

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*

อัญญลักษณ์ สีสระชัย **

ชำนาญ ปาณวงษ์*** วาริรัตน์ แก้วอุไร****

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และ 2) เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จำนวน 43 คน ด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม โดยมีหน่วยการสุ่มเป็นห้องเรียน ใช้แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียวหรือรายกรณี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินโครงงาน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ t-test (One Sample) Binomial Test และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัย พบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มี 6 ขั้นตอน คือ (1) กำหนดขอบเขตของการทำโครงงาน (2) กำหนดหัวข้อโครงงาน (3) วางแผนดำเนินการทำโครงงาน (4) ดำเนินการทำโครงงาน (5) นำเสนอโครงงาน และ (6) ประเมินโครงงาน มีความเหมาะสมในระดับมาก และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7004 และ 2) ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า 2.1) การคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.3) คุณภาพของโครงงานอยู่ในระดับดีมาก 2.4) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ขั้นที่ 1 ผู้เรียนเข้าใจขอบเขตของการทำโครงงาน ขั้นที่ 2 ทุกกลุ่มคิดแนวทางการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง ขั้นที่ 3 ทุกกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบชิ้นงานได้หลายวิธี ขั้นที่ 4 ทุกกลุ่มสร้างชิ้นงานตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ ขั้นที่ 5 ทุกกลุ่มนำเสนอโครงงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เหมาะสมและเข้าใจง่าย ขั้นที่ 6 ผู้เรียนอธิบายความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่ใช้ในการออกแบบและการทำโครงงานได้

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงาน, สะเต็มศึกษา, การคิดสร้างสรรค์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

* วิทยานิพนธ์หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2559

** นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร, E-mail: Ananlak07@gmail.com

*** อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

**** รองศาสตราจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

The Development of Mathematics Project-Based Learning Activities Based on STEM Education to Enhance Creative Thinking and Learning Achievement on “Probability” for Grade 9 Students^{*}

Ananlak Leelasornchai^{**}

Chamnan Panawong^{***} Wareerat Kaewurai^{****}

Abstract

The purposes of this research were 1) to create and find the effectiveness index of mathematics project-based learning activities based on STEM education, and 2) to study the results of using mathematics project-based learning activities based on STEM education. The sample was 43 students in 9 grade at Phitsanulok Pittayakom school with a cluster sampling by the unit of randomness is the classroom. The research design is One Shot Case Study. Research instruments were the mathematics project-based learning activities based on STEM education plans, the achievement test and the project assessment. The data were analyzed by t-test one sample, binomial test and content analysis.

The results of this research found that: 1) The mathematics project-based learning activities based on STEM education have 6 steps were: (1) determine a scope of project, (2) determine a topic project, (3) planning a project, (4) working a project, (5) presents a project and (6) evaluate a project. The appropriateness was in a high level and the effectiveness index was 0.7004, and 2) The results of mathematics project-based learning activities based on STEM education were 2.1) The creative thinking after learning was higher than 70 percent criterion at the statistical significance .05 2.2) The learning achievement after learning was higher than 70 percent criterion at the statistical significance .05 2.3) The quality project was in a highest level 2.4) The results of learning activities were: step1; students understood a scope of project, step2; all groups thought problem solving in many ways, step3; all groups planned and designed a work piece in many methods, step4; all groups created a work piece, step5; all groups presented project by using information technology step6; students explained the knowledge of science, mathematics, and technology used in design and project work.

Keywords: Mathematics project-based learning activities, STEM education, Creative Thinking,
Learning Achievement

^{*} Research Article from thesis for the Master of Education degree in Curriculum and Instruction, Naresuan University, 2016

^{**} Student in Master of Education degree, Curriculum and Instruction of Naresuan University, E-mail: Ananlak07@gmail.com

^{***} Lecturer in Faculty of Education, Naresuan University

^{****} Associate professor, Faculty of Education, Naresuan University

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 56)

ในการเรียนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากการคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดสิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งเป็นการขยายขอบเขตความคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่ คู่ความคิดใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา หรือเพื่อสร้างสิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิมและใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 183)

ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร พิจารณาได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-net) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558 ปรากฏว่า ผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 100 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 32.40 คะแนน จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ มีค่าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม และเมื่อจำแนกตามสาระ พบว่า สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ได้คะแนนเฉลี่ย 26.61 คะแนน สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้คะแนนเฉลี่ย 9.23 คะแนน ซึ่งเป็นสาระที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดทั้งสองสาระตามลำดับ จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของสาระที่ 5 และสาระที่ 6 มีค่าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มมาก (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559, ออนไลน์) โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องความน่าจะเป็น ซึ่งชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546, น. 178) กล่าวว่าไว้ในสังคมไทยพบว่าปัญหาด้านการศึกษา เป็นลักษณะการเรียนการสอนที่เน้นการบรรยายและการท่องจำเป็นสำคัญ ตลอดจนขาดการส่งเสริมด้านการแสดงออกทางความคิด ขาดความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ ไม่สามารถหาแนวทางแก้ไขปัญหา หรือนำองค์ความรู้วิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ๆ ไปใช้อย่างเหมาะสม

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงศึกษาค้นคว้าหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ ที่จะช่วยพัฒนาการคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ได้ด้วยตัวเอง โดยเฉพาะกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จะช่วยส่งเสริม

ให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) จึงเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558, น. 201) โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรมหรือการทำโครงการ (Project Based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 7) สอดคล้องกับ Musa (2012, p. 572) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการมีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะมากมาย ด้วยการประยุกต์ใช้ในการทำงาน ซึ่งตอบสนองความต้องการในศตวรรษที่ 21 และสอดคล้องกับ Tseng (2013, p. 100) ที่กล่าวว่า การรวมการจัดการเรียนรู้แบบโครงการกับสะเต็มศึกษาสามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในโลกจริงและในชีวิตประจำวันได้ รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ของทั้ง 4 วิชาในสะเต็มศึกษามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้จริง และสร้างการเรียนรู้ที่มีความหมายผ่านการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น และช่วยลดช่องว่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้แคบลง (Han, 2015, p. 1089)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเอง ได้สร้างชิ้นงานหรือวิธีการใหม่ ๆ อย่างสร้างสรรค์ แล้วนำมาใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของผู้เรียน และเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาการคิดสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ โครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดย

- 2.1 เปรียบเทียบการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
- 2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
- 2.3 ศึกษาคุณภาพของโครงงาน
- 2.4 ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ โครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้ 2) สะเต็มศึกษา 3) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน 4) กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 5) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบย้อนกลับ 6) การคิดสร้างสรรค์ 7) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 8) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยโดยใช้แนวคิดของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีขั้นตอนการสร้างและหาดัชนีประสิทธิผล ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากนั้นทำการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน และสะเต็มศึกษา เพื่อกำหนดกรอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ใช้เวลาในการเรียน 14 ชั่วโมง

1.5 นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา ปรับปรุงแก้ไข แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ในองค์ประกอบต่างๆ

1.6 ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปหาดัชนีประสิทธิผลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2. แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 กำหนดขอบข่ายของหัวข้อที่ต้องการประเมิน และสร้างแบบประเมินเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert)

2.3 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความชัดเจนด้านภาษาและความถูกต้องตามเนื้อหา ปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 กำหนดจำนวนข้อสอบ วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยที่ต้องการวัดตามแนวคิดของบลูมที่ปรับปรุงใหม่ จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

3.3 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา ปรับปรุงแก้ไข แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การประเมิน จากนั้นนำมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปได้จำนวน 40 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00

3.5 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/10 จำนวน 37 คน ที่เคยเรียนเนื้อหาความน่าจะเป็นมาแล้ว ตรวจให้คะแนนโดยตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

3.6 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก พบว่า ข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.14 - 0.86 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.10 - 0.60

3.7 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 1.00 ตามเกณฑ์ ครอบคลุมตัวชี้วัด และระดับพฤติกรรมการวัด พบว่า ข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง

0.32 - 0.73 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.60 แล้วนำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ มาหาค่าความเที่ยงทั้งฉบับ พบว่า มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.72

3.8 พิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4. แบบประเมินโครงการ

4.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินโครงการ

4.2 กำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละองค์ประกอบตามระดับความสำคัญ จุดประสงค์ของการประเมิน และพฤติกรรมที่แสดงออกในแต่ละรายการประเมิน

4.3 ดำเนินการสร้างแบบประเมินโครงการตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีลักษณะการให้คะแนนเป็น 1 2 3 และ 4 และมีรายการประเมิน 6 ด้าน

4.4 นำแบบประเมินโครงการที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา ปรับปรุงแก้ไข แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบประเมินโครงการในองค์ประกอบต่างๆ ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงของแบบประเมินโครงการ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องของความชัดเจน (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00

4.5 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และพิมพ์แบบประเมินโครงการฉบับจริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. นำกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา จำนวนอย่างละ 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

2. นำกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปหาดัชนีประสิทธิผลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 จำนวน 47 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์การประเมินความเหมาะสม โดยนำผลการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการพิจารณาความเหมาะสม คือ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00

2. วิเคราะห์ข้อมูลดัชนีประสิทธิผลจากผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคนกับคะแนนหลังเรียนทุกคน และผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็มกับคะแนนก่อนเรียนทุกคน โดยเกณฑ์ในการพิจารณาดัชนีประสิทธิผล คือ มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 จำนวน 43 คน ซึ่งได้มาด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นปรนัยแบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ 3) แบบประเมินโครงงาน เน้นประเมินการคิดสร้างสรรค์และการทำโครงงาน เป็นแบบเกณฑ์ย่อย คือ ประเมินโดยแยกเป็นรายการประเมิน ให้น้ำหนักคะแนนของแต่ละรายการประเมินตามระดับความสำคัญ มีรายการประเมิน 6 ด้าน คือ การคิดสร้างสรรค์ในการทำโครงงาน การวางแผนดำเนินการโครงงาน การดำเนินการทำโครงงาน การนำเสนอโครงงาน การเขียนรายงานโครงงาน และการนำองค์ความรู้จาก 4 ศาสตร์ (STEM) มาบูรณาการ

แบบแผนการวิจัย

ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบแผนการวิจัยแบบ One Shot Case Study

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ใช้เวลาสอน 14 ชั่วโมง ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีการจดบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ และในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีการศึกษาการคิดสร้างสรรค์ในการทำโครงงานและระดับคุณภาพของโครงงาน ด้วยแบบประเมินโครงงาน

2. เมื่อสิ้นสุดการสอน ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) เป็นการเปรียบเทียบเหตุการณ์ ที่นำผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอน ของทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มาดำเนินการเปรียบเทียบกัน
2. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินโครงงาน โดยพิจารณาจากคำร้อยละของคะแนนรวม แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพของโครงงาน และนำผลการประเมินการคิดสร้างสรรค์ในการทำโครงงานจากแบบประเมินโครงงานของโครงงานทั้ง 3 เล่มมารวมกัน วิเคราะห์เปรียบเทียบการคิดสร้างสรรค์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ค่าสถิติ Binomial Test
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ค่าสถิติ t-test แบบ One Sample

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 1.1 กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 กิจกรรมการเรียนรู้ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 การทดลองสุ่มและเหตุการณ์ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 ความน่าจะเป็นกับการตัดสินใจ โดยในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 กำหนดขอบเขตของการทำโครงงาน เป็นขั้นที่ผู้สอนแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ทราบ และกำหนดขอบเขตหรือหัวข้อของการทำโครงงานอย่างกว้างๆ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
 - ขั้นที่ 2 กำหนดหัวข้อโครงงาน เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ที่กำลังเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน แล้วให้ผู้เรียนช่วยกันระดมความคิดเพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น และระบุว่าปัญหาเกี่ยวข้องกับเรื่องอะไร อันจะนำไปสู่การกำหนดปัญหาในการทำโครงงานที่ผู้เรียนจะต้องแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนต้องเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาในการทำโครงงาน และตั้งวัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน พร้อมทั้งให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการทำโครงงานเพิ่มเติม

ขั้นที่ 3 วางแผนดำเนินการทำโครงการงาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวางแผนวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจมีการนำเสนอวิธีการที่หลากหลาย และเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดมา 1 วิธี ทำการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ พร้อมทั้งกำหนดขั้นตอนในการทำงานโครงการงาน

ขั้นที่ 4 ดำเนินการทำโครงการงาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้แล้ว และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจมีการปรับปรุงพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา เพื่อใช้แก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น พร้อมทั้งเขียนรายงานโครงการงานตามรูปแบบที่ถูกต้อง โดยมีผู้สอนเป็นผู้คอยสนับสนุนด้านสื่อ วัสดุอุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้ต่างๆ ตลอดจนวิทยากรหรือผู้เชี่ยวชาญที่จะมาช่วยเหลือผู้เรียนตามความจำเป็น ติดตามความก้าวหน้าของการทำงานของนักเรียน ตลอดจนคอยให้คำชี้แนะและให้ความรู้เพิ่มเติมที่จำเป็น หรือช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถทำตามแผนการที่วางไว้ได้จนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ผู้เรียนกำหนดไว้

ขั้นที่ 5 นำเสนอโครงการงาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเสนอโครงการงานหน้าชั้นเรียนโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย โดยมีผู้สอนและผู้เรียนในชั้นเรียนให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการทำโครงการงาน เมื่อทำการนำเสนอเสร็จสิ้นแล้ว ให้ผู้เรียนปรับปรุงแก้ไขรายงานโครงการงานเพิ่มเติม

ขั้นที่ 6 ประเมินโครงการงาน เป็นขั้นที่ผู้เรียนอภิปรายปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงการงาน และส่งรายงานโครงการงานให้ผู้สอนประเมินโครงการงาน ซึ่งมีการประเมินการคิดสร้างสรรค์ในการทำโครงการงาน พร้อมทั้งผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้รับจากการทำโครงการงาน ข้อเสนอแนะในการทำโครงการงานเพื่อพัฒนางานต่อไป

1.2 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ ทัศนศาสตร์แบบโครงการงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า โดยภาพรวมทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.01$, S.D. = 0.85)

1.3 ผลการตรวจสอบดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ ทัศนศาสตร์แบบโครงการงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ผลปรากฏ ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้

ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน	ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน	ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม	ดัชนีประสิทธิผล
296	691	$43 \times 20 = 860$	0.7004

จากตารางที่ 1 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7004 ซึ่งมีความมากกว่า 0.50 ถือว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีประสิทธิผล และแสดงว่านักเรียน มีความรู้เพิ่มขึ้น 0.7004 หรือคิดเป็นร้อยละ 70.04

2. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ โครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการคิด สร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผล ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบการคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 นำเสนอผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของโครงงานทั้ง 3 เล่ม

n (กลุ่ม)	$\bar{X}$	S.D.	% of mean	Binomial Test
8	15.00	1.97	75.00	0.035*

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า การคิดสร้างสรรค์หลังเรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 นำเสนอผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนน เกณฑ์	$\bar{X}$	S.D.	% of mean	t	p
หลังเรียน	43	20	14	16.07	1.62	80.35	8.36*	0.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ผลการศึกษาคูณภาพของโครงงาน นำเสนอผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 4 ระดับคุณภาพของโครงการงาน โดยรวมทั้ง 3 โครงการงาน

กลุ่มที่	ระดับคุณภาพของโครงการงาน			
	โครงการงานเล่มที่ 1	โครงการงานเล่มที่ 2	โครงการงานเล่มที่ 3	รวมโครงการงาน 3 เล่ม
1	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
2	ดี	ดี	ดีมาก	ดีมาก
3	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
4	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
5	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
6	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
7	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
8	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก

จากตารางที่ 4 พบว่า ระดับคุณภาพของโครงการงานแต่ละเล่มสูงขึ้น และโดยรวมทั้ง 3 โครงการงาน มีคุณภาพของโครงการงานอยู่ในระดับดีมาก

2.4 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขั้นตอน	ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน
1. กำหนดขอบเขตของโครงการงาน	ผู้เรียนทราบว่าต้องใช้ความรู้เรื่องอะไรจาก 3 วิชาในการทำโครงการงาน
2. กำหนดหัวข้อโครงการงาน	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อหาสาเหตุและแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้แรก พบว่า ผู้เรียนคิดแนวทางการแก้ปัญหาได้แนวทางเดียว แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 คิดแนวทางการแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 แนวทาง
3. วางแผนดำเนินการทำโครงการงาน	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แปลกใหม่ และไม่ซ้ำกลุ่มอื่น แล้วเลือกวิธีที่เหมาะสมมา 1 วิธี ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้แรก พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้วิธีเดียว แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 จะออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอน	ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน
4. ดำเนินการทำ โครงการ	ผู้เรียนลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้แล้ว และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยในแผนการจัดการเรียนรู้แรก พบว่ามีเพียงบางกลุ่มที่มีความพร้อมในการสร้างชิ้นงาน แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 ทุกกลุ่มจะใช้ความรู้เรื่อง ความน่าจะเป็น มาสร้างชิ้นงานได้ ซึ่งการสร้างชิ้นงานมีข้อจำกัด คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไม่มีใช้ อินเทอร์เน็ตใช้ไม่ได้ บางกลุ่มไม่สามารถนำโน้ตบุ๊กมาได้ ต้องไปขอใช้ในห้องพักครูหรือห้องอื่นที่ใช้ได้
5. นำเสนอโครงการ	ผู้เรียนนำเสนอโครงการหน้าชั้นเรียนโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนอที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย มีการทำตารางสรุปผลการทำโครงการที่เข้าใจง่าย โดยในแผนการจัดการเรียนรู้แรก พบว่า บางกลุ่มยังสรุปผลโครงการไม่ตรงประเด็น แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 จะสรุปผลได้ถูกต้องและตรงกับวัตถุประสงค์ มีการทำตารางแสดงผล มีการใช้ mind mapping สรุปผล นำรูปภาพหรือทฤษฎีเข้ามาช่วยในการสรุปผล เมื่อนำเสนอเสร็จแล้วให้ปรับปรุงแก้ไขรายงานโครงการเพิ่มเติม
6. ประเมินโครงการ	ผู้เรียนอภิปรายปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงการ ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้แรก พบว่า มีการเกี่ยงกันทำงาน โดยผู้สอนได้ให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ส่วนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 ไม่มีปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงการ แต่ละกลุ่มส่งรายงานโครงการให้ผู้สอนประเมินโครงการ พบว่า ผู้เรียนส่งรายงานโครงการครบทั้ง 8 กลุ่ม พร้อมทั้งร่วมกันสรุปผลที่ได้รับจากการทำโครงการ ข้อเสนอแนะในการทำโครงการ เพื่อพัฒนางานต่อไป และมีการอภิปรายถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้ในการออกแบบและการทำโครงการ ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนมีบางกลุ่มที่สามารถอธิบายความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่นำมาใช้ในการออกแบบผลงานได้ครบทุกด้าน

สรุปผลการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดขอบเขตของการทำโครงการ ขั้นที่ 2 กำหนดหัวข้อโครงการ

ขั้นที่ 3 วางแผนดำเนินการทำโครงการงาน ขั้นที่ 4 ดำเนินการทำโครงการงาน ขั้นที่ 5 นำเสนอโครงการงาน และขั้นที่ 6 ประเมินโครงการงาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7004

2. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.1 การคิดสร้างสรรค์หลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 คุณภาพของโครงการอยู่ในระดับดีมาก

2.4 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ขั้นที่ 1 ผู้เรียนเข้าใจขอบเขตของการทำโครงการงาน ขั้นที่ 2 ทุกกลุ่มคิดแนวทางการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง ขั้นที่ 3 ทุกกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี ขั้นที่ 4 ทุกกลุ่มสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ และเขียนรายงานโครงการงานได้ถูกต้อง ขั้นที่ 5 ทุกกลุ่มนำเสนอโครงการงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เหมาะสมและเข้าใจง่าย ขั้นที่ 6 ผู้เรียนสามารถอธิบายความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่นำมาใช้ในการออกแบบและการทำโครงการงานได้

อภิปรายผลการวิจัย

1. การสร้างและหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7004 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ๆ หรือค้นพบวิธีการใหม่ๆ ที่นำมาใช้แก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนนำเสนอได้ และส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง สอดคล้องกับ Robert (2013) อ้างอิงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2558, น. 155-157) กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาว่า ผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์หลัก ผวนกกับการได้ใช้ความรู้รอบ เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2. ผลการศึกษาการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 ผลการเปรียบเทียบการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า การคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยประยุกต์แนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ 4 วิชา และใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ ๆ หรือค้นพบวิธีการใหม่ ๆ ที่นำมาใช้แก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ผู้สอนนำเสนอได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ที่สูงขึ้นในเชิงความคิดหรือการได้ชิ้นงาน สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (2557, น. 4) ที่กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อส่งเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุรุษ แก้วแสนเมือง (2544) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยประยุกต์แนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ 4 วิชา ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ รัชพล ธนานุวงศ์ (2556, น. 16) ได้กล่าวไว้ว่า ข้อดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา คือ ช่วยแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนไทยทางด้านการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ที่มีแนวโน้มลดต่ำลงเรื่อย ๆ และช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาทั้งสี่ของ STEM ที่ดีขึ้น

2.3 ผลการศึกษาคูณภาพของโครงงาน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการทำโครงงาน โดยรวมทั้ง 3 โครงงาน เท่ากับ 86.88 ซึ่งมีคุณภาพของโครงงานอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้เรียนเข้าใจกระบวนการทำโครงงานมากขึ้น สามารถเขียนรายงานโครงงานตามรูปแบบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่นำมาใช้ในการออกแบบผลงานได้ครบทุกด้าน สอดคล้องกับ ยุพิน พิพิธกุล (2550, น. 10) ที่กล่าวได้ว่า โครงงานเป็นการฝึกปฏิบัติงานที่ให้ผู้เรียนหาข้อสงสัย ลงมือทดลองหรือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล เมื่อค้นพบแล้วก็เผยแพร่ข้อค้นพบนั้น การทำโครงงานเป็นการให้ผู้ทำคิดอย่างอิสระ มีการพัฒนาทั้งด้านทักษะ กระบวนการทำงาน และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.4 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ขั้นที่ 1 ผู้เรียนเข้าใจขอบเขตของการทำโครงงาน ขั้นที่ 2 ทุกกลุ่มคิดแนวทางการแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง ขั้นที่ 3 ทุกกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี ขั้นที่ 4 ทุกกลุ่มสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหตามขั้นตอนที่วางแผนไว้และเขียนรายงานโครงงานได้ถูกต้อง ขั้นที่ 5 ทุกกลุ่มนำเสนอโครงงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เหมาะสมและเข้าใจง่าย ขั้นที่ 6 ผู้เรียนสามารถอธิบายความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่นำมาใช้ในการออกแบบและการทำโครงงานได้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้อธิบายความรู้จาก 3 วิชาที่ต้องใช้ในการทำโครงงาน กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งได้แทรกอยู่ในขั้นตอนของการทำโครงงานแล้ว และยกตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น พร้อมทั้งใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชาเข้าด้วยกันให้ช่วยกันระดมความคิด เพื่อหาสาเหตุและแนวทางการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยคอยสนับสนุนด้านสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจนวิทยากรหรือผู้เชี่ยวชาญที่จะมาช่วยเหลือผู้เรียนตามความจำเป็น ติดตามความก้าวหน้าของการทำงานของผู้เรียน ตลอดจนคอยให้คำชี้แนะและให้ความรู้เพิ่มเติมที่จำเป็น รวมทั้งช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถทำตามแผนการที่วางไว้ได้จนบรรลุตามวัตถุประสงค์ ที่ผู้เรียนกำหนดไว้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. (2546). *ความคิดสร้างสรรค์ Creative Thinking*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุรัช แก้วแสนเมือง. (2544). *ผลการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์*

ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญา

มหาบัณฑิต (สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ยุพิน พิพิธกุล. (2550). *โครงงานคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: แม็ค.

รักษพล ชนานวงศ์. (2556). *เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ*.

นิตยสาร สสวท, 41(182), 15-20.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2555). *การวัดผลประเมินผล*

วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

_____. (2557). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558ก). สะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 17(2), 201-207.

_____. (2558ข). สะเต็มศึกษา (ตอนที่ 2) : การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 17(3), 154-160.

Han, S., et al. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: the impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.

Musa, F. (2012). Project-based learning (PjBL): inculcating soft skills in 21st century workplace. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2(59), 565-573.

Tseng, K.-H., et al. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102.

