



BE-05

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
Developing problem-based learning activities with STEM concepts
For Mathayomsuksa 6 students.

ปรัชญา กุญแจแก้วพะเนา¹ และนาวพล นนทภา²

Patchaya Khukaewpanao¹, and Navapon Nontapa²

¹ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

² อาจารย์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อีเมล: 638010160115@rmu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (2) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 70 (4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (5) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (6) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา และการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ตัวแปรสุ่มและการแจกแจงความน่าจะเป็น เป็นรูปแบบวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research) โดยกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 กลุ่ม ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 37 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน รวมทั้งหมดจำนวน 77 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แบบวัดความพึงพอใจของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบวัดความพึงพอใจของกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตัวแปรสุ่มและการแจกแจงความน่าจะเป็น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) การบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) สถิติ t-test (Dependent t-test), t-test (One-sample t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบทางเดียว (One-Way MANOVA)



ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1 / E_2) เท่ากับ 74.27/85.60 (2) ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา มีค่าเท่ากับ 0.6773 คิดเป็นร้อยละ 67.73 (3) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 86.90 และ 84.30 ตามลำดับ อยู่ในระดับดีเยี่ยม (4) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (5) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (6) ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.1689$, S.D. = 0.38748) และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมแบบปกติ โดยในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.93$, S.D. = 0.48404)

คำหลัก: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา, การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ, ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were (1) develop problem-based learning activities together with the STEM concept. to be effective according to the criteria 70/70 (2) to study the index of effectiveness of the problem-based learning activities plan together with the STEM concept (3) to compare the learning achievement and the ability to solve math problems. using problem-based problems together with the STEM concept with 70 percent of the criteria. (4) Comparison of academic achievement and ability to solve math problems before and after school. using problem-based learning with STEM concepts (5) to compare academic achievement and problem-solving ability in mathematics that were managed by problem-based learning with STEM concepts. and normal learning management (6) To study the satisfaction of Mathayomsuksa 6 students towards learning activities using problem-based learning together with STEM concepts. and organizing regular learning activities on the subject Random Variables and Probability Distributions. It is a form of development research. The sample group consisted of 2 groups of Mathayomsuksa 6 students, which were divided into an experimental group of 37 people and a control group of 40 people, a total of 77 people, obtained by group sampling. The research instrument was a learning activity plan using problem-based learning activities together with STEM concepts. Plans for regular learning activities Problem-Based Learning Activity Satisfaction Scale with STEM Concepts The satisfaction measure of normal learning activities Mathematical Problem Solving Ability Test and an



achievement test on random variables and probability distribution. The statistics used to analyze the data were percentage, mean, and standard deviation. Data were analyzed using Task Analysis, Analytic Description, Dependent t-test, One-sample t-test, and One-Way MANOVA.

The results of the research found that (1) The results of the development of problem-based learning activities together with the STEM concept The efficiency of learning activities (E_1 / E_2) was 74.27/85.60. (2) The results of the study on the effectiveness of the problem-based learning management plan combined with the STEM concept were 0.6773 or 67.73%. (3) Comparative results of academic achievement and ability to solve mathematical problems. using the problem as a base in conjunction with the STEM concept. higher than the threshold of 70 percent with statistical significance at the .05 level. accounted for 86.90 and 84.30 percent, respectively, at an excellent level. (4) The results of comparison of learning achievement and ability to solve math problems using problem-based problems together with STEM concepts after school were higher than before. statistically significant at the .05 level (5) The results of comparison of learning achievement and ability to solve mathematical problems that were given problem-based learning activities with STEM concepts were higher than those of learning activities. normal statistically significant at the .05 level (6) The satisfaction of students who studied using problem-based learning activities together with STEM concepts overall had a high level of satisfaction ($\bar{x} = 4.1689$, S.D. = 0.38748). satisfaction with learning activities using normal activities Overall, the satisfaction level was at a high level ($\bar{x} = 3.93$, S.D. = 0.48404).

Keywords: Problem-based learning activities with STEM concept, Normal Learning Activities Attitudes,
The ability to solve mathematical problems Learning Achievement

บทนำ

คณิตศาสตร์ถือเป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคุณภาพมนุษย์เนื่องจากเป็นวิชาที่ช่วยให้นักเรียนเป็นคนที่มีเหตุผล มีการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ มีทักษะการแก้ปัญหา วิเคราะห์ปัญหาได้อย่างรอบคอบ สามารถที่จะวางแผนตัดสินใจได้เป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อให้เกิดการพัฒนาในศาสตร์ต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550) ดังนั้นถือได้ว่าคณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560 ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์เพิ่มเติมเกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นซึ่งเป็นประการแรก และประการต่อมาผู้เรียนต้องมีความสามารถบนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น คือความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และประการสุดท้ายผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560)

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการแก้ปัญหาที่สามารถพัฒนาได้โดยการเรียนการสอนเกี่ยวกับภาษา การคำนวณ การดำเนินการและกระบวนการปฏิบัติ โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์แนวทางการ



แก้ปัญหา ประเมินการแก้ปัญหาว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ พิสูจน์ และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาเดิม พัฒนาและใช้กลวิธีที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอน และปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีการ ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และต้องใช้ความคิดที่หลากหลายเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด (Barnett, 1988 และอัมพร ม้าคอง, 2553) ซึ่งปัจจัยที่มีผลนั้นขึ้นอยู่กับตัวของแต่ละบุคคล สติปัญญา การอ่านและทักษะพื้นฐาน

การศึกษา STEM ถือว่าเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับครูที่ต้องสอนวิชาเหล่านี้ให้ครอบคลุม ทำให้เกิดความซับซ้อน แต่การจัดการเรียนรู้แบบ PBL ถือได้ว่ามีลักษณะการสอนแบบทางเดียวกัน ซึ่งสามารถนำเอาหลักสูตรและการสอนมาบูรณาการเพื่อให้นักเรียนสามารถสำรวจแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงได้ (Burrows, Lockwood, Borowczak, Janak and Barber, 2018) จากการนำเอาวิธีการสอนแบบ PBL และ STEM มาผนวกเข้าด้วยกันทำให้การจัดการเรียนการสอนเป็นลักษณะการเรียนรู้โดยลงมือทำ มุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในปัญหาที่แท้จริง ส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านการพัฒนาทักษะในยุคปัจจุบัน (Adhwa A. Almuqati, 2019) ซึ่งในยุคศตวรรษที่ 21 จะส่งผลต่อวิถีชีวิตของคนในสังคม ระบบการศึกษาจึงจำเป็นต้องพัฒนาเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วยโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้การปฏิบัติ ต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิด ค้นคว้า ลงมือทำ สรุปนำเสนอและสะท้อนความคิดจากสิ่งที่ทำและสิ่งที่ได้เรียนรู้และสร้างแรงบันดาลใจไปพร้อมกัน (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2558) ซึ่งปัจจุบันพบว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ยังเน้นการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ นักเรียนเป็นผู้ฟังเพียงอย่างเดียว จึงส่งผลให้ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานเป็นกลุ่ม การสืบค้นข้อมูล การจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์จึงเป็นกิจกรรมที่ไม่ได้ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนอีกทั้งจากการสังเกตในชั้นเรียนของครูผู้สอนในห้องเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนไม่ชอบคำถามที่ให้คิดวิเคราะห์ ส่วนใหญ่วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่จะต้องให้การจำสูตรในการแก้ปัญหาจากหนังสือเรียนและสิ่งที่ครูบอก เนื่องด้วยเนื้อหาวิชาที่มีมาก และมีการคำนวณเป็นส่วนใหญ่ ยากจะเข้าใจได้ในเวลาสั้น (ธีระชัย เอี่ยมม่วง., 2562) สอดคล้องกับปัญหาของนักเรียนในงานวิจัยของ วาสนา ประภาณี (2560) ที่ได้ศึกษาการศึกษาคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่ากระบวนการสอนมุ่งเน้นท่องจำและไม่สามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จึงทำให้เด็กคิดไม่เป็น ไม่ชอบอ่านหนังสือ ซึ่งการสอนเกี่ยวกับปัญหาที่พบและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงจะช่วยส่งเสริมความก้าวหน้าของประเทศไทย

และจากรายงานของฝ่ายวิชาการโรงเรียนอนุบาลนารี อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในปีการศึกษา 2563 มีคะแนนเฉลี่ยโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนระดับประเทศ พบว่านักเรียนยังขาดทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และอยู่ในระดับต่ำ ผลสัมฤทธิ์ยังไม่บรรลุเป้าหมายและไม่สามารถบูรณาการการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เข้ากับวิชาอื่น ๆ ได้ แม้จะได้พัฒนากิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ด้วยเหตุผลนี้ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เนื่องจากการนำสิ่งที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันมาต่อยอดในการพัฒนาในด้านที่นักเรียนบกพร่อง รวมถึงมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและสามารถบูรณาการความรู้ได้ ผู้วิจัยจึงนำวิธีการจัดการเรียนรู้นี้มาใช้ เนื่องจากมีลักษณะการเรียนรู้ที่เผชิญสถานการณ์ปัญหาจริงหรือครูอาจจัดสถานการณ์ให้นักเรียนเผชิญหรือฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดความเข้าใจในปัญหา ได้เห็นทางเลือกแนวทางและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหารวมทั้งช่วยให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้เกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ (ทีศนา แคมมณี, 2545) จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการ



พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเทียบเคียงกับปัญหาในชีวิตจริง) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ตัวแปรสุ่มและการแจกแจงความน่าจะเป็น เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้ทราบถึงความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการพัฒนาจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและผู้สนใจได้ตระหนักถึงความเข้าใจ และความสำคัญเกี่ยวกับ STEM โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ตัวแปรสุ่มและการแจกแจงความน่าจะเป็น ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ตัวแปรสุ่มและการแจกแจงความน่าจะเป็น
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ตัวแปรสุ่มและการแจกแจงความน่าจะเป็น กับเกณฑ์ร้อยละ 70
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ตัวแปรสุ่มและการแจกแจงความน่าจะเป็น
5. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตัวแปรสุ่มและการแจกแจงความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
6. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ตัวแปรสุ่มและการแจกแจงความน่าจะเป็น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **รูปแบบการวิจัย** การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental Research)
2. **ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**
ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุกุลนารี จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 261 คน
กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 ห้อง จำนวน 77 คน ดังนี้ กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/8 จำนวน 40 คน ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/11 จำนวน 37 คน ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม
3. **ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย**
ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาและแบบปกติ



ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรม ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผล และความพึงพอใจของนักเรียน

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ตัวแปรสุ่มและการแจกแจงความน่าจะเป็น จำนวน 4 แผน แผนละ 120 นาที โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 รายละเอียดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

แผนที่	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	STEM
1	รอยตำหนิของกระจก	2	S : สภาวะรอบตัวที่ทำให้กระจกเกิดรอยในระหว่างการผลิตและเก็บรักษา T : การสืบค้นข้อมูล การวางแผนเป็นขั้นตอนรวมถึงการหาวิธีป้องกันรอย E : การออกแบบวิธีการป้องกันรอยตำหนิและการผลิตกระจกให้ได้คุณภาพ M : การใช้วิธีการแจกแจงแบร์นูลลีในการตรวจสอบการชำรุดของกระจก
2	มลพิษอินทรีย์	2	S : สภาวะแวดล้อมในการเกิดมลพิษอินทรีย์ และสารตกค้างที่ทำให้เกิดมลพิษ T : การสืบค้นข้อมูล การวางแผนเป็นขั้นตอน รวมถึงการหาวิธีป้องกันมลพิษ E : การออกแบบวิธีการป้องกันและการประเมินค่าเมื่อเกิดมลพิษอินทรีย์ M : การใช้วิธีการแจกแจงแบร์นูลลีในการตรวจสอบมลพิษอินทรีย์
3	การเคลือบสาร	2	S : สารที่ใช้และค่ามาตรฐานความหนาในการเคลือบผิวของชิ้นส่วน IC T : การสืบค้นข้อมูล การวางแผนเป็นขั้นตอน รวมถึงการศึกษาการเคลือบผิว E : การออกแบบการเคลือบผิวของชิ้นส่วน IC ให้ได้ตรงตามมาตรฐาน M : การใช้วิธีการแจกแจงทวินามในการตรวจสอบการเคลือบผิวชิ้นส่วน IC
4	การสื่อสารทางไกล	2	S : การวัดค่าส่งสัญญาณผ่านเครือข่ายโดยใช้สายสัญญาณ T : การสืบค้นข้อมูล การวางแผนเป็นขั้นตอน รวมถึงศึกษาการส่งสัญญาณ E : การออกแบบการส่งสัญญาณของเครือข่าย M : การใช้วิธีการแจกแจงทวินามในการหาค่าตอบ ในการอ่านค่าผิดพลาด

4.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ตัวแปรสุ่มและการแจกแจงความน่าจะเป็น จำนวน 4 แผน แผนละ 120 นาที ได้แก่ แผนที่ 1 เรื่อง ความน่าจะเป็น (การแจกแจงแบร์นูลลี) แผนที่ 2 ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน (การแจกแจงแบร์นูลลี) แผนที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น (การแจกแจงทวินาม) และแผนที่ 4 เรื่อง ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน (การแจกแจงทวินาม) จำนวนแผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 8 ชั่วโมง

4.3 แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (แบบอัตนัย) จำนวน 2 ข้อ เวลาในการทำ 120 นาที

4.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบปรนัย) จำนวน 20 ข้อ เวลาในการทำ 60 นาที

4.5 แบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 15 ข้อ

4.6 แบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 14 ข้อ

5. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

5.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบโดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75



5.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบโดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75

5.3 แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา และการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้สูตร IOC จากนั้นนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองและวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่า มีค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.729-0.736 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.444-0.500 ได้ข้อสอบที่นำไปใช้ได้ 2 ข้อจากการพิจารณาทั้งหมด 4 ข้อ นำมาตรวจคำนวณหาความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.786

5.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา และการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้สูตร IOC จากนั้นนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองและวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่า มีค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.49-0.78 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.211-0.632 ได้ข้อสอบที่นำไปใช้ได้ 20 ข้อจากการพิจารณาทั้งหมด 40 ข้อ นำมาตรวจคำนวณหาความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.814

5.5 แบบวัดความพึงพอใจของกิจกรรมการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาจากแบบประเมินความพึงพอใจโดยใช้สูตร IOC และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.332-0.667 ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.859 และพบความเหมาะสมสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจำนวน 15 ข้อ

5.6 แบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 14 ข้อ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาจากแบบประเมินความพึงพอใจโดยใช้สูตร IOC และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่ามีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.337-0.750 ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.917 และพบความเหมาะสมสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจำนวน 14 ข้อ

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

6.1 ขอนหนังสือจากคณะครุศาสตร์ส่งไปยังโรงเรียนอนุกุลนารี เพื่อขอความอนุเคราะห์การเก็บรวบรวมข้อมูล และประสานงานกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ บทบาทหน้าที่ กำหนดวันเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล

6.2 ดำเนินการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิธีการดำเนินการเก็บข้อมูลตัวอย่าง

ลำดับ	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน 1 ชั่วโมง	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน 1 ชั่วโมง
2	แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน 2 ชั่วโมง	แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน 2 ชั่วโมง
3	ทำการสอนโดยใช้แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติจำนวน 8 ชั่วโมง	ทำการสอนโดยใช้แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 8 ชั่วโมง
4	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน 1 ชั่วโมง	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน 1 ชั่วโมง
5	แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน 2 ชั่วโมง	แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน 2 ชั่วโมง

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตรวจสอบข้อมูลให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด ที่ได้จากแบบฝึกทักษะ ใบกิจกรรมและทดสอบย่อย ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และหาค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_2)

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

เลขที่	E_1			รวม (100)	ทดสอบหลังเรียน (40) E_2
	ใบกิจกรรม (40)	แบบฝึกหัด (20)	ทดสอบย่อย (40)		
\bar{X}	33.22	18.89	22.16	74.27	34.24
S.D.	3.645	1.430	3.898	6.323	4.037
ร้อยละ	83.05	94.45	55.40	74.27	85.60

จากตารางที่ 3 พบว่า มีประสิทธิภาพกระบวนการ เท่ากับ 74.27 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เท่ากับ 85.60 ดังนั้นมีประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาเท่ากับ 74.27/85.60

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้สูตรคำนวณของ Goodman, Fretcher and Schneider

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนนของนักเรียนทุกคน		ดัชนีประสิทธิผล (EI)
		ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
37	40	820	1267	0.6773

จากตารางที่ 4 พบว่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6773 คิดเป็น 67.73% แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็น 67.73%

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบที (One-Sample t-test)

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา	n	\bar{X}	S.D.	df	t	Sig.
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	37	17.38	2.586	36	7.947	.000
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	37	16.86	2.394	36	7.279	.000

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.5 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็น 86.90% และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คิดเป็น 84.30% ซึ่งอยู่ในระดับดีเยี่ยม

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้สถิติทดสอบที (Dependent t-test)



ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	n	\bar{X}	S.D.	df	t	Sig.
ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	37	12.81	2.209	36	13.840	.000
หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	37	17.38	2.586			

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	n	\bar{X}	S.D.	df	t	Sig.
ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	37	9.54	2.008	36	17.039	.000
หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	37	16.86	2.394			

จากตารางที่ 6 และ 7 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.5 แสดงว่าส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ใช้สถิติทดสอบ One-Way MANOVA (Hollings' T²)

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

วิธีการจัดการเรียนรู้	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
แบบปกติ	13.60	4.442	14.15	3.860
แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา	17.38	2.586	16.86	2.394

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น One-Way MANOVA (Box's Test of Equality of Covariance Matrices³)

Box's M	18.914
F	6.122
df1	3
df2	1267318.913
Sig.	.000

จากตารางที่ 9 การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของความเท่ากันในเมตริกความแปรปรวนร่วม ซึ่งมีค่า Sig.=.000 น้อยกว่า .05 แสดงว่าสถิตินี้มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของความแตกต่างกันในเมตริกความแปรปรวนร่วม

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น One-Way MANOVA (Bartlett's Test of Sphericity³)

Likelihood Ratio	.197
Approx. Chi-Square	3.120
df	2
Sig.	.210



จากตารางที่ 10 ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม ได้ค่า Sig. =.210 แสดงค่าตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กันในขนาดที่เหมาะสมนำไปวิเคราะห์เชิงสำรวจได้และเมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และข้อมูลมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์หองค์ประกอบได้

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาและแบบปกติ

Source	Dependent Variable	SS	df	MS	F	Sig.
วิธีการจัดการเรียนรู้	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	274.399	1	274.399	20.370	.000
	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	141.667	1	141.667	13.493	.000
Error	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1010.303	75	13.471		
	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	787.424	75	10.499		
Total	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	19583.000	77			
	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	19320.000	77			
Corrected Total	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1284.701	76			
	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	929.091	76			

จากตารางที่ 11 พบว่าความแปรปรวนรายตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปร มีความแตกต่างกันระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยพบว่าหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ทั้ง 2 ตัวแปร อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.5 ด้วยเช่นเดียวกัน

ตอนที่ 6 ผลการศึกษาความพึงพอใจการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาและแบบปกติ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ข้อมูลในตารางจะแสดงระดับความพึงพอใจมากที่สุด 3 ลำดับ)

ตารางที่ 12 การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

ข้อ	รายการ	(\bar{x})	(S.D.)	ระดับความพึงพอใจ
1	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมภายในกลุ่ม	4.46	0.558	ระดับมาก
2	นักเรียนเลือกใช้ข้อมูลที่ค้นคว้าข้อมูลผ่านทางเทคโนโลยีจากกลุ่มการทำงานของนักเรียน	4.51	0.607	ระดับมากที่สุด
3	นักเรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างมากในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	4.51	0.607	ระดับมากที่สุด
	รวม	4.1689	0.38748	ระดับมาก

จากตารางที่ 12 พบว่ามีความพึงพอใจในการเรียนที่คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.1689 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อนักเรียนมีความพึงพอใจลำดับแรก คือ นักเรียนเลือกใช้ข้อมูลที่ค้นคว้าข้อมูลผ่านทางเทคโนโลยีจากกลุ่มการทำงานของนักเรียนและนักเรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างมากในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ($\bar{x} = 4.51$, S.D.=0.607)

ตารางที่ 13 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ข้อ	รายการ	(\bar{x})	(S.D.)	ระดับความพึงพอใจ
1	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4.35	0.622	ระดับมาก
2	นักเรียนชอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ	4.10	0.632	ระดับมาก



ข้อ	รายการ	(\bar{x})	(S.D.)	ระดับความพึงพอใจ
3	นักเรียนมีสนุกสนานและพึงพอใจในการทำกิจกรรมการเรียนรู้	4.10	0.778	ระดับมาก
	รวม	3.93	0.48404	ระดับมาก

จากตารางที่ 13 พบว่ามีความพึงพอใจในการเรียนที่คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.93 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อนักเรียนมีความพึงพอใจเป็นลำดับแรก คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ($\bar{x} = 4.35, S.D. = 0.622$)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 74.27/85.60 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาด้วยกันโดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำครูจะกำหนดปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน โดยขั้น 1 ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา ส่งต่อมาขั้น 2 ระบุปัญหา จากนั้นขั้น 3 มีการวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนการ ทำให้เกิดขั้น 4 สร้างสมมติฐาน จากนั้นขั้น 5 มีการดำเนินการศึกษาค้นคว้าและทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้ และขั้น 6 สรุป นำเสนอผลงานและประเมินค่าผลงาน ซึ่งตามทฤษฎีการเรียนรู้ของสะเต็มศึกษาและการใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวได้ว่า เป็นการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยสามารถสร้างองค์ความรู้ ลงมือกระทำ คิดแก้ปัญหาและเรียนแบบร่วมมือกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Torp and Sage (1998) การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้าและการแก้ปัญหาที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนมีลักษณะดึงดูดนักเรียนให้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ครูคอยให้คำแนะนำและออกแบบการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและสำรวจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วริศรา อ้นเกษ (2560) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลการวิจัยดังนี้ กิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ กำหนดปัญหา ทำความเข้าใจกับปัญหา ดำเนินการศึกษาค้นคว้า สังเคราะห์ความรู้ สรุปและประเมินค่าของคำตอบ และนำเสนอและประเมินผลงานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.27/76.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา คิดเป็นร้อยละ 67.73 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะแผนการจัดการเรียนรู้มีการดำเนินการโดยใช้สถานการณ์จริงที่สร้างขึ้น มีการดำเนินการอย่างเป็นไปตามขั้นตอน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ขั้นตอน ซึ่งตามทฤษฎีการเรียนรู้ของสะเต็มศึกษาและการใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวได้ว่าเป็นการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยสามารถสร้างองค์ความรู้ ลงมือกระทำ คิดแก้ปัญหาและเรียนแบบร่วมมือกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Dolmans and Schmidt (1995) การจัดกิจกรรมเรียนการสอนที่นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ด้วยตนเองและเป็นกลุ่มโดยนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งเป็นการเรียนที่ท้าทายและสนุกสนาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กบิธีระชัย เอี่ยมม่อง (2562) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การประยุกต์การแปลงทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 0.67

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งนี้เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง จากการลงมือปฏิบัติ และมีการทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนการเริ่มกิจกรรมโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง เมื่อเริ่มทำกิจกรรมกระบวนการกลุ่ม



นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Torp and Sage (1998) กล่าวว่าการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้าและการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันซึ่งพบเจอกระบวนการเรียนการสอนนั้นมีลักษณะดึงดูดให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ครูจะเป็นผู้ให้คำแนะนำและออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรรณชนะ ปตชา (2559) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีความพึงพอใจในระดับมาก

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ทั้งนี้เนื่องมาจากเป็นกิจกรรมที่เน้นกระบวนการทำงานแบบกลุ่ม ซึ่งปัญหาที่นักเรียนได้รับจะเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับในชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้น ทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะนักเรียนจะได้ฝึกคิดแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างสมเหตุสมผล ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกดีที่ได้รับปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวันเพราะเป็นปัญหาที่ใกล้ตัว ทำให้นักเรียนสนใจที่จะเรียน ทำให้นักเรียนอยากเรียน นักเรียนพร้อมที่จะลงมือปฏิบัติและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Holmes (1995) การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องมีการกำหนดปัญหาให้เด็กได้แก้ปัญหา ลงมือแก้ปัญหา สังเกตการแก้ปัญหา นำให้เกิดการอภิปรายในชั้นเรียน ให้นักเรียนได้ถกเถียงถึงแนวคิดวิธีการในการหาคำตอบ และแลกเปลี่ยนความคิดในการใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ต่าง ๆ กัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชุตรา วงศ์เจริญ (2561) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าความรู้ความเข้าใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน และทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน

5. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมซึ่งครูจะมีบทบาทพยายามหาทางให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เอง ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง ช่วยเหลือ และแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบต่อตนเอง นักเรียนได้สะท้อนความคิดร่วมกัน ได้แสดงออกระหว่างเรียนสามารถค้นพบการเรียนรู้ของตนเอง สามารถนำความรู้ไปใช้ทำงานได้อีกทั้งประยุกต์นำการเรียนรู้ไปใช้ได้อย่างต่อเนื่อง และสอดคล้องกับแนวคิดของ Othman, Salleh, and Sulaiman (2013) การเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยปัญหาโดยนักเรียนเรียนรู้ปัญหานั้นจากการทำงานกันเป็นทีม การศึกษาค้นคว้า การสื่อสารระหว่างกัน การนำทักษะที่จำเป็นหลาย ๆ อย่างมาใช้และการสนุกกับการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น โดยครูผู้สอนทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนรู้และสนใจในเส้นทาง การเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ วาสนา ประภาณี (2560) ได้ศึกษาการศึกษาการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



6. ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยได้เท่ากับ 4.1689 และ 3.93 ตามลำดับ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนำเครื่องมือในการเรียนการสอนมาใช้สามารถช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงทำให้ผลการเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้นทั้งนี้ได้สอดคล้องกับการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้ง 6 ชั้น พบว่าชั้นที่นักเรียนชอบมากที่สุดคือชั้น 1 ทำความเข้าใจปัญหา และชั้น 5 ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้ เป็นชั้นที่นักเรียนได้เห็นถึงการใช้สะเต็มศึกษาและการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับแนวคิดของ Mehalik, Doppelt and Schunn (2005) ว่าเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีความกระตือรือร้น และตระหนักถึงการเรียนรู้เนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง และส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา อีกทั้งเห็นคุณค่าและเคารพในสิ่งที่ทุกคนแสดงความคิดเห็น จะทำให้ผู้เรียนรู้สึกมั่นใจในการเรียน มีการรับรู้ความสามารถและมั่นใจในความสามารถของตนเองสูงขึ้น ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ วริศรา อ้นเกษ (2560) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้นตอน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ช่วยทำให้ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี และจะเกิดขึ้นได้ดีขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ผู้สอนสามารถนำปัญหาที่อยู่รอบตัวมาใช้ในการตั้งปัญหาที่หลากหลาย รวมถึงเสริมแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจมากยิ่งขึ้น

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาเหมาะสมกับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานเดิมไม่มากนัก จนไปถึงกลุ่มนักเรียนที่มีพื้นฐานเดิมมาก่อนแล้ว และสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง รู้จักการช่วยเหลือ ทำงานอย่างเป็นระบบ สรุปความคิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และช่วยให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนภายในกลุ่มและครูผู้สอน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาว่าปัจจัยใดที่ส่งผลให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สูงที่สุดและเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี

เอกสารอ้างอิง

- ทิตนา แฉมมณี. (2545). *ศาสตร์การสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระชัย เอี่ยมผ่อง. (2562). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การประยุกต์การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



- วรรณธนะ ปัดชา. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดหัวจรเข้วิทยาคม (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- วิศรา อ้นเกษ. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- วาสนา ประภาณี. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- วิชุดา วงศ์เจริญ. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2564 จาก <http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualMathM4-M6.pdf>
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2553). ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- Almuqati, A. A. (2019). *An Exploratory Study of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Teachers' Understanding and Practices Using Problem-Based Learning for Middle and High School Students.* (Master's thesis). Concordia University - Chicago.
- Burrows A., Lockwood M., Borowczak M., Janak E., and Barber B., (2018). Integrated STEM: Focus on Informal Education and Community Collaboration through Engineering. *Education Sciences*, 4-15.
- Barnett, G.A. (1988). Communication and Organization, (eds.) In G.M. Goldharber and G.A. Barnett., *Handbook of organization communication:* (pp. 101-129). North wood N.J.: Ablex.
- Dolmans, D. and Schmidt, H. (1995). *The Advantages of a Problem-Based Curriculum.* Netherlands : Department of Educational Development and Research University of Limburg.
- Holmes, E. E. (1995). *New Direction in Elementary School Mathematics Interactive Teaching and Learning.* Englewood Cliffs, N.J. : Merrill
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schunn, C. D. (2005). *Addressing performance of design-based, systems approach for teaching science in eighth grade, National Association of Research in Science Teaching (NARST),* Dallas, TX. OECD. (2004). *Lifelong Learning.* OECD Publications.



Othman, H., Salleh, B. M., & Sulaiman, A. (2013). *5 ladders of active learning: An innovative learning steps in PBL process*. In K. M. Yusof, M. Arsat, M. T. Borhan, E. D. Graaff, A

Torp, L. and Sage, S (1998). *Problem as Possibilities: Problem-Based Learning for K-12*. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.