

The Improvement of Secondary Student's Creative Thinking by STEM Projects Case Study: Suwanpaiboon School

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาโดยใช้โครงการแบบสะเต็ม
กรณีศึกษา: โรงเรียนสุวรรณไพบูลย์

Bunyisa Saelo^{1*} and Suffian Cheama²

บุญยิสา แซ่หล่อ^{1*} และ ซุฟเฟียน เจ๊ะมะ²

¹Department of Applied Mathematics and Informatics, Faculty of Science and Industrial Technology, Prince of Songkla University

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

²Suwanpaiboon School, Pattani

²โรงเรียนสุวรรณไพบูลย์ จังหวัดปัตตานี

*Corresponding author: bunysisaelo@gmail.com

Received May 10, 2019 ■ Revised July 6, 2019 ■ Accepted July 30, 2019 ■ Published August 21, 2020

Abstract

The aims of this research were 1) to compare students' creative thinking before and after using STEM projects, and 2) to investigate students' beliefs in using STEM projects for developing their creative thinking. Subjects were 30 Suwanpaiboon School students who were selected through purposive sampling. The target group was three students selected from the sample. The tools for collecting data were article creative thinking test and article questionnaire. The research has a quasi-experimental design. Quantitative (using t-test analysis) and qualitative data analyses (describing) were used in this study.

The results illustrated that 1) the students had a higher level of creative thinking at a confidence level of .01 after being involved in the STEM projects, and 2) all the target students believed that their creative thinking could be improved by STEM projects.

Keywords: Creative thinking, Torrance creative thinking test, STEM project, Project-Based Learning

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์งานวิจัยนี้เพื่อ 1) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังการทำโครงการแบบสะเต็ม 2) ศึกษาความเชื่อของนักเรียนที่ว่าโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุวรรณไพบูลย์ จำนวน 30 คน ซึ่งคัดเลือกมาอย่างเฉพาะเจาะจง กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เครื่องมือสำหรับการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอแรนซ์ (Torrance) และแบบสัมภาษณ์ การวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณ (ใช้การทดสอบแบบ t-test) และเชิงคุณภาพ (ใช้การเขียนเชิงพรรณนา)

ผลการศึกษาพบว่า 1) ภายหลังจากทำโครงการแบบสะเต็มนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นที่ระดับนัยสำคัญ .01 2) ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มเป้าหมายทุกคนเชื่อว่าโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้

คำสำคัญ: ความคิดสร้างสรรค์, แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์, โครงการแบบสะเต็ม, การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

บทนำ (Introduction)

นโยบายของประเทศไทย 4.0 ให้ความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์อย่างมาก โดยปรับเปลี่ยนกลไกการขับเคลื่อนการเติบโตชุดใหม่ (New growth engines) เพื่อเปลี่ยนผ่านประเทศไทยไปสู่ “ประเทศในโลกรุ่นที่หนึ่ง” ภายในปี 2575 เพื่อหลุดพ้นจากกับดักประเทศรายได้ปานกลาง ด้วยการสร้างความมั่งคั่งผ่านกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรม ปัญญา เทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์ (Competitive growth engines) เพื่อก้าวสู่ประเทศที่มีรายได้สูง โดยเปลี่ยนจาก “ทำมาได้น้อย” เป็น “ทำน้อยได้มาก” ซึ่งจะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นตัวแปรหนึ่งในการพัฒนาประเทศ หากแต่ผลการศึกษาคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนไทย พบว่า นักเรียนไทย

ยังขาดความคิดสร้างสรรค์ดังที่ Kaewkanha, Srichumnong, and Pawanlanchakorn (2017) กล่าวถึงสภาพปัญหาของนักเรียนไทย พบว่า นักเรียนยังขาดความคิดสร้างสรรค์ ขาดความคิดคล่องแคล่ว การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบางวิชาไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ผลการวัดความคิดสร้างสรรค์ก่อนการพัฒนา นักเรียนทุกคนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

โรงเรียนสุวรรณไพบูลย์เป็นโรงเรียนหนึ่งในจังหวัดปัตตานีจัดการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษา ผลจากการศึกษาและพูดคุยกับครูผู้สอนในโรงเรียนเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยคุณครูส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่า นักเรียนยังขาดความคิดสร้างสรรค์มาก ตัวอย่างเช่น “เมื่อกำหนดรูปตั้งต้นให้เช่น รูปวงกลม นักเรียนเกือบครึ่งห้อง ออกแบบวาดรูปเพิ่ม

เติมออกมาในรูปแบบเดียวกัน คือ เป็นรูปบ้าน “ไม่มีนักเรียนที่วาดรูปต่างออกไปจากกลุ่มเลยหรือมีก็น้อยมาก” สอดคล้องกับผลจากการให้นักเรียนทำแบบทดสอบ pretest ได้ผลดัง Table 1

Table 1 Pretest of student's creative thinking at Suwanpaiboon school.

ตัวอย่างข้อสอบ

Activity 2 (Combine) จงสร้างสรรค์รูปภาพจากรูปต่างๆ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้พร้อมทั้งระบุชื่อ

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

คนที่ 1

คนที่ 2

คนที่ 3

จากข้อนี้ (Activity 2 (Combine)) มีนักเรียน 21 คนจากทั้งหมด 30 คน (คิดเป็นร้อยละ 70) วาดรูปบ้านดังตัวอย่างคำตอบใน Table 1 ผลดังกล่าวเห็นชัดว่านักเรียนยังขาดความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดคล้ายๆ กันกับเพื่อนในชั้น เป็นปัญหาที่ควรพัฒนาอย่างมากเพื่อให้นักเรียนพร้อมที่จะอยู่ในสังคมแห่งการแข่งขัน และสังคมที่ต้องใช้ความคิดที่แปลกใหม่ ความคิดสร้างสรรค์ในการประกอบอาชีพ

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการบูรณาการศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นแนวคิดในการพัฒนาการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ (Reeve, 2013; Ku, 2018; Gonzalez & Kuenzi, 2012) นอกจากนี้ White (2014) กล่าวว่า แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษามีความเป็นมายาวนานและเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งผลมาจากสงครามโลกครั้งที่สองและการที่รัสเซียส่งดาวเทียมสปุตนิก (Sputnik) ไปในอวกาศในปี 1957 ทำให้อเมริกาต้องปรับเปลี่ยนเนื้อหาด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไปอย่างมาก

งานวิจัยและบทความอื่นที่ชี้ให้เห็นว่าโครงงานแบบสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เช่น Byrum (2015) กล่าวว่า การที่นักเรียนได้ทำโครงงานแบบสะเต็มจะเพิ่มความสามารถให้นักเรียนนำเนื้อหาไปประยุกต์ในสถานการณ์จริงและการขยายความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งการทำดังกล่าวช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น Katanski (2013) กล่าวว่า การจะเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสามารถทำได้โดยใช้สะเต็ม นอกจากนี้ Sarah and Dean (2018) กล่าวว่า หลักสูตรสะเต็มของออสเตรเลียเป็นความรู้เชิงลึกที่จะช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และความเป็นผู้นำเพื่อเป็นทักษะสำหรับโอกาสการได้งานทำในอนาคต Lou, Chou, Shih, and Chung (2017) ศึกษาการใช้โครงงานตามแนวคิดแบบสะเต็มต่อความคิดสร้างสรรค์กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า แนวคิดหลักของการสอนโดยใช้โครงงานแบบสะเต็มซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ นอกจากนี้ โครงงานแบบสะเต็มมีประสิทธิภาพพัฒนาไปถึงระดับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ เช่น

ในเรื่อง ความกล้าเผชิญกับสิ่งต่างๆ ความอยากรู้อยากเห็น จินตนาการ และการแข่งขัน ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการให้นักเรียนทำโครงการแบบสะเต็มเป็นแนวคิดหนึ่งที่น่าสนใจและจะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนไทยได้

วัตถุประสงค์การวิจัย (Objectives)

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังการทำโครงการแบบสะเต็ม
2. เพื่อศึกษาความเชื่อของนักเรียนที่ว่าโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้

กรอบแนวคิดการวิจัย

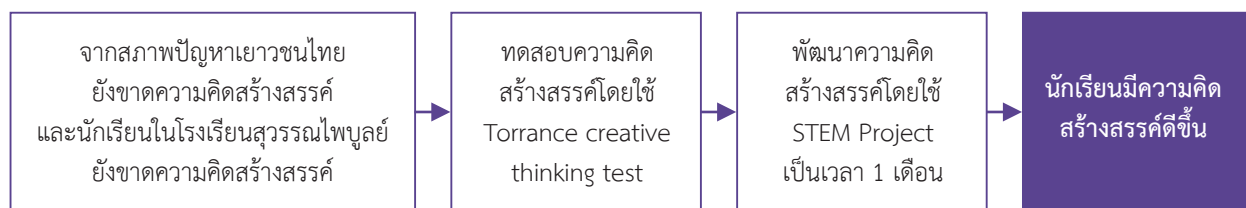


Figure 1 Research framework.

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ใช้ t-test เพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างความร่วมมือกับครูในโรงเรียนสุวรรณไพลย์ ซึ่งเป็นครูที่เคยทำงานร่วมกันมาก่อนและสนใจทำงานด้านสะเต็มศึกษา
2. ให้คุณครูเข้ารับการอบรมการทำโครงการแบบสะเต็ม โดยใช้เวลาอบรม 1 วัน ดัง Figure 2



Figure 2 STEM Activities.

3. คุณครูเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์และอธิบายนักเรียนเกี่ยวกับการทำโครงการแบบสะเต็ม
4. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนทำโครงการ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ประยุกต์มาจากแนวคิดการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (The Alberta Teacher's Association, 2014; Honeck, 2016)

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุวรรณไพลย์ จำนวน 30 คน คัดเลือกมาอย่างเฉพาะเจาะจง

กลุ่มเป้าหมาย นักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน โดยคัดเลือกมาจากกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน กลุ่มละ 1 คน

ตัวแปรต้น โครงการแบบสะเต็ม

ตัวแปรตาม 1) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน 2) ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับโครงการแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้

5. นักเรียนทำโครงการแบบสะเต็ม โดยใช้เวลาทำโครงการ 1 เดือน ได้ตัวอย่างผลงานดัง Figure 3



Figure 3 Student Products.

6. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังการทำโครงการโดยใช้ข้อสอบเดียวกับแบบทดสอบก่อนทำโครงการ

7. สัมภาษณ์นักเรียนโดยคัดเลือกจากนักเรียนที่ได้คะแนนสอบก่อนการทดลองในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน ให้เป็นกลุ่มเป้าหมาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Torrance มีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1.1 ศึกษางานของทอแรนซ์ จากนั้นสรุปเป็นการสร้างแบบทดสอบ โดยใช้แนวคิดการสร้างแบบทดสอบ 2 ด้าน คือ ด้าน Figural มีแบบทดสอบ 3 ข้อ คือ Activity 1 เป็นการนำรูปไปใช้ (Use) เช่น เมื่อกำหนดรูปวงกลมหรือสามเหลี่ยมไว้ให้

ให้นักเรียนนำรูปที่กำหนดไปใช้วาดภาพ Activity 2 เป็นการให้นำรูปที่กำหนดมาประกอบกัน (Combine) และ Activity 3 เป็นการทำให้รูปภาพสมบูรณ์ (Complete) ด้าน Verbal มีทั้งหมด 6 ข้อ

Activity 1 เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับภาพที่กำหนดให้

Activity 2-3 ระบุสาเหตุของภาพที่กำหนดและระบุได้ว่าจะเกิดอะไรได้บ้างจากภาพที่กำหนด

Activity 4 กำหนดกระป๋องใบหนึ่งให้นักเรียนคิดว่า สามารถนำกระป๋องไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใดได้บ้างที่สร้างสรรค์และใช้ประโยชน์ได้

Activity 5 ระบุการนำสิ่งของต่างๆ ที่กำหนดให้ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ให้มากที่สุดและสร้างสรรค์ที่สุด

Activity 6 กำหนดสถานการณ์ เช่น ถ้าคนสามารถหายตัวไปไหนก็ได้ ท่านคิดว่าจะเกิดเหตุการณ์ใดได้บ้างโดยแปลความหมายของข้อสอบของ Torrance เพื่อให้ใกล้เคียงกับข้อสอบเดิมให้มากที่สุด

1.2 ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ 3 คน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอน 2 คน และเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษ จำนวน 1 คน ผลการทดสอบความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้งสามคนให้ผลคะแนนความสอดคล้องเชิงวัตถุประสงค์เป็น 0.94

1.3 ปรับปรุงแบบทดสอบตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญในด้านภาษาที่ใช้

1.4 นำแบบทดสอบไปทดลองกับนักเรียนในกลุ่มย่อย 5 คน จากนั้นปรับปรุงภาษา และนำไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มใหญ่ 20 คน จากนั้นปรับปรุงด้านภาษา โดยแบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ที่ดัดแปลงมาจากแนวคิดของ Torrance มีระดับความเชื่อมั่นเป็น 0.67 และเนื่องจากแบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบที่ดัดแปลงมาจากแนวคิดของ Torrance จึงไม่ได้มีการหาอำนาจจำแนกหรือความยากง่าย ส่วนใหญ่ปรับได้เฉพาะภาษาที่ใช้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจโจทย์แต่ละข้อและแบบทดสอบตามแนวคิดของ Torrance เป็นแบบทดสอบที่สามารถใช้ได้ตั้งแต่ระดับประถมจนถึงวัยผู้ใหญ่

1.5 ปรับปรุงแบบทดสอบอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปทดลองจริง โดยมีตัวอย่างแบบทดสอบแต่ละด้าน ดังนี้

ตอนที่ 1 Figural คำชี้แจง จงตอบคำถามให้ได้มากที่สุด

Activity 3. (Complete) จากรูปร่างที่กำหนดให้ จงวาดหรือต่อเติมให้เกิด ความสมบูรณ์พร้อมระบุชื่อของรูปภาพ

↖	๓	└
✓	๕	✓
๒	๖	๘

ตอนที่ 2 Verbal

Activity 6 ถ้าคนหายตัวไปไหนก็ได้ ท่านคิดว่าจะเกิดเหตุการณ์ใดได้บ้าง

2. แบบสัมภาษณ์ เป็นแบบสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการที่จัดทำขึ้นเพื่อให้คุณครูสัมภาษณ์นักเรียนก่อนและหลังการทดลอง มีขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์ ดังนี้

2.1 สร้างข้อคำถามเกี่ยวกับพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยคุณครูสามารถปรับเปลี่ยนแบบสัมภาษณ์ได้ตามสถานการณ์

2.2 ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบ โดยเป็นกลุ่มเดียวกับตรวจสอบแบบทดสอบเพื่อพิจารณาข้อคำถามได้ผลการพิจารณามีค่า IOC เท่ากับ 1

2.3 ปรับปรุงข้อคำถามตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ
การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เก็บข้อมูลจากการทำแบบทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

2. เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ โดยมีขั้นตอนการคัดเลือกนักเรียนเพื่อเป็นกลุ่มเป้าหมาย ดังนี้

2.1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ Pretest จากนั้นแบ่งคะแนนนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

2.2 คัดเลือกนักเรียนมาอย่างสุ่มกลุ่มละ 1 คน ดัง Figure 4 โดยในการสัมภาษณ์จะสัมภาษณ์หลังทำแบบทดสอบ Pretest และ แบบทดสอบ Posttest โดยใช้กลุ่มเป้าหมายของนักเรียนที่สัมภาษณ์กลุ่มเดิม

3	53	เก่ง	}	คัดเลือกมา 1 คน เพื่อสัมภาษณ์ และบันทึกประวัติไอคอนสัมภาษณ์
6	48	เก่ง		
24	48	เก่ง		
1	46	เก่ง		
9	46	เก่ง		
26	44	เก่ง		
13	43	เก่ง	}	คัดเลือกมา 1 คน เพื่อสัมภาษณ์ และบันทึกประวัติไอคอนสัมภาษณ์
23	42	เก่ง		
7	40	เก่ง		
32	38	ปานกลาง		
12	36	ปานกลาง		
22	36	ปานกลาง		
30	35	ปานกลาง	}	คัดเลือกมา 1 คน เพื่อสัมภาษณ์ และบันทึกประวัติไอคอนสัมภาษณ์
4	32	ปานกลาง		
17	32	ปานกลาง		
18	32	ปานกลาง		
25	30	ปานกลาง		
5	28	ปานกลาง		
10	28	ปานกลาง	}	คัดเลือกมา 1 คน เพื่อสัมภาษณ์ และบันทึกประวัติไอคอนสัมภาษณ์
16	28	อ่อน		
19	28	อ่อน		
20	28	อ่อน		
21	28	อ่อน		
27	28	อ่อน		
28	28	อ่อน	}	คัดเลือกมา 1 คน เพื่อสัมภาษณ์ และบันทึกประวัติไอคอนสัมภาษณ์
2	27	อ่อน		
14	24	อ่อน		
11	20	อ่อน		
29	17	อ่อน		
8	16	อ่อน		

Figure 4 Students selection.

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์

1.1 สร้างเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ตาม

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งเป็นเกณฑ์ด้าน
ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิด
ละเอียดลออ ดัง Table 2

Table 2 Criteria of Torrance's creative thinking test.

เกณฑ์ประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
ความคิดคล่อง	ไม่มีคำตอบ หรือได้คำตอบ 1 คำตอบที่ยังไม่สมบูรณ์ หรือยังไม่สามารถใช้งานได้	ได้คำตอบที่เหมาะสม 1 คำตอบหรือได้ความ สัมพันธ์ของคำถาม	ได้คำตอบที่เหมาะสม 2 คำตอบหรือ ได้ความสัมพันธ์ของ คำถามเป็นอย่างดี	ได้คำตอบที่เหมาะสม หลายคำตอบหรือ ได้ความสัมพันธ์ใหม่ ของคำตอบ
ความคิดยืดหยุ่น	ไม่สามารถหาวิธีคิด ตามสถานการณ์ที่กำหนด ได้เลย หรือวิธีคิดที่ได้มา ยังไม่ถูกต้อง ไม่สามารถ ใช้งานได้จริง หรือ ไม่เหมาะสมกับสถานการณ์	หาวิธีคิดตามสถานการณ์ ที่กำหนดได้ โดยทุกข้อ คำถามใช้วิธีเดียวกัน ซึ่งสามารถจัดเป็น กลุ่มแนวคิดได้เพียง 1 กลุ่มแนวคิด	หาวิธีคิดตามสถานการณ์ ที่กำหนดได้อย่างน้อย 2 วิธี หรือมีวิธีการที่ สามารถจัดกลุ่มแนวคิดได้ 2 กลุ่มแนวคิด	หาวิธีคิดตามสถานการณ์ ที่กำหนดได้ โดยใช้วิธี หลากหลาย ซึ่งสามารถจัด กลุ่มแนวคิดได้หลายกลุ่ม และเลือกใช้ได้อย่าง เหมาะสม
ความคิดริเริ่ม	ไม่สามารถคิดหาวิธีหา คำตอบที่แตกต่างจากวิธีคิด ทั่วไปตามสถานการณ์ ที่กำหนดให้ได้ หรือมี ร่องรอยในการหาวิธีคิดที่ แตกต่างจากวิธีคิดทั่วไป แต่ไม่สามารถใช้หา คำตอบได้	คิดวิธีที่จะนำไปหาคำตอบ ในสถานการณ์ที่กำหนด ให้ได้ แต่เป็นวิธีที่ค่อนข้าง ธรรมดา คือ มีนักเรียนใน ห้องใช้ตั้งแต่ 6% ขึ้นไป	คิดวิธีหาคำตอบได้ ซึ่งเป็น วิธีที่น่าสนใจ และเลือกใช้ หลักการทางคณิตศาสตร์ ที่เหมาะสม โดยอาจซ้ำกับ นักเรียนคนอื่นบ้างเล็กน้อย คือ 3-5% ของนักเรียน ในห้อง	คิดวิธีหาคำตอบได้ถูกต้อง โดยเลือกใช้หลักการทาง คณิตศาสตร์ได้อย่าง เหมาะสม โดดเด่น ไม่เหมือนใคร ซึ่งเป็นวิธี ที่ใช้ความรู้รอบรู้ในการคิด และมีนักเรียนเพียง 1-2 คน ที่ใช้วิธีนี้ หรือ 1-2% ของนักเรียนในห้อง

Table 2 Criteria of Torrance's creative thinking test. (cont.)

เกณฑ์ประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
ความคิด ละเอียดลออ	ไม่สามารถแก้ปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนด ได้เลย หรืออธิบายวิธีคิด แก้ปัญหาโดยใช้ความ สัมพันธ์ แบบรูป กฎ หลักการ หรือสมการ ไม่เหมาะสมกับเงื่อนไข ของแบบรูป	อธิบายวิธีคิดในการหา กฎ หลักการของแบบรูป หรือ สมการในการแก้ปัญหา ได้บ้างเล็กน้อย แต่ยัง ไม่ชัดเจนในบางประเด็น	อธิบายวิธีคิดในการ แก้ปัญหาจากสถานการณ์ ที่กำหนดโดยใช้ กฎ หลักการของแบบรูป ได้ อย่างชัดเจน โดยใช้เนื้อหา ที่เหมาะสม	อธิบายวิธีแก้ปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนด โดยกล่าวถึงวิธีคิด ในการหาความสัมพันธ์ กฎ หลักการได้อย่างชัดเจน กระชับถ้อยคำ และวิธีอื่นๆ ใช้การได้ดี

1.2 ใช้การทดสอบ t-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการทำโครงการ

1.3 ใช้การวิเคราะห์เชิงคุณภาพเพื่อบรรยายลักษณะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

2. วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน จากการสัมภาษณ์และบรรยายแบบพรรณนาเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการวิจัย (Results)

1. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังการทำโครงการแบบสะเต็ม ดัง Table 3

Table 3 The results of treatment test.

ผลการทดลอง	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig (2-tailed)
ก่อนการทดลอง	34.87	11.46	9.79	30	0.00
หลังการทดลอง	55.03				

จาก Table 3 จะเห็นว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ภายหลังจากทำโครงการแบบสะเต็ม โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการทำโครงการต่างกัน 20.16 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนการทำโครงการ คือ 34.87 และคะแนนเฉลี่ยหลังทำโครงการ คือ 55.03

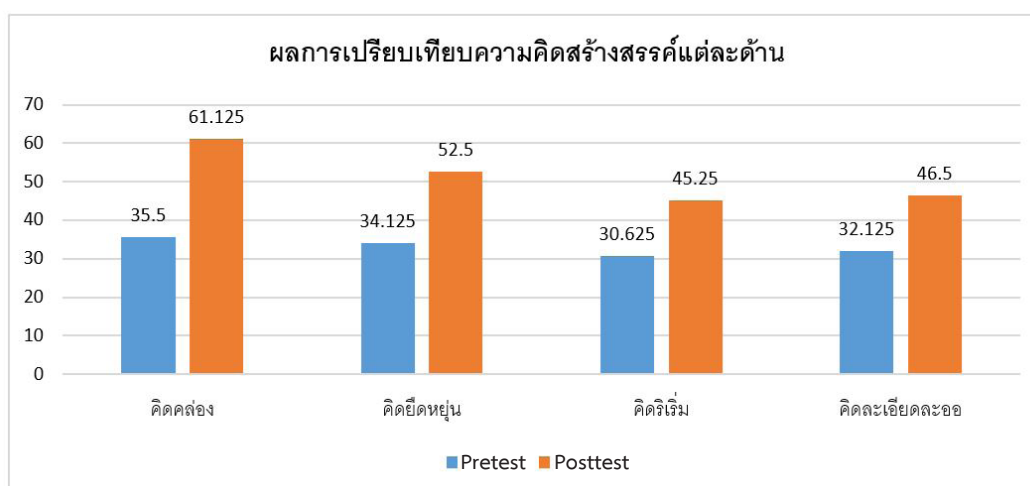


Figure 5 Creative thinking development.

เมื่อพิจารณาความคิดสร้างสรรค์แต่ละด้าน พบว่า
นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกด้าน ดัง Figure 5

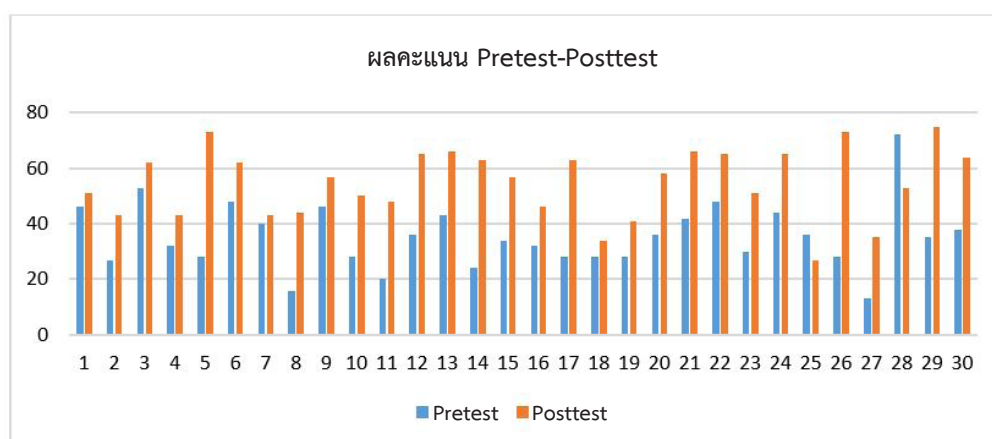


Figure 6 Pretest and Posttest.

นอกจากนี้ ได้ผลของคะแนนก่อนการทำโครงงานและ
หลังการทำโครงงานของนักเรียนแต่ละคนดัง Figure 6

ผลจากการวิเคราะห์แบบทดสอบที่แสดงให้เห็นว่า
นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มจากเดิมอย่างเห็นได้ชัด
สามารถพิจารณาจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดัง Table 4

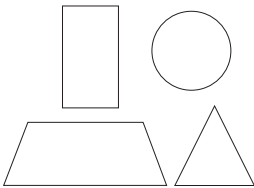
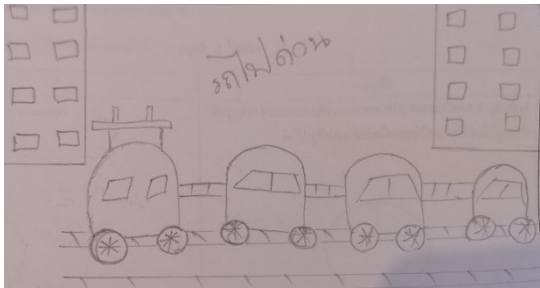
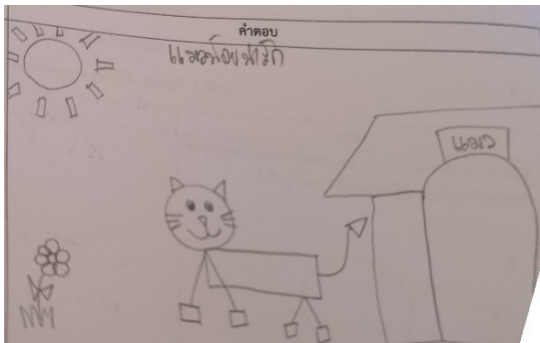
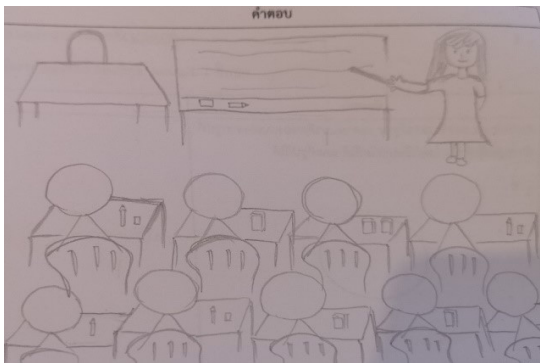
Table 4 Examples of good improvement after STEM projects.

ข้อคำถาม	คำตอบของนักเรียน			
	นักเรียนคนที่	Pretest	Posttest	วิเคราะห์คำตอบ
Activity 1 จงสร้างสรรค์ รูปภาพตามแนวคิดของ ตนเองจากรูปที่กำหนด ให้เท่านั้น โดยใช้ขนาดใด ก็ได้และกี่รูปก็ได้	1			นักเรียนมีความคิดริเริ่ม มากขึ้น โดยมีความคิดแตกต่าง จากเพื่อนในชั้นเรียนมีเพียงคน เดียวที่ตอบแบบนี้
	2			นักเรียนมีความคิดริเริ่ม โดยมีความคิดแตกต่าง ไปจากเดิมมาก แทนที่จะใช้ วงกลมแค่วงเดียว มีความคิด ยืดหยุ่นเพื่อเพิ่มวงกลมมากขึ้น
	3			นักเรียนมีความคิดคล่องขึ้นมาก ได้คำตอบหลายคำตอบ มีความยืดหยุ่นทางความคิด ดีขึ้น มีความคิดละเอียดลออ และมีรูปแบบของแนวคิด ชัดเจน

สำหรับคำถาม Activity 2 (Combine) ซึ่งก่อนการทำโครงงานนักเรียนร้อยละ 70 วาดเป็นรูปบ้าน ภายหลังการทำโครงงาน พบว่า มีนักเรียนวาดรูปบ้านเพียง 10 คน

จาก 30 คน (เหลือเพียงร้อยละ 33.33) โดยมีความคิดแตกต่างจากเดิมที่น่าสนใจ ดัง Table 5

Table 5 Good improvement of students in activity 2 (combine).

ตัวอย่างข้อสอบ	คำตอบของนักเรียน	วิเคราะห์คำตอบ
Activity 2 (Combine) จงสร้างสรรค์รูปภาพจากรูปต่างๆ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุชื่อ 	นักเรียนคนที่ 1 	นักเรียนมีความคิดริเริ่มโดยในห้องเรียน ไม่มีใครวาดแบบนี้ นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นในการใช้รูปวงกลม และรูปเหลี่ยมอื่นๆ และมีความคิดคล่องวาดได้หลายแบบมากขึ้น
	นักเรียนคนที่ 2 	นักเรียนมีความคิดริเริ่มโดยในห้องเรียน ไม่มีใครวาดแบบนี้ นักเรียนมีความคิดยืดหยุ่นในการใช้รูปวงกลม และรูปเหลี่ยมอื่นๆ ในการนำไปวาดแมวในจินตนาการ
	นักเรียนคนที่ 3 	นักเรียนมีความคิดริเริ่ม แปลกใหม่มากกว่าคนอื่นในชั้นเรียน มีความคิดคล่อง และมีความคิดยืดหยุ่นในการนำวงกลมไปใช้ในหลายส่วนของรูป

2. ความเชื่อของนักเรียนที่ว่าโครงงานแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ ผลจากการสัมภาษณ์ ภายหลังการทำโครงงาน พบว่า นักเรียน 100% เชื่อว่าโครงงานแบบสะเต็มสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ แม้ผลจากการสัมภาษณ์ก่อนการทำโครงงานนักเรียนเกือบทุกคน (ร้อยละ 80) ไม่แน่ใจ ผลจากการสัมภาษณ์หลังทำโครงงานมีนักเรียนให้

ความเห็นที่น่าสนใจ ดังนี้

“การได้ลงมือทำด้วยตนเองอย่างอิสระ ทำให้หนูสามารถเรียนรู้และคิดได้ดีขึ้น”

“เมื่อมีสิ่งที่เป็นจุดเริ่มต้น (จากโจทย์) ครั้งแรกคิดได้อีกอย่างหนึ่ง แต่พอได้ทำโครงงานและคิดทบทวน สามารถคิดได้ดีขึ้น”

อภิปรายผล (Discussions)

1. นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ภายหลังการทำโครงการแบบสะเต็ม เพราะว่าแนวคิดสะเต็มช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกตและฝึกแก้ปัญหา นักเรียนสามารถเห็นแนวคิดที่หลากหลายและแตกต่าง โดยการลองผิดลองถูก การแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนคิดและจินตนาการมันจะผลักดันให้พวกเขาพัฒนาเพื่อนำไปสู่มุมมองใหม่ๆ ที่มีประโยชน์สำหรับการใช้ชีวิต ดังงานวิจัยของ Chou et al. (2017) Byrum (2015) Jai-on (2017) Aizikovitsh-Udi and Amit (2011) นอกจากนี้ Mayasari, Kadarohman, Rusdiana, and Kaniawati (2016) ยังพบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และนำเสนอผลงานเชิงสร้างสรรค์ได้ เป็นผลจากพวกเขามีความรู้ด้านสะเต็มที่ช่วยสนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ผ่านการเรียนแบบร่วมมือและการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะ นอกจากนี้ ความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันก็เป็นผลมาจากที่พวกเขาได้ทำกิจกรรมด้านสะเต็ม

2. การทำโครงการแบบสะเต็มเป็นเวลา 1 เดือน ทำให้นักเรียนเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ของพวกเขาดีขึ้นได้ เนื่องจากพวกเขามีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ทำให้ได้เห็นแนวคิดที่แตกต่างซึ่งช่วยพัฒนาความคิดเดิมของตนเอง และรวมถึงพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วย ดังงานวิจัยของ Mihardi, Harahap, and Abdullah Sani (2013) ที่พบว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นหลังการทำโครงการมากกว่าการเรียนแบบร่วมมือ มันชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบโครงการส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาระบบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และสอดคล้องกับงานของ Hasani, Hendrayana, and Senjaya (2017) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานมีผลต่อนักเรียนและเป็นแนวทางที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สำหรับทุกชั้นเรียนด้านวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำวิจัยไปใช้และการทำวิจัยครั้งต่อไป (Recommendations)

1. ผลการวิจัยมีประโยชน์มากกับโรงเรียนและหน่วยงานทางการศึกษาที่จะนำไปใช้ประโยชน์สำหรับพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเยาวชนทั้งในระดับประถม มัธยมศึกษาและอุดมศึกษา
2. ควรมีการขยายการวิจัยเป็นการทดลองใช้นวัตกรรมอื่นๆ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
3. ควรศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนและนักศึกษาในระดับอื่นๆ
4. การทำโครงการระยะ 1 เดือน อาจไม่เพียงพอสำหรับนักเรียนบางคนที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ควรขยายเวลาเป็น 2-3 เดือน หรือมากกว่านั้น

เอกสารอ้างอิง (References)

- Aizikovitsh-Udi, E., & Amit, M. (2011). Developing the skills of critical and creative thinking by probability teaching. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 1087–1091.
- The Alberta Teachers' Association. (2014). 3 Examples-Torrance tests of creative thinking (TTCT). Retrieved from <https://innovators-guide.ch/wp-content/uploads/2012/12/torrance-creativity-test.pdf>
- Byrum, D. (2015). Encouraging Creativity in a STEM Classroom. *K-12 STEM Education*, 1(1), 13–21.
- Gonzalez, H. B., & J.Kuenzi, J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM): A Primer. *Congressional Research Service* (1–15). Retrieved from https://www.ccc.edu/departments/Documents/STEM_labor.pdf
- Hasani, A., Hendrayana, A., & Senjaya, A. (2017). Using project-based learning in writing an educational article: An experience report. *Universal Journal of Educational Research*, 5(6), 960–964.
- Honeck, E. (2016). Inspiring creativity in teachers to impact students. *Torrance Journal for Applied Creativity*, 1, 33–38. doi.org/10.1016/B978-0-12-375038-9.00223-5
- Jai-on, J. (2017). A thai study of mathematical creativity of students in the lesson study and an open approach context. *HRD Journal*, 8(1), 74–82.
- Kaewkanha, O., Srichumnong, J., & Pawanlanchakorn, J. (2017). Action research on creative thinking development of computer subject in Prathomsuksa 5 student at Bannumque school under the Office of Loei Primary Educational Service Area Office 1, *Journal of Education Naresuan University*, 19(2), 289–304.
- Katanski, D. (2013). Bridging the creativity and STEM crisis. 2013 ASQ Advancing the STEM Agenda Conference, Section 4-2. Retrieved from <http://rube.asq.org/edu/2013/04/career-development/bridging-the-creativity-and-stem-crisis.pdf>
- Ku, S. T. (2018). *STEM education*. Retrieved from <https://www.usinnovation.org/reports/stem-education-us-where-we-are-and-what-we-can-do>
- Lou, S. J., Chou, Y. C., Shih, R. C., & Chung, C. C. (2017). A study of creativity in CaC2 steamship-derived STEM project-based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2387-2404. doi.org/10.12973/eurasia.2017.01231a
- Mayasari, T., Kadarohman, A., Rusdiana, D., & Kaniawati, I. (2016). Exploration of student's creativity by integrating STEM knowledge into creative products. *AIP Conference Proceedings* 1708, 080005.
- Mihardi, S., Harahap, M. B., & Abdullah Sani, R. (2013). The effect of project based learning model with KWL worksheet on student creative thinking process in physics problems. *Journal of Education and Practice*, 4(25), 188–200.
- Reeve, E. M. (2013). *Implementing science, technology, mathematics, and engineering (STEM) education in Thailand and in ASEAN*. A report prepared for: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- Sarah, P., & Dean, M. (2018). Inspiring creativity through STEM curriculum. Retrieved from <https://fellows.applied.org.au/Documents/Events/presentations/2017-education-forum/maddison-stem-education-24-02-2017.pdf>
- White, D. (2014). What is it and why is it important?. *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 308–313. doi.org/10.1136/bmj.322.7301.1536.