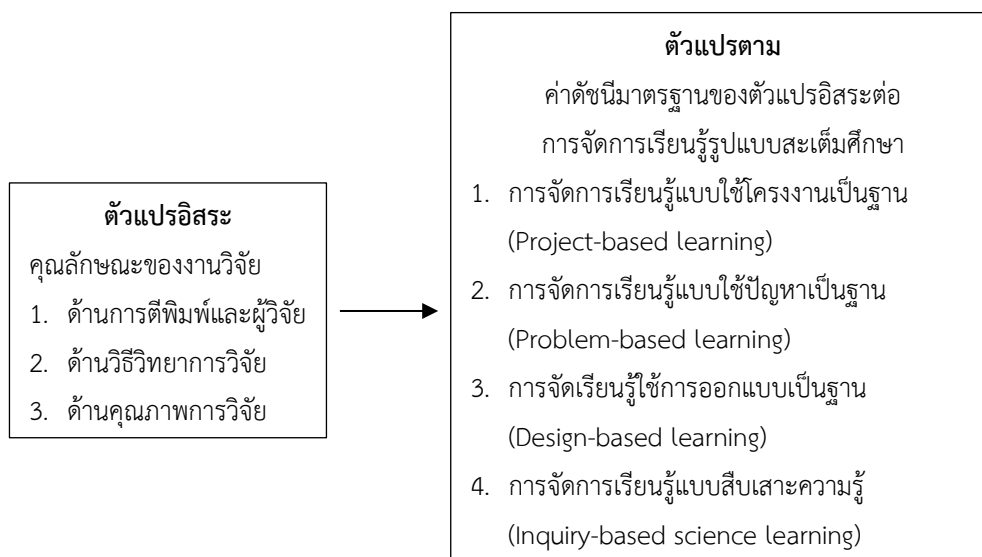
จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาได้มีงานวิจัยศึกษาประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาจำนวนมาก เนื่องจากงานวิจัยมีความหลากหลายสาขาวิชาและมีรูปแบบการวิจัยที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ผลวิจัยแตกต่างกัน ผลการวิจัยมีความกระจัดกระจาย ไม่ชัดเจน และขาดการสังเคราะห์ให้เกิดองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ จึงเป็นการยากที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ในเชิงปฏิบัติจริง จากประเด็นปัญหาดังกล่าว การรวบรวมงานวิจัยเพื่อนำมาสังเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนและสามารถนำไปอ้างอิงได้ จึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อนำไปใช้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการองค์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งวิธีการสังเคราะห์องค์ความรู้ที่เป็นที่ยอมรับวิธีการหนึ่งคือการสังเคราะห์งานวิจัย และวิธีการสังเคราะห์งานวิจัยที่มีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือวิธีหนึ่งก็คือ การวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis) การวิเคราะห์อภิมานของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เป็นวิธีการที่จะทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นองค์ความรู้ใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติการเรียนการสอนในสภาพปัจจุบันได้จริง การวิเคราะห์อภิมานเป็นเทคนิคการวิเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณที่ใช้วิธีการทางสถิติมาสังเคราะห์งานวิจัยหลาย ๆ เรื่องที่ศึกษาปัญหาเดียวกันมาหาข้อสรุปอย่างมีระบบเพื่อให้ได้ข้อสรุปใหม่ที่กว้างขวาง ลุ่มลึกและน่าเชื่อถือกว่าผลงานวิจัยเพียงเล่มเดียว โดยวิเคราะห์ผลการวิจัยแต่ละเรื่องให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกันในรูปของดัชนีมาตรฐาน ได้แก่ การใช้ขนาดอิทธิพล (effect size) ในงานวิจัยเชิงทดลอง และใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ในงานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ (Wiratchai, 1999) เพื่อที่จะได้ทราบว่าขนาดอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาประเภทต่าง ๆ มีปริมาณเท่าใด และสามารถสรุปเชื่อมโยงผลการวิจัยหลาย ๆ เรื่องเข้าด้วยกัน โดยผลการสังเคราะห์งานวิจัยที่ได้ไม่ถูกแทรกแซงด้วยความคิดเห็นส่วนตัวของผู้วิจัย (Kulprathipanya, 2015) ผู้วิจัยจึงสนใจสังเคราะห์งานวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา โดยวิธีการวิเคราะห์อภิมาน (meta-analysis) จะทำให้ได้องค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อผู้บริหาร ครู อาจารย์ ผู้เรียนในระดับโรงเรียน มหาวิทยาลัย และหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาการศึกษา ด้านการจัดการเรียนรู้ โดยสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้และพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นสามารถคิดแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณลักษณะงานวิจัยที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย
2. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบขนาดอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย ประเภทต่างๆ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้ใช้การออกแบบเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ ใช้การวิเคราะห์ห่อภิมาณ เพื่อสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้สูตรการหาขนาดอิทธิพลตามแนวคิดของ Glass et al. (1981) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนนี้ คือ ตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัย ประกอบด้วย ด้านการตีพิมพ์และผู้วิจัย ด้านวิธีวิทยาการวิจัย ด้านคุณภาพงานวิจัย และใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็ม ซึ่งประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้ใช้การออกแบบเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ กรอบแนวคิดในการวิจัย แสดงดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสังเคราะห์งานวิจัย โดยวิธีการวิเคราะห์ห่อภิมาณ (meta-analysis) ตามวิธีของ Glass

ประชากร คือ รายงานวิจัยที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำขึ้น และวิทยานิพนธ์ของนิสิตนักศึกษา ระดับอุดมศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของไทย ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา โดยครอบคลุม ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในประเทศไทย ที่ทำการตีพิมพ์เผยแพร่ในปี พ.ศ. 2558-2562 จากฐานข้อมูล Thailis มีจำนวน 196 เรื่อง

กลุ่มตัวอย่าง คือ รายงานวิจัยที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำขึ้น และวิทยานิพนธ์ของนิสิตนักศึกษา ระดับอุดมศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของไทย ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา โดยครอบคลุมลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา ได้แก่ จัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 10 เล่ม การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 14 เล่ม การจัดการเรียนรู้ใช้การออกแบบเป็นฐาน จำนวน 14 เล่ม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ จำนวน 13 เล่ม รวมทั้งหมดจำนวน 51 เล่ม จากงานวิจัยที่มีการเผยแพร่ในปี พ.ศ. 2558-2562 ในฐานข้อมูล Thailis ซึ่งใช้วิธีเลือกตามเกณฑ์ในการคัดเลือกงานวิจัยที่ผู้วิจัยกำหนด ดังนี้

1. เป็นงานวิจัยที่ครอบคลุมรายงานการวิจัยหรือวิทยานิพนธ์ ที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย
2. เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง, กึ่งทดลอง
3. เป็นงานวิจัยที่มีการรายงานค่าสถิติพื้นฐานหรือเป็นค่าสถิติที่มาจากการทดสอบนัยสำคัญที่เพียงพอต่อการนำไปใช้คำนวณขนาดอิทธิพล
4. เป็นงานวิจัยฉบับภาษาไทย
5. เป็นงานวิจัยที่พิมพ์เผยแพร่ในปี พ.ศ.2558-2562
6. เป็นงานวิจัยที่สามารถค้นหาได้จากห้องสมุดของสถาบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษาที่สามารถเข้าถึงได้ทั้งจากระบบการยืมโดยตรงจากห้องสมุดหรือผ่านทางฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์และเป็นงานวิจัยที่เผยแพร่ข้อมูลและอนุญาตให้ใช้ในการศึกษาวิจัย
7. เป็นงานวิจัยที่ผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพระดับปานกลางถึงระดับดีมาก ซึ่งใช้แบบประเมินคุณภาพงานวิจัยตามแนวทางของเครื่องมือจากงานวิจัยของ Office of the Education Council (2009)

ขอบเขตเนื้อหา

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการสังเคราะห์งานวิจัยโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ห่อภิมาณ ซึ่งรายงานการวิจัย และวิทยานิพนธ์ที่นำมาใช้สังเคราะห์ ครอบคลุมเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาประเภทต่าง ๆ ได้แก่ จัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้ใช้การออกแบบเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ ที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติวิทยาศาสตร์ ความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตัวแปรที่ศึกษา มีดังนี้

1. ตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัย หมายถึง ลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการตีพิมพ์และผู้วิจัย ด้านวิธีวิทยาการวิจัย และ ด้านคุณภาพงานวิจัย
2. ตัวแปรผลการวิจัย หมายถึง ค่าดัชนีมาตรฐานที่วัดในรูปค่าขนาดอิทธิพลที่แสดงผลการวิจัยเป็นคะแนนมาตรฐานอันแสดงถึงความมีอยู่จริง ซึ่งบ่งบอกขนาดอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามของงานวิจัย ในครั้งนี้คือ การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (project-based learning) การจัดการเรียนรู้

แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) การจัดเรียนรู้ใช้การออกแบบเป็นฐาน (design-based learning) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ (inquiry-based science learning)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยประยุกต์ใช้เครื่องมือจากงานวิจัยของ Office of the Education Council (2009) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 รูปแบบ คือ 1) แบบประเมินคุณภาพงานวิจัย 2) แบบบันทึกข้อมูลคุณลักษณะงานวิจัยระดับเล่ม 3) แบบบันทึกข้อมูลคุณลักษณะงานวิจัยสำหรับการวิจัยเปรียบเทียบ/เชิงทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

1. แบบประเมินคุณภาพงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย มีลักษณะเป็นแบบประเมินมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ และรายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งกำหนดเกณฑ์ไว้ตั้งแต่ 0 คือคุณภาพงานวิจัยต่ำ ถึง 4 คือคุณภาพงานวิจัยสูง ในแต่ละประเด็นคุณภาพงานวิจัยที่ประเมินจำนวน 25 ข้อ ซึ่งครอบคลุมด้านวิธีวิทยาการวิจัยทั้งหมด

2. แบบบันทึกข้อมูลคุณลักษณะงานวิจัยระดับเล่ม เป็นแบบบันทึกข้อมูลทั่วไปของคุณลักษณะงานวิจัย ด้านการตีพิมพ์และผู้วิจัย ด้านวิธีวิทยาการวิจัย และด้านคุณภาพการวิจัย จำนวน 15 ข้อ และคู่มือลงรหัส (Code book)

3. แบบบันทึกข้อมูลคุณลักษณะงานวิจัยสำหรับการวิจัยเปรียบเทียบ/เชิงทดลอง เป็นแบบบันทึกข้อมูลคุณลักษณะงานวิจัยสำหรับการวิจัยเปรียบเทียบ/เชิงทดลอง ด้านรายละเอียดค่าสถิติ ด้านการทดสอบสมมติฐานและด้านผลการวิจัย จำนวน 11 ข้อ และคู่มือลงรหัส (code book)

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยตรวจสอบความชัดเจนของภาษา ความครอบคลุมในการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวแปร และวิเคราะห์ค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater reliability ; IRR) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญดังนี้ (1) เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย (2) จบการศึกษาระดับปริญญาเอก (3) มีความรู้เรื่องการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (4) มีประสบการณ์ในการประเมินงานวิจัย อย่างน้อย 2 ปี โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพงานวิจัย จำนวน 5 เรื่อง ได้ค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินเท่ากับ 0.68, 0.84, 0.80, 0.84 และ 0.84 ตามลำดับงานวิจัยแต่ละเรื่องที่ประเมิน ความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้ง 3 รูปแบบเท่ากับ 0.66 – 1.00

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์งานวิจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์อภิमान เพื่อจัดทำกรอบแนวคิดในการวิจัยและแนวทางการดำเนินการวิจัย

2. สำนักรงานวิจัยเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาและคัดเลือกงานวิจัยที่จะนำมาสังเคราะห์โดยคัดเลือกให้ได้งานวิจัยที่มีคุณสมบัติที่กำหนด ได้งานวิจัยวิจัยที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 51 เล่ม

3. สร้างเครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย สร้างแบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัยและแบบประเมินคุณภาพงานวิจัย ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านความตรงของเนื้อหาและตรวจสอบความสอดคล้องของเครื่องมือ

4. เก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินคุณภาพงานวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวกับสะเต็มศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย โดยใช้ระยะเวลาที่มีการเผยแพร่ในปี พ.ศ. 2558-2562 โดยดำเนินการสำรวจรายชื่องานวิจัย ค้นหาตัวเล่มจริง อ่านงานวิจัยในเบื้องต้น 1 รอบ อ่านงานวิจัยโดยละเอียด รวบรวมงานวิจัยที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก และวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของคุณลักษณะงานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย เพื่อกำหนดสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและบันทึกข้อมูลจากงานวิจัยลงในแบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัย

5. ขั้นตอนการวิเคราะห์ห่อถัก

เตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ห่อถัก แยกออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ 1) การคำนวณค่าขนาดอิทธิพลของงานวิจัยที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ซึ่งใช้สูตรในการคำนวณตามวิธีของ Glass et al. (1981) 2) การบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์และ 3) การแปลงค่าขนาดอิทธิพลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล

7. สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการวิเคราะห์ห่อถัก

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นคุณลักษณะงานวิจัยที่นำมาศึกษา ใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง

2. วิเคราะห์ขนาดอิทธิพลใช้การวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลตามแนวคิดของ Glass et al. (1981) ซึ่งได้กำหนดระดับขนาดอิทธิพล ดังนี้ ขนาดอิทธิพล 0.001-0.200 (อิทธิพลต่ำมาก) 0.201-0.400 (อิทธิพลต่ำ) 0.401-0.600 (อิทธิพลปานกลาง) 0.601-0.800 (อิทธิพลสูง) และ 0.801-1.00 (อิทธิพลสูงมาก)

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA)

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการยกเว้นการขอจริยธรรมในการวิจัยในมนุษย์ เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้เป็นการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณด้วยวิธีการวิเคราะห์ห่อถักโดยประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษาและรายงานการวิจัยซึ่งถือว่าเป็นการวิจัยเอกสารหรือจากข้อมูลที่มีอยู่แล้ว จึงเป็นการวิจัยที่ไม่เก็บข้อมูลที่บ่งชี้ตัวบุคคลได้ และเป็นลักษณะการวิจัยที่ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลที่ยังมีชีวิตอยู่

ผลการวิจัย

1. คุณลักษณะงานวิจัยที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย

งานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์มีคุณลักษณะงานวิจัยที่เป็นตัวแปรจัดประเภท จำนวน 16 ตัวแปร ได้แก่ ปีที่พิมพ์, สถาบันที่ผลิตงานวิจัย, สาขาที่ผลิตงานวิจัย, หน่วยงานต้นสังกัดของผู้วิจัย, ประเภทการวิจัย,

วัตถุประสงค์การวิจัย, แบบแผนการวิจัย, สมมติฐานการวิจัย, แหล่งที่มาของกลุ่มตัวอย่าง, วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง, ประเภทการวิเคราะห์ข้อมูล, แนวคิดทฤษฎี, ประเภทเครื่องมือ, ตัวแปรต้น, ตัวแปรตาม, คุณภาพเครื่องมือ โดยเลือกงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ที่มีการตีพิมพ์เผยแพร่ในช่วง พ.ศ. 2558-2562 ในฐานข้อมูล Thailis เป็นงานวิจัยที่มาจากหน่วยงาน และวิทยานิพนธ์ของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ทั้งหมด 16 สถาบัน จำนวน 51 เล่ม งานวิจัยส่วนใหญ่มาจากมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม รองลงมาคือ มหาวิทยาลัยนเรศวร และ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สาขาที่ทำวิจัยทั้งหมด 14 สาขา ส่วนใหญ่เป็นสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา นักวิจัยส่วนใหญ่มีหน่วยงานต้นสังกัดคือ สำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา ด้านวิธีวิทยาการวิจัย งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท รองลงมาคือ รายงานการวิจัย และวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก งานวิจัยส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา งานวิจัยมีการใช้แนวคิดทฤษฎีทั้งหมด 13 แนวคิดทฤษฎี ส่วนใหญ่ใช้แนวคิดทฤษฎีแนวคิดสะเต็มศึกษา รองลงมาคือ แนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามาจากโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาเป็นส่วนใหญ่ งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงทดลอง รองลงมาคือการวิจัยและพัฒนา แบบแผนการทดลองส่วนใหญ่ที่ใช้คือ one group pretest-posttest design การตั้งสมมติฐานส่วนใหญ่มีทิศทาง คุณภาพเครื่องมือภาพรวมส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี งานวิจัยส่วนใหญ่ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยส่วนใหญ่ คือ แบบทดสอบ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนใหญ่ วิเคราะห์ด้วย descriptive statistic รองลงมาคือ dependent samples t-test งานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ครั้งนี้ทั้งหมด 51 เรื่อง มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 พบว่า มีงานวิจัย 7 เรื่อง (ร้อยละ 13.73) มีคุณภาพระดับดีมาก งานวิจัย 29 เรื่อง (ร้อยละ 56.86) มีคุณภาพระดับดี งานวิจัย 15 เรื่อง มีคุณภาพระดับปานกลาง (ร้อยละ 29.41) และมีคุณลักษณะงานวิจัยที่เป็นตัวแปรต่อเนื่อง จำนวน 5 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนตัวแปรต้น, จำนวนตัวแปรตาม, ขนาดกลุ่มตัวอย่าง, จำนวนเครื่องมือ และ คะแนนประเมินคุณภาพงานวิจัยแต่ละเล่ม งานวิจัยที่นำมาศึกษามีจำนวนตัวแปรต้นเท่ากันคือ 1 ตัวแปร โดยจำนวนตัวแปรต้นที่มากที่สุด 1 ตัวแปร จำนวนตัวแปรต้นที่น้อยที่สุด 1 ตัวแปร จำนวนตัวแปรตาม โดยเฉลี่ยประมาณ 2 ตัวแปร โดยจำนวนตัวแปรตามมากที่สุด 4 ตัวแปร จำนวนตัวแปรตามที่น้อยที่สุด 1 ตัวแปร การแจกแจงของจำนวนตัวแปรตามมีลักษณะเบ้บวก และมีความโด่งใกล้ค่าปกติ ($Sk = 0.85$; $Ku = 0.94$) ขนาดตัวอย่างที่นำมาศึกษามีค่าเฉลี่ยประมาณ 49 คน โดยขนาดกลุ่มตัวอย่างสูงสุด 316 คน ขนาดกลุ่มตัวอย่างต่ำสุด 4 คน การแจกแจงของขนาดกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะเบ้บวก และมีความโด่งมากกว่าปกติ ($Sk = 4.34$; $Ku = 24.14$) จำนวนเครื่องมือวิจัยเฉลี่ยประมาณ 2 ฉบับ โดยมีจำนวนเครื่องมือสูงสุด 4 ฉบับ จำนวนเครื่องมือ最少 1 ฉบับ การแจกแจงของจำนวนเครื่องมือวิจัยมีลักษณะเบ้บวก และมีความโด่งสูงเล็กน้อย ($Sk = 0.94$; $Ku = 2.69$) คะแนนประเมินคุณภาพงานวิจัย มีค่าเฉลี่ย 2.75 คะแนนจากคะแนนเต็ม 4 คะแนน การแจกแจงของคะแนนประเมินคุณภาพงานวิจัย มีลักษณะเบ้ลบ และมีความโด่งค่าเข้าใกล้ศูนย์ ($Sk = -0.61$; $Ku = 0.04$) รายละเอียดดังตาราง 1 และ 2

ตาราง 1 คุณลักษณะงานวิจัยที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย

ชื่อตัวแปร	ค่าตัวแปร	ความถี่	ร้อยละ
สถาบันที่ผลิตงานวิจัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	20	39.22
	มหาวิทยาลัยนเรศวร	4	7.84
	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	4	7.84
สาขาที่ผลิตงานวิจัย	วิทยาศาสตร์ศึกษา	20	39.22
หน่วยงานต้นสังกัดของผู้วิจัย	สำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา	25	49.02
ประเภทงานวิจัย	วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท	43	84.31
	วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก	5	9.80
วัตถุประสงค์การวิจัย	เพื่อศึกษา...	25	49.02
แนวคิดทฤษฎี	ทฤษฎี/แนวคิดสะเต็มศึกษา	50	33.78
	แนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้	7	4.73
แหล่งที่มาของกลุ่มตัวอย่าง	โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา	35	68.63
ประเภทการวิจัย	การวิจัยเชิงทดลอง	43	84.32
	การวิจัยและพัฒนา	4	7.84
แบบแผนการวิจัย	one group pretest-posttest design	45	88.24
วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	เลือกแบบเจาะจง	16	31.37
ประเภทเครื่องมือ	แบบทดสอบ	40	40.82
ประเภทการวิเคราะห์ข้อมูล	Descriptive statistic	51	49.51
	Dependent samples t-test	40	38.83
คุณภาพงานวิจัย	ระดับดีมาก (คะแนน 3.21-4.00)	7	13.73
	ระดับดี (คะแนน 2.41-3.20)	29	56.86
	ระดับปานกลาง (คะแนน 1.61-2.40)	15	29.41

ตาราง 2 คุณลักษณะงานวิจัยที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทยที่เป็นตัวแปรต่อเนื่อง

ชื่อตัวแปร	Mean	S.D.	Min	Max	Sk	Ku
จำนวนตัวแปรต้น	1	0.00	1	1	-	-
จำนวนตัวแปรตาม	2	0.701	1	4	0.85	0.94
จำนวนเครื่องมือ	2	0.65	1	4	0.94	2.69
ขนาดกลุ่มตัวอย่าง	49	45.50	4	316	4.34	24.14
คะแนนประเมินคุณภาพงานวิจัย	2.75	0.48	1.95	3.82	-0.61	0.04

2. ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบขนาดอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทยประเภทต่างๆ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้ใช้การออกแบบเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้

2.1 ผลการวิเคราะห์ดัชนีมาตรฐานในรูปค่าขนาดอิทธิพลงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ทั้งหมด 51 เล่ม ให้ผลการวิจัยในรูปดัชนีมาตรฐาน ได้ค่าขนาดอิทธิพล จำนวน 75 ค่า โดยค่าขนาดอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่าสูงสุดคือ ตัวแปรการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล

(d) เท่ากับ 0.870 ถือว่าเป็นค่าขนาดอิทธิพลระดับสูงมาก ตัวแปรการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล (d) เท่ากับ 0.690 ถือว่าเป็นค่าขนาดอิทธิพลระดับสูง ตัวแปรการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล (d) เท่ากับ 0.664 เป็นค่าขนาดอิทธิพลระดับสูง และตัวแปรการจัดการเรียนรู้แบบใช้การออกแบบเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล (d) เท่ากับ 0.552 เป็นค่าขนาดอิทธิพลระดับปานกลาง รายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการสังเคราะห์ดัชนีมาตรฐานในรูปค่าขนาดอิทธิพลของตัวแปรการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย 4 รูปแบบ

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล (d)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปลความหมาย
การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	0.870	0.093	ระดับสูงมาก
การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน	0.690	0.225	ระดับสูง
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้	0.664	0.243	ระดับสูง
การจัดการเรียนรู้แบบใช้การออกแบบเป็นฐาน	0.552	0.211	ระดับปานกลาง

หมายเหตุ: เกณฑ์การแปลความหมายของ Glass et al. (1981)

2.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของประเทศไทย จำนวน 4 รูปแบบ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นขนาดอิทธิพลของตัวแปรการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทยแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงนำค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลของตัวแปรการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษารายคู่ด้วยวิธีของเชฟเฟ่ ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลของตัวแปรการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 คู่ ได้แก่ (1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีขนาดอิทธิพลสูงกว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีขนาดอิทธิพลสูงกว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีขนาดอิทธิพลสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีขนาดอิทธิพลไม่แตกต่างกันรายละเอียดดังตาราง 4 และ 5

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของไทย 4 รูปแบบ

กลุ่มเปรียบเทียบ	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	1.030	3	.343	8.603*	.000
ภายในกลุ่ม	2.834	71	.040		
รวม	3.864	74			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบขนาดอิทธิพลของตัวแปรการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทย	ปัญหาเป็นฐาน	ออกแบบเป็นฐาน	สืบเสาะ
โครงงานเป็นฐาน ($\bar{X}$ = 0.690, S.D. = 0.225)	-.180*	.138	.026
ปัญหาเป็นฐาน ($\bar{X}$ = 0.870, S.D. = 0.093)	-	.318*	.206*
ออกแบบเป็นฐาน ($\bar{X}$ = 0.552, S.D. = 0.211)	-	-	-.111
สืบเสาะความรู้ ($\bar{X}$ = 0.664, S.D. = 0.243)	-	-	-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. คุณลักษณะงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ ประกอบด้วย การวิจัยที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 10 เล่ม การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 14 เล่ม การจัดการเรียนรู้ใช้การออกแบบการเรียนรู้เป็นฐาน จำนวน 14 เล่ม และ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 13 เล่ม รูปแบบการวิจัยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ร้อยละ 84.32 และมีการศึกษาตัวแปรตามคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นส่วนใหญ่ ที่เป็นเช่นนี้เพราะการเรียนการสอนในปัจจุบันมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการด้านทักษะการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี การที่จะพัฒนาผู้เรียนตามที่มุ่งหวังไว้ได้ ต้องพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความมุ่งหวัง หนึ่งในการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดศักยภาพ คือ การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา ที่เป็นแนวทางการสอนบูรณาการข้ามกลุ่มสาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี การจัดการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบใช้การออกแบบเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ Siripattrachai (2013) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ การจัดการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การใช้เหตุผล การใช้เทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพ แนวทางการจัดการเรียนการสอนมีลักษณะให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ลงมือปฏิบัติ สร้างชิ้นงาน ทำโครงงาน ส่งเสริมให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาตามที่ครูเป็นผู้กำหนด โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม งานวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาส่วนใหญ่จึงเป็นการวิจัยเชิงทดลอง ที่มีการนำกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ มาจัดในชั้นเรียน ไม่ว่าจะเป็นให้ผู้เรียนทำโครงงาน สร้างนวัตกรรม แก้ปัญหาจากสถานการณ์จะกำหนด ให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหา สามารถประยุกต์ความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้ เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการผู้เรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาจึงถูกนำไปใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Duangsri (2019) ที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แล้วพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Onsee (2019) ที่ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา พบว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้น

2. ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบขนาดอิทธิพลของตัวแปรการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของไทยที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และ การจัดการเรียนรู้แบบออกแบบเป็นฐาน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 ประเภท มีค่าขนาดอิทธิพลที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับสูง ที่เป็นเช่นนี้เพราะการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ เป็นตัวกระตุ้นนำทางให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นกระบวนการเรียนรู้ ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และท้าทายการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทักษะ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Soros (2017) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แล้วพบว่าหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีขึ้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Abeera (2016) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยการสร้างสถานการณ์ ตั้งคำถามให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ พบการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีผลทำให้นักเรียนมีความคิดขั้นสูงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และการจัดการเรียนรู้แบบใช้การออกแบบเป็นฐาน ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการรู้ด้านวิทยาศาสตร์ดีขึ้นเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีทักษะในการออกแบบ มีทักษะในการคิดแก้ปัญหา ส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำโครงงานให้เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Turner et al. (2018) ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานกับนักศึกษาพยาบาล พบว่า การจัดการเรียนรู้นี้ดังกล่าวทำให้นักศึกษามีทักษะศตวรรษที่ 21 ดีขึ้น และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้อย่างมีหลักการและเหตุผล ยังช่วยทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้น และการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะมากมายโดยการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งตอบสนองต่อความต้องการในศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tseng (2013) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามรูปแบบสะเต็มศึกษาสามารถทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ผลการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขนาดอิทธิพลสูงที่สุด ดังนั้นบุคลากรทางการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

1.2 โรงเรียนควรมีการพัฒนาศักยภาพของครู ในการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ผลการศึกษาอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของไทย พบการจัดการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งหมด 4 ตัวแปร ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และ การจัดการเรียนรู้แบบออกแบบเป็นฐาน ซึ่งผลการศึกษาทำให้ได้องค์ความรู้ไปใช้เป็นทางเลือกในการการพัฒนาผู้เรียนและนำไปสู่การปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสม ดังนี้

1.3.1 นำองค์ความรู้ที่ได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผน กิจกรรมหรือโครงการที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ตระหนักและเห็นความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานให้ผู้เรียนได้คิดค้นหาคำตอบ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทำโครงงาน

1.3.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาไปใช้ในการพัฒนาสุขภาพผู้เรียน โดยให้การสนับสนุนงบประมาณ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีกิจกรรมการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์อย่างยั่งยืน มีการจัดกิจกรรมเผยแพร่ประชาสัมพันธ์และรณรงค์ให้ผู้เรียนรับรู้ถึงประโยชน์ของการรู้วิทยาศาสตร์ และตระหนักเห็นความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรวิจัยการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้วยวิธีวิทยาการวิจัยเชิงคุณภาพ หรือวิจัยแบบผสมผสานวิธี

2.2 ควรวิจัยโดยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (project-based learning) การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) การจัดการเรียนรู้ใช้การออกแบบเป็นฐาน (design-based learning) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ (inquiry-based science learning) ไปใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาอื่น เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ทำการสังเคราะห์เฉพาะรายวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิชาคณิตศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และสังคมศึกษา โดยวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างรูปแบบกับธรรมชาติของรายวิชา

2.3 ควรสังเคราะห์งานวิจัยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาอื่นๆ เพื่อให้ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละรายวิชา เพื่อใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Reference

- Abeera. P. (2016). *Engineering the Path to Higher-Order Thinking in Elementary Education: A Problem-Based Learning Approach for STEM Integration* [Doctoral dissertation of Philosophy - Curriculum and Instruction]. University of Nevada.
- Glass, G. V., McGaw, B., & Smith, M. L. (1981). *Meta-analysis in social research*. Sage Publications.
- Tseng, K.-H., et al. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning environment, *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102.

Translate Thai Reference

- Admission premium. (2021). *Announcement of the O-NET scores average statistics dating back 2020 years*. <https://www.admissionpremium.com/content/614> (In Thai)
- Besa, N. (2015). *Effects of STEM education approach on Biology achievement, problem solving ability and instructional satisfaction of grade 11 students* [Master's Thesis of Education]. Department of Education in Teaching Science and Mathematics. Prince of Songkla University. (In Thai)
- Chaiwong, P. (2018). *The Effects of Basic National Educational Testing on Educational Management of Schools and Parents* [Doctoral dissertation of Education]. Research and assessment for educational development. Uttaradit Rajabhat University. (In Thai)
- Jitradab, S. (2000). *Analysis of the reasons for the low score of Onet*. *Thairath Online* <https://www.thairath.co.th/content/413042> (In Thai)
- Jitraksilp, W. (2017). *Development of Science Process Skills. by organizing STEM learning on force, motion and energy, science learning subject group Secondary School Year 1* [Master's Thesis of Education]. Science Teaching. Sakon Nakhon Rajabhat University (In Thai)
- Kaewwiset. K. (2018). *Integrated Science Process Skills and Scientific Creativity of Lower Secondary School Students Who Received Learning Management in accordance with the STEM Education Guidelines under the District Office. Secondary Education District 26* [Master's Thesis of Education]. Department of Science Education. MahaSarakham Rajabhat University. (In Thai)

- Kulprathipanya, K. (2015). *The causal relationship model of the quality of Thai nursing Education: Research synthesis by analyzing the meta-structural equation model (MASEM)* [Doctoral dissertation]. Research and Evaluation Department. Ubon Ratchathani Rajabhat University. (In Thai)
- Lincharoen, U., Ajwichai, S. and Chanin, P. (2009). *Causal factors causing low O-NET test scores of Prathomsueksa 6 and Mathayomsueksa 6 students*. National Institute of Educational Testing (Public Organization). (In Thai)
- Mitpitak. C. (2016). *Developing Analytical Thinking Ability and Attitude towards STEM of Mathayomsueksa 4 Students through Problem-Based Learning (PBL) in conjunction With Science, Technology, Engineering and Mathematics Activities (STEM) on properties of elements and compounds* [Master's Thesis of Education]. Chemistry Studies. King Mongkut's University of Technology Thonburi. (In Thai)
- Wiratchai, N. (1999). *Meta-analysis*. Nichin Advertising Group. (In Thai)
- Office of the Education Council. (2009). *Research Synthesis Report on the Quality of Thai Education: Meta-analysis*. Ministry of Education. (In Thai)
- Onsee, R. (2019). *The Development of Critical Thinking Abilities and Physics Learning Achievement of Mathayomsueksa 4 Students by Using the STEM Education Learning Management* [Master's Thesis of Education]. Teaching Science and Mathematics. Mahasarakham University. (In Thai)
- Pitipornthepin, P. (2015). *Management of science learning and society of the 21st century*. Boss Printing. (In Thai)
- Ranmeechai. P. (2018). *Comparison of learning management results in STEM education on Electricity of Mathayomsueksa 5 students* [Master's Thesis of Education]. Department of Science Education. Maha Sarakham Rajabhat University. (In Thai)
- Siripattrachai, P. (2013). *STEM education and skills development in the 21st century*. *Journal of Executives*, 33(2), 49-56. (In Thai)
- Soros, P. (2017). *The Result of STEM Education Method for Improving Critical Thinking and Problem Solving Skills of Physics of the 10th Grade Level* [Master's Thesis of Education]. Science Education. Maha Sarakham Rajabhat University. (In Thai)
- Srigoenyuang, S. (2016). *Results of STEM-based learning management using quest-based learning. Force and movement on the ability to solve problems and creativity of students at the 1st year certificate level in Satun Province* [Master's Thesis of Education]. Science Education. Prince of Songkla University. (In Thai)

- Thilanan, R. (2015). *The STEM Project-Based Learning Activities on Science Learning Achievement and Scientific Creativity of Mathayomsueksa 6 Students* [Master's Thesis of Education]. Department of Science Education. Nakhon Sawan Rajabhat University.
- Duangstri, T. (2019). *STEM Learning Activities for Developing Student Achievement and Attitudes Towards Science in Chemistry Courses. On the rate of chemical reactions, Mathayomsueksa 5 Students* [Master's Thesis of Education]. Department of Science Education. Maha Sarakham Rajabhat University. (In Thai)
- Turner, K., Mamak, N., Srilamai, N. & Chaemchan, N. (2018). Effects of Using STEM Project-Based Learning to Promote 21st Century Skills in Nursing College Students, *Journal of Nursing Burapha University*, 26(2), 11-19. (In Thai)
- Ub-on, J. (2016). *Effects of STEM learning management of Mathayomseuksa 5 students on learning achievements on chemical reactions. Integrated Science Process Skills and Attitudes* [Master's Thesis of Science]. Program of Science Education. Faculty of Science. Ubon Ratchathani University.
- Udomsanti, P. (2017). The Development of Science Literacy by Learning Management Using Engineering Design Based on STEM Concepts. About lighting and visual equipment of *Mathayomsueksa 5 students* [Master's Thesis of Education]. Physics. Naresuan University. (In Thai)
- Wannapatao, R. (2018). *The Development of Learning Achievement and Integrated Science Process Skills of Mattayomsuksa 2 Students through STEM Education* [Master's Thesis of Education]. Curriculum and Instruction. Mahasarakham University. (In Thai)
- Wongchachom, P. (2016). *A Development of Creative Thinking and Learning Achievement of Matthayomsueksa 5 Students based on the STEM Education Cooperated with Project-based Learning* [Master's Thesis of Education]. Teaching Science and Mathematics. Mahasarakham University. (In Thai)