

การสร้างรูปแบบซีทีจีเนียริงเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ  
ในกิจกรรมสะเต็มสำหรับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

The Creation of CTgineering Model for Development of Integrated Science  
Process Skills in STEM Activities for Pre-service Teachers

(Received: January 28, 2020; Revised: March 31, 2020; Accepted: September 15, 2020)

อภิชาติ พัยคชิน<sup>1\*</sup>

Apichart Payakkhin<sup>1\*</sup>

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปในชั้นปีที่ 4 ก่อนจะไปฝึกปฏิบัติการวิชาชีพครูในสถานศึกษา ด้วยการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มที่ดำเนินกิจกรรมด้วยรูปแบบซีทีจีเนียริง (CTgineering) และศึกษาผลของการใช้รูปแบบซีทีจีเนียริงนี้ในประเด็นของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียริงเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักศึกษา โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์รูปแบบการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและรูปแบบการจัดกิจกรรมสะเต็มที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาสังเคราะห์เป็นรูปแบบซีทีจีเนียริงที่สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการได้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปในชั้นปีที่ 4 ที่เรียนอยู่ในวิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร และรูปแบบที่ใช้ในงานวิจัย คือ รูปแบบซีทีจีเนียริง ซึ่งเป็นรูปแบบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นท้าทายความสามารถ (Challenging) ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูล (Collecting) ขั้นที่ 3 ขั้นประมวลผลข้อมูล (Processing) ขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างชิ้นงาน (Creating) ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอข้อมูล (Presenting) และขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Assessing) โดยได้ทำการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการกับนักศึกษาก่อนและหลังจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียริง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียริง 8 แผน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และแบบวัดความพึงพอใจผลการวิจัย พบว่า

<sup>1</sup> วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Collage of Teacher Education, Phranakhon Rajabhat University

\* e-mail: payakkhin@gmail.com

1. ได้รูปแบบซีทีจีเนียร์ริง ซึ่งเป็นรูปแบบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นท้าทายความสามารถ ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 ขั้นประมวลผลข้อมูล ขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างชิ้นงาน ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอข้อมูล และขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล

2. คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักศึกษารายด้านและภาพรวมหลังจากเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3. นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการอยู่ในระดับมาก

**คำสำคัญ:** รูปแบบซีทีจีเนียร์ริง กิจกรรมสะเต็ม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

## Abstract

The purposes of this study were to enhance general science pre-service students' integrated science process skills by using STEM activities through CTgineering Model and to study the results of the STEM activities through CTgineering Model implementation on the students' integrated science process skills and the students' satisfaction. The researcher analyzed critical thinking skills model that conform to integrated science process skills and engineering design process in STEM activities model and then synthesized CTgineering Model to enhance integrated science process skills.

The samples used in the study were general science pre-service students studying in academic year 2018 at College of Teacher Education at Phranakhon Rajabhat University. The CTgineering model, the model for enhancing integrated science process skills, that consists of 6 steps as follow; step 1 Challenging, step 2 Collecting, step 3 Processing, step 4 Creating, step 5 Presenting, and step 6 Assessing were used in this study. The samples were cluster sampling which the integrated science process skills were measured before using STEM activities through CTgineering Model. The instruments used in the research were 8 lesson plans that used several STEM activities through CTgineering Model, the integrated science process skills test and satisfaction test. The research results revealed that:

1. Get the CTgineering model for enhancing integrated science process skills, that consists of 6 steps as follow; step 1 Challenging, step 2 Collecting, step 3 Processing, step 4 Creating, step 5 Presenting, and step 6 Assessing.

2. The pre-service students' scores of each integrated science process skills and in total mean scores after using STEM activities through CTgineering Model were statistically higher than the students' mean scores before using STEM activities through CTgineering Model at the 0.05 level of significance.

3. The pre-service students' satisfaction scores after using the STEM activities through CTgineering Model were high.

**Keywords:** CTgineering Model, STEM activities, Integrated science process skills

## บทนำ

การศึกษาของประเทศไทยได้มีการพัฒนาหลักสูตรให้มีความก้าวหน้าอยู่เสมอ สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งมีเป้าหมายให้ผู้เรียนทุกคนนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาหาความรู้และแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างมีเหตุผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และมีจิตวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล โดยวิชาวิทยาศาสตร์สามารถบูรณาการร่วมกับวิชาอื่น ๆ ได้เช่นเดียวกับรูปแบบการจัดการศึกษาที่เรียกว่า รูปแบบ STEM ซึ่งย่อมาจาก Science, Technology, Engineering, and Mathematics เป็นแนวทางการเรียนการสอนที่มีลักษณะของการบูรณาการการเรียนการสอนทั้งสี่สาขาวิชาเข้าด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดย มนตรี จุฬาวัฒนพล (2556ข : 16) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในทุกระดับชั้นตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง สะเต็มศึกษาจึงมักเน้นการทำโครงการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยวิธีบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ก่อให้เกิดเทคโนโลยีที่ใช้ประโยชน์

สำหรับประเทศไทยนั้นกระทรวงศึกษาธิการได้เร่งผลักดันแนวทางการจัดการศึกษาระบบ “สะเต็มศึกษา” เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้แก่การศึกษาไทยและการศึกษาในประชาคมอาเซียน โดยเริ่มจากความร่วมมือในการประชุมเชิงปฏิบัติการของผู้บริหารสถานศึกษาในภูมิภาคอาเซียน เพื่อสร้างวิสัยทัศน์การเป็นผู้นำทางวิชาการให้มีความรู้ความเข้าใจ และกลวิธีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อปรับเปลี่ยนการสอนของครูในโรงเรียนต่อไป นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังเป็นการจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด และทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้างและพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบัน การเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย

ความสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายของสะเต็มศึกษาจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้เยาวชนไทยรุ่นใหม่เกิดการเรียนรู้และอยู่ในโลกแห่งอนาคตได้อย่างแท้จริง (พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556 : 55) ปัจจุบันองค์ความรู้บูรณาการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) หรือที่เรียกว่าสะเต็ม (STEM) นับเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ จากการศึกษาและงานวิจัย พบว่าประเทศใดที่ประชากรมีระดับพื้นฐานความรู้สะเต็มอยู่ในระดับสูงก็อนุমানได้ว่า ประเทศนั้นมีความได้เปรียบทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ดังนั้นจึงส่งผลให้ประเทศต่าง ๆ ได้เริ่มส่งเสริมให้มีการพัฒนาการเรียนการสอนสะเต็มเป็นประเด็นสำคัญในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งสะเต็มศึกษามักเน้นการทำโครงการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่โดยบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (มนตรี จุฬาวัดนทล, 2556ก : 5)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะสำคัญยิ่งและจำเป็นต้องให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน และเป็นเครื่องมือที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสำรวจตรวจสอบเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ (Akinbobola and Afolabi, 2010 : 235) ซึ่งการจัดการเรียนสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนยังขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการโดยเฉพาะทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะที่สำคัญของวิธีการทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ (อุษา นาคทอง, อธิพร อนันตะเศรษฐกุล และ นฤมล ยุตาคม, 2550 : 392) ดังนั้น ครูผู้สอนควรปรับการเรียน เปลี่ยนการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับตัวผู้เรียนและสังคมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในโลกปัจจุบัน ซึ่งในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสามารถพัฒนาได้ในทุกระดับ ซึ่งกระทำโดยใช้สิ่งเร้าและวิธีการที่เหมาะสม กระตุ้นให้บุคคลได้ใช้ความสามารถที่มีอยู่ในตัวเองเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพทางการคิดที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการได้ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการให้กับผู้เรียนควรใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ เปิดโอกาสให้มีการแสดงความคิดเห็น มีการทำกิจกรรมกลุ่มและแสดงผลงาน และควรเน้นให้มีการปฏิบัติจริงด้วย (พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556 : 53)

จากปัญหาและความเป็นไปได้ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงได้สร้างรูปแบบซีทีจีเนียร์ริง (CTgineering Model) ซึ่งเป็นรูปแบบที่พัฒนาขึ้นจากการวิเคราะห์รูปแบบการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เน้นให้ผู้รับข้อมูลมาได้พิจารณาข้อมูลนั้นด้วยการวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การยอมรับหรือเชื่อถือข้อมูลนั้นว่ามีความน่าเชื่อถือหรือไม่ ซึ่งมีความสอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในกิจกรรมสะเต็มที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อนำไปสู่การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ รวมทั้งสามารถนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมทำให้ผู้เรียนสนุกสนาน และไม่เบื่อหน่ายการเรียน

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนารูปแบบซีทีจีเนียริ่ง ที่เหมาะสมในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการในกิจกรรมสะเต็ม
2. เพื่อศึกษาผลการนำรูปแบบซีทีจีเนียริ่ง ไปทดลองใช้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการในกิจกรรมสะเต็มเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนออกไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษา
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาวิชาชีพครูต่อการใช้รูปแบบซีทีจีเนียริ่ง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการในกิจกรรมสะเต็ม

## ประโยชน์ของการวิจัย

1. ได้รู้รูปแบบและแนวทางในการจัดกิจกรรมสะเต็มเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักศึกษาที่จะไปฝึกประสบการณ์การวิชาชีพครูในชั้นปีที่ 5 ให้กับนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์หรือวิชาที่เกี่ยวข้องกับแนวการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม
2. ได้กิจกรรมสะเต็มที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของผู้เรียนให้ดีขึ้นได้
3. ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการซึ่งนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ได้
4. เป็นแนวทางให้ผู้สอนวิชาอื่น ๆ ได้เห็นแนวทางในการจัดกิจกรรมสะเต็มเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการต่อไป

## ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้แนวคิดสำคัญที่เกี่ยวกับการใช้รูปแบบซีทีจีเนียริ่ง ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นในกิจกรรมสะเต็มเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ซึ่งกิจกรรมสะเต็มเป็นการบูรณาการใน 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และนำไปใช้กับนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่กำลังศึกษาในชั้นปีที่ 4 จำนวน 30 คน ในปีการศึกษา 2561 ในภาคการศึกษาที่ 2 ที่เรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพสำหรับครู เพื่อศึกษาผลการนำรูปแบบซีทีจีเนียริ่งในกิจกรรมสะเต็มไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการแก่ผู้เรียน

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูชั้นปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในวิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 14 สาขาวิชา ทั้งหมด 420 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่กำลังศึกษาในวิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน โดยผู้วิจัยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

### 2. ตัวแปรสำคัญในการวิจัย

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ รูปแบบซีทีจีเนียร์ในกิจกรรมเพิ่มเติม

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และความพึงพอใจของนักศึกษา

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ในกิจกรรมเพิ่มเติม จำนวน 8 แผน แผนละ 3 คาบ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพสำหรับครู โดยการศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ในกิจกรรมเพิ่มเติม แล้วสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ในกิจกรรมเพิ่มเติม จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการจัดกิจกรรมเพิ่มเติม จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้านการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมตามรูปแบบและความถูกต้องของภาษาที่ใช้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาการประถมศึกษาที่เรียนวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มทดลอง แล้วนำไปปรับปรุงเพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป

3.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ แล้วสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการเป็นแบบทดสอบแบบเขียนบรรยายโดยกำหนดสถานการณ์ที่เป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้ร่วมวิจัยได้แสดงความคิดเห็นและสามารถถ่ายทอดความคิดเห็นเหล่านั้นด้วยการเขียนสื่อความสะท้อนถึงสติปัญญา ความรู้ความเข้าใจ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ แก้ปัญหา และสร้างสรรค์จินตนาการอย่างเหมาะสม มีคุณค่า ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ คือ 4, 3, 2, 1 และ 0 จำนวน 6 ข้อใหญ่ แต่ละข้อมี 5 ข้อย่อย รวมมี 30 ข้อย่อย คะแนนเต็ม 120 คะแนน

ใช้เวลาในการทำ 2 ชั่วโมง แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับตัวชี้วัด (IOC) และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ พิจารณา พร้อมให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.3 แบบวัดความพึงพอใจต่อการทำกิจกรรมเพิ่มเติมด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ สร้างตามแนวของลิเคิร์ต (Likert) โดยศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อเป็นกรอบในการสร้างคำถาม แล้วสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้ข้อความแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 18 ข้อคำถาม ซึ่งประกอบด้วยความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ความเหมาะสมทั้งทางด้านเนื้อหาและเวลา และภาพรวมของการเรียน จากนั้นนำแบบสอบถามความพึงพอใจเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของแบบสอบถาม แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสามารถแปลความหมายระดับคะแนนของความคิดเห็น ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายความว่า มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

#### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยใช้รูปแบบซีทีจีเนียร์ในกิจกรรมเพิ่มเติมของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยาลัยการฝึกหัดครู และในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการทดลองด้วยตนเอง และดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ในกิจกรรมเพิ่มเติม แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบวัดความพึงพอใจต่อการทำกิจกรรมเพิ่มเติม

ขั้นที่ 2 ทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนการทำกิจกรรมเพิ่มเติมด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์

ขั้นที่ 3 ดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ในกิจกรรมเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ขั้นที่ 4 ทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และวัดความพึงพอใจต่อการทำกิจกรรมเพิ่มเติมด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์หลังทำกิจกรรม

ขั้นที่ 5 นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบวัดความพึงพอใจต่อการทำกิจกรรมเพิ่มเติม หลังทำกิจกรรม

#### 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

5.1 หาค่าสถิติพื้นฐานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์

ริงในกิจกรรมเพิ่มเติมก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำข้อมูลไปหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS

5.2 เปรียบเทียบความสามารถในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงในกิจกรรมเพิ่มเติมก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบค่าที (t – test) แบบ Dependent Samples

### สรุปผลการวิจัย

1. ได้รูปแบบซีทีจีเนียร์ริง ซึ่งเป็นรูปแบบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์รูปแบบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและรูปแบบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 ชั้นท้าทายความสามารถ (Challenging) ชั้นที่ 2 ชั้นรวบรวมข้อมูล (Collecting) ชั้นที่ 3 ชั้นประมวลผลข้อมูล (Processing) ชั้นที่ 4 ชั้นการสร้างชิ้นงาน (Creating) ชั้นที่ 5 ชั้นนำเสนอข้อมูล (Presenting) และชั้นที่ 6 ชั้นประเมินผล (Assessing)
2. ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ทั้งก่อนทำการศึกษาและหลังทำการศึกษา ดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ก่อนเรียนและหลังเรียน (N = 30)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ	คะแนนเดิม	ก่อนการใช้แผนการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริง		หลังการใช้แผนการจัดกิจกรรมเพิ่มเติมด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริง		t	$\alpha$
		Mean	S.D.	Mean	S.D.		
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	24	9.50	2.71	18.42	1.37	6.62	0.05
2. ทักษะการกำหนด นิยามเชิงปฏิบัติการ	24	10.03	2.85	18.92	1.58	4.32	0.05
3. ทักษะการกำหนด ตัวแปรและควบคุมตัวแปร	24	11.34	1.63	19.82	1.00	2.91	0.05
4. ทักษะการทดลอง	24	13.34	1.44	21.53	0.89	6.00	0.05
5. ทักษะการตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป	24	9.54	1.23	20.54	1.12	5.73	0.05
<b>โดยรวม</b>	<b>120</b>	<b>53.75</b>	<b>1.97</b>	<b>99.23</b>	<b>1.19</b>	<b>3.63</b>	<b>0.05</b>



ผลการวิจัยสรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังจากเรียนโดยใช้แผนการจัดกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงของนักศึกษามีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการก่อนเรียนในทุกด้านของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีค่าเฉลี่ยหลังการใช้แผนการจัดกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงมากที่สุดไปน้อยที่สุด คือ ทักษะการทดลอง (Experimenting) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusions) ทักษะการกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Variables Operationally) และทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) ตามลำดับ

3. ผู้วิจัยได้วัดความพึงพอใจของนักศึกษาต่อกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ โดยจำแนกความพึงพอใจออกเป็น 3 ด้าน รวม 18 ข้อ เมื่อวัดความพึงพอใจหลังการทำกิจกรรมแล้ว ได้แสดงผลในตารางที่ 2 ดังนี้

**ตารางที่ 2** ผลความพึงพอใจของนักศึกษาต่อกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับ
<b>ด้านอาจารย์ผู้สอน</b>			
1. อาจารย์ชี้แจงการทำกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการให้นักศึกษาเข้าใจอย่างชัดเจน	4.33	1.43	มาก
2. อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำนักศึกษาให้สามารถดำเนินกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงได้อย่างดีและทั่วถึง	4.46	1.32	มาก
3. อาจารย์ส่งเสริมให้นักศึกษามีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริง	4.21	1.05	มาก
4. อาจารย์สามารถจัดสรรเวลาได้อย่างพอดีต่อการเรียนรู้และการทำกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริง	4.75	1.79	มากที่สุด
<b>ด้านกิจกรรม</b>			
5. นักศึกษาเข้าใจจุดประสงค์ของการทำกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงได้เป็นอย่างดี	4.36	1.15	มาก

ตารางที่ 2 (ต่อ)

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับ
6. กิจกรรมเพิ่มเติมด้วยรูปแบบซีทีจีเนียริงมีระดับ ความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของ นักศึกษา	4.53	1.92	มากที่สุด
7. กิจกรรมตรงกับความสนใจและความต้องการของ นักศึกษา	4.38	1.20	มาก
8. กิจกรรมเพิ่มเติมด้วยรูปแบบซีทีจีเนียริง มีการเรียงลำดับที่ทำให้นักศึกษาเข้าใจและ ปฏิบัติได้ง่าย	4.12	0.93	มาก
9. การจัดกิจกรรมเพิ่มเติมด้วยรูปแบบซีทีจีเนียริง เหมาะสมกับเวลา	4.29	1.01	มาก
10. กิจกรรมเพิ่มเติมด้วยรูปแบบซีทีจีเนียริง มีความทันสมัยเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน	4.85	1.48	มากที่สุด
11. นักศึกษามีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเพิ่มเติม ด้วยรูปแบบซีทีจีเนียริงร่วมกัน	4.62	1.53	มากที่สุด
12. นักศึกษามีการแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็น ซึ่งกันและกัน	4.36	1.04	มาก
13. กิจกรรมเพิ่มเติมด้วยรูปแบบซีทีจีเนียริงสามารถ ส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการได้	4.51	1.36	มากที่สุด
14. นักศึกษาได้ฝึกทักษะการสื่อสารระหว่างสมาชิก เช่น การเป็นผู้นำ การตัดสินใจ การแก้ปัญหา ฯลฯ	4.67	0.82	มากที่สุด
<b>ด้านการวัดและประเมินผล</b>			
15. นักศึกษาทราบหลักเกณฑ์ในการประเมินผลการทำ กิจกรรมเพิ่มเติมด้วยรูปแบบซีทีจีเนียริงเป็นอย่างดี	4.23	1.43	มาก

ตารางที่ 2 (ต่อ)

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับ
16. การประเมินผลกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบ ซีทีจีเนียร์ริงของนักศึกษาเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม มีความเหมาะสม	4.27	1.75	มาก
17. การประเมินผลของการทำกิจกรรมสะเต็ม ด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงโดยการอภิปรายและจาก ชิ้นงานมีความเหมาะสม	4.31	1.27	มาก
18. การประเมินครอบคลุมเนื้อหาที่ทำกิจกรรมทั้งหมด เป็นอย่างดี	4.49	1.45	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.46</b>	<b>1.33</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ข้อที่ได้คะแนนความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีทั้งหมด 6 ข้อ คือ ข้อ 4 อาจารย์สามารถจัดสรรเวลาได้อย่างพอดีต่อการเรียนรู้และการทำกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริง ข้อ 6 กิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงมีระดับความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักศึกษา ข้อ 10 กิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงมีความทันสมัยเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และ ข้อ 11 นักศึกษามีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงร่วมกัน ส่วนข้อที่เหลือได้คะแนนความพึงพอใจในระดับมาก มีทั้งหมด 12 ข้อ โดยด้านกิจกรรมในข้อที่ 10 กิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงมีความทันสมัย เหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันมีคะแนนความพึงพอใจสูงสุด เท่ากับ 4.85 รองลงมา คือ ข้อ 4 ผู้สอนสามารถจัดสรรเวลาได้อย่างเหมาะสมต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มที่ใช้รูปแบบซีทีจีเนียร์ริง เท่ากับ 4.75 และข้อ 14 นักศึกษาได้ฝึกทักษะการสื่อสารระหว่างสมาชิก เช่น การเป็นผู้นำ การตัดสินใจ การแก้ปัญหา ฯลฯ เท่ากับ 4.67 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาต่อกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริง เท่ากับ 4.44 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

#### การอภิปรายผล

นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งการที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ เนื่องมาจากวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ซึ่งวิธีการเรียนรู้เป็นหนึ่งในตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งมี 3 ด้าน คือ ตัวแปรด้านจิตวิทยา ตัวแปร

ด้านวิธีการเรียนรู้ และตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมทางครอบครัว ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน (รักษพล ธนานวงค์, <http://slidshare.net/focusphysics/stem-workshop-summary>, 2561) อีกทั้งกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงมีลักษณะเป็นการผนวกแนวคิดระหว่างการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของผู้เรียน ซึ่งขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจเป็นการฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนได้มีโอกาสนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2558 : 3) กับรูปแบบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งที่เน้นให้ผู้รับข้อมูลมาได้พิจารณาข้อมูลนั้นด้วยการวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การยอมรับหรือเชื่อถือข้อมูลนั้นว่ามีความน่าเชื่อถือหรือไม่ แต่ยังไม่มีการนำหรือประยุกต์ใช้ความรู้นั้นไปสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ซึ่งรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงเป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการเพื่อให้มีความพร้อมต่อการดำรงชีวิตและปรับตัวในศตวรรษที่ 21 ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันถาม ร่วมกันแก้ปัญหา และได้มีการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, ประสาทเนื่องเฉลิม, และ ปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล, 2558 : 401)

ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มด้วยรูปแบบซีทีจีเนียร์ริงเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการในระดับมาก เนื่องจากการนำกิจกรรมสะเต็มมาใช้ให้ดูเหมือนเป็นส่วนหนึ่งของประสบการณ์ด้านการศึกษาในชีวิตประจำวันของผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้และทำกิจกรรมแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้สำเร็จ เพราะผู้เรียนจะเห็นความสำคัญของการเรียนในห้องเรียนว่าสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการได้

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาควรคำนึงถึงเนื้อหาที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม และออกแบบให้มีความท้าทายความสามารถของผู้เรียน โดยปัญหาที่นำมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้นั้นจะต้องเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการเพื่อแก้ปัญหานั้นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงศักยภาพอย่างเต็มที่

## ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ ในศาสตร์สาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในขอบเขตที่กว้างขึ้น
2. ควรเพิ่มสถานการณ์หรือองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตจริง ๆ ของผู้เรียนให้มากขึ้นที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ จะทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในรูปของแบบจำลองตามสถานการณ์จริง หรือใช้สื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ที่พบเห็นได้รอบตัว

## รายการอ้างอิง

- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2557). อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, 33, 49-56.
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, ประสาธน์ เนื่องเฉลิม และ ปิยะเนตร จันทร์ธิระติกุล. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 9(ฉบับพิเศษ), 401-418.
- มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556ก). การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ หรือ “สะเต็ม”. *สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*, 19(มกราคม-ธันวาคม 2556), 3-14.
- มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556ข). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม. *สสวท.*, 42(185), 16
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2547). *เอกสารประกอบการสอน รายวิชา 464460 วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- รักษพล ธนานวงศ์. (2556). *รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education*. สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2561, จาก <http://slidshare.net/focusphysics/stem-workshop-summary>
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- อุษา นาคทอง, อธิราพร อนันตะเศรษฐกุล และ นฤมล ยุตาคม. (2550). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์*. (วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- Akinbobola, A. O. and Afolabi, F. (2010). Analysis of science process skills in West African senior secondary school certificate physics practical examinations in Nigeria. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 5(4), 234-240.

Breiner, J. M., Carla, C. J., Harkness, S. S. et al. (2012). What is STEM?

a discussion about conceptions of STEM in education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.