

## การเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สะเต็มศึกษากับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิภาวี ทะนานทอง และปิยรัตน์ ตรีบัณฑิต\*

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110

\*E-mail: piyarats@g.swu.ac.th

รับบทความ: 28 เมษายน 2561 แก้ไขบทความ: 19 มิถุนายน 2561 ยอมรับตีพิมพ์: 16 กรกฎาคม 2561

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ซึ่งใช้สารเคมีในชีวิตประจำวันในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ (2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษากับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้อง ได้จากเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง เป็นนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาจำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน และนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 1 ห้อง จำนวน 30 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เมื่อนำชุดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ผ่านการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพ จากนั้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาพื้นฐานเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ( $p < .05$ )

**คำสำคัญ:** สะเต็มศึกษา กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ปฏิกริยาเคมี ทักษะความคิดสร้างสรรค์  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## The Comparison of STEAM Learning and Inquiry-based Learning Activities on “Chemical Reaction” for High School Students

Wipawee Thananthong and Piyarat Dornbundit\*

Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110, Thailand

\*E-mail: piyarats@g.swu.ac.th

Received: 28 April 2018 Revised: 19 June 2018 Accepted: 16 July 2018

### Abstract

This research aimed to (1) apply STEAM activities to learn in the topic of Chemical Reaction using the chemical in daily life, and (2) compare students' creative thinking and academic achievement of chemical reaction between the group of students who learned by using STEAM learning activities and the group of students who learned by using inquiry-based learning (5E) activities. The participants of this study were grade-10 students in high school under the Office of Bangkok Education Service Area 2. The two classrooms were purposively selected to be the study groups. Thirty-one students in first classroom were instructed by STEAM activities, and another 30 students in the second classroom were instructed by inquiry-based learning (5E) activities. The data collecting tools consisted of the creativity test and academic achievement test on chemical reaction. The finding indicated that the post-test scores from the creativity test and the academic achievement test in the group of students who learned by using STEAM learning activities were significantly higher than those in the group of students who learned by using inquiry-based learning (5E) activities ( $p < .05$ ).

**Keywords:** STEAM Education, Inquiry-based learning, Chemical reaction, Creative skill, Academic achievement

### บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้กำหนดนโยบาย “Thailand 4.0” ซึ่งเป็นกลไกการขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรม เทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อก้าวสู่ประเทศที่มีรายได้สูง จึงจำเป็น

ต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม (generative learning) เพื่อพัฒนาพลเมืองให้ตอบสนองนโยบายดังกล่าวได้ (Division of Research Administration and Educational

Quality Assurance, 2017) ทักษะการคิดสร้างสรรค์จึงเป็นทักษะที่สำคัญในการสร้างนวัตกรรมและแนวคิดที่มีประโยชน์เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อความต้องการ (Cultural Learning Alliance, 2014) กิลฟอร์ดอธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะเป็นความคิดแบบอเนกนัย (divergent thinking) ซึ่งเป็นลักษณะความคิดกว้างไกลได้หลายทิศทาง ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ ความคิดคล่องตัว (fluency) หมายถึงความสามารถคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วว่องไว รวดเร็ว และได้คำตอบมากที่สุดในเวลาจำกัด ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้หลายทิศทางหลายแง่มุม และความคิดละเอียดลออ (elaboration) หมายถึง การคิดได้ในรายละเอียดเพื่อขยายหรือตกแต่งความคิดหลักให้ได้ความหมายที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น (Lai, 2018) การพัฒนาพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ให้มีทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (creative and innovation) เพื่อนำไปสู่การเป็นผู้ผลิตและผู้ประกอบการใหม่ ทักษะที่สำคัญในด้านนี้ได้แก่ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ และการสร้างสรรค์นวัตกรรม (Upper Secondary Education Bureau, 2015) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ควรเปลี่ยนจากการเรียนเพื่อรู้และเน้นเนื้อหาในบทเรียนเป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน (Beer, 2011)

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามความต้องการของทักษะในศตวรรษ

ที่ 21 ซึ่งแตกต่างจากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด เนื่องจากต้องจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อตอบสนองต่อความต้องการ ซึ่งสะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ มีการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการซึ่งมีรากฐานมาจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยสะเต็มศึกษาเกิดจากการบูรณาการกลุ่มวิชาศิลปะร่วมกับวิชากลุ่มสะเต็มศึกษา ดังนั้นสะเต็มศึกษาจึงเป็นการบูรณาการ 5 สาระวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (science) เทคโนโลยี (technology) วิศวกรรมศาสตร์ (engineering) ศิลปะ (arts) และคณิตศาสตร์ (mathematics) โดย “A” หรือวิชากลุ่มศิลปะที่บูรณาการเพิ่มเข้ามาหมายถึงรวมถึง ศิลปกรรม ภาษาวรรณกรรม ปรัชญา จิตวิทยา สังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ด้วย (Yakman and Lee, 2012) การบูรณาการวิชาศิลปะร่วมกับวิชากลุ่มสะเต็มศึกษาช่วยให้สร้างความสนใจของกิจกรรมการเรียนรู้และกระตุ้นความสนใจใฝ่รู้ของผู้เรียน ส่งเสริมความจำระยะยาว พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ช่วยสร้างสรรค์นวัตกรรม และช่วยพัฒนาการมีส่วนร่วมทางสังคมในการเรียนรู้ นอกจากนี้ศิลปะยังช่วยพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง และทักษะการร่วมมือ (Sousa and Pilecki, 2013; Kim and Chae, 2016) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้เป็นการพัฒนาทั้งทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และทักษะการคิดสร้างสรรค์ และช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีความน่าสนใจ (Land, 2013)

ในการจัดการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาเคมี เนื้อหาส่วนใหญ่มีความเป็นนามธรรม โดยปกติการจัดการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมีในโรงเรียนที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ส่วนใหญ่จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยจัดการเรียนรู้โดยใช้การบรรยาย ประกอบกับการทดลองหรือการสาธิตการทดลอง เพื่อให้นักเรียนสำรวจหรือทดลองเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสามารถพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้แต่ยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะอื่นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย ได้แก่ สะเต็มศึกษาและสะเต็มศึกษา แต่ครูและนักเรียนส่วนใหญ่มักกังวลว่าหากจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหรือสะเต็มศึกษาอาจต้องใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้มากกว่าปกติหรือเป็นการเพิ่มภาระงานให้นักเรียนและทำให้นักเรียนไม่ได้รับความรู้ในเนื้อหาสาระที่เพียงพอ แต่จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สะเต็มศึกษาและสะเต็มศึกษาพบว่าสามารถจัดการเรียนรู้ในคาบเรียนได้และสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ เช่น กิจกรรมสะเต็มศึกษาและสะเต็มศึกษาสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ได้ (Intavomolsri, 2017; Jampong, 2016; Tunkham, 2016; Yathongchai, 2016) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ระหว่างการจัดกิจกรรมเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ในรายวิชาพื้นฐาน เคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นวิชาที่จัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนทุกคนทั้งนักเรียน

ในแผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์และไม่เน้นวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันและเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้พัฒนาให้เต็มศักยภาพของตนเอง โดยกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้แก่ กิจกรรม “Powered Boat” เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี โดยให้นักเรียนประยุกต์ความรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมีและใช้วัสดุเหลือใช้หรือราคาถูกและสารเคมีในชีวิตประจำวันเพื่อประดิษฐ์เรือของเล่น สำหรับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยจัดการเรียนรู้ตามขอบเขตของหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน เคมี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เปรียบเทียบทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาพื้นฐาน เคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาพื้นฐาน เคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

### ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา

2560 โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะ- จง ซึ่งเป็นนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมสะเต็ม ศึกษาจำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 31 คน และ นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 30 คน ใช้ เวลาในเรียน 9 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ซึ่งอ้างอิงจากเนื้อหาตามหนังสือ เรียบรายวิชาพื้นฐาน เคมี สำหรับนักเรียนที่เน้น วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4–6 ตามหลัก- สูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่าง เดือนกรกฎาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2560

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาพื้นฐาน เคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี มีลักษณะเป็นชุดกิจกรรม ประกอบการสอน ได้แก่ กิจกรรมเรื่อง Powered Boat ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ใช้สอนเนื้อหาในเรื่อง ปฏิกริยาเคมี ทั้ง 5 หัวข้อ ได้แก่ การเกิดปฏิกริยา เคมี พลังงานกับการเกิดปฏิกริยาเคมี อัตราการ เกิดปฏิกริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิด ปฏิกริยาเคมี และปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนบูรณาการความรู้เพื่อสร้างเรือ ของเล่น ตามขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอชุดกิจกรรมนี้ต่อผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้าน วิทยาศาสตร์ศึกษา และผู้สอนวิชาเคมี เพื่อ ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบชุดกิจ- กรรม และตรวจสอบความสอดคล้องขององค์

ประกอบของชุดกิจกรรม จากนั้นแก้ไขตามคำ แนะนำของผู้เชี่ยวชาญ นำไปทดลองใช้กับนัก- เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การ ศึกษา ปทุมธานี เขต 1 ครั้งที่ 1 จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบ ของชุดกิจกรรมครั้งที่ 2 จำนวน 10 คน เพื่อ ศึกษากระบวนการกลุ่มในการดำเนินกิจกรรม การเรียนรู้ และครั้งที่ 3 จำนวน 15 คน เพื่อหา ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E1/E2 ซึ่ง E1 ได้ จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการตอบคำถาม ทำชุดกิจกรรม และ E2 ได้จากร้อยละคะแนน เฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี พบว่าชุดกิจกรรมมีค่า E1/E2 เท่ากับ 76.0/70.2 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ประ-สิทธิภาพ E1/E2 ไม่น้อยกว่า 70/70 ที่กำหนดไว้ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมแล้วนำไปใช้กับ กลุ่มตัวอย่าง ตามลำดับ

2. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นแผนการจัดการ เรียนเรื่องปฏิกริยาเคมี ตามหนังสือเรียนรายวิชา พื้นฐาน เคมี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยา- ศาสตร์และเทคโนโลยี ดำเนินการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอแผนการจัดการ เรียนรู้นี้ต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เพื่อประเมิน ความเหมาะสมขององค์ประกอบแผนการจัดการ เรียนรู้ และตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปใช้กับ นักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

3. แบบทดสอบทักษะความคิดสร้าง- สรรค์ มีลักษณะเป็นข้อสอบสถานการณ์ จำนวน 2 สถานการณ์ จำนวนสถานการณ์ละ 4 ข้อ เพื่อ

ประเมินความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ และความคิดยืดหยุ่น ตัวอย่างข้อคำถาม เช่น จาก การทดลองศึกษาปฏิกิริยาระหว่างน้ำยาล้างห้องน้ำ (HCl) กับโซดาไฟ (NaOH) เป็นไปตามสมการเคมี  $\text{HCl}_{(aq)} + \text{NaOH}_{(s)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$  ทำ การทดลองที่อุณหภูมิห้อง ( $25^{\circ}\text{C}$ ) เมื่อทำปฏิกิริยา กันแล้ววัดอุณหภูมิของสารละลายได้  $75^{\circ}\text{C}$  จาก ข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ 1) ให้นักเรียนออกแบบภาชนะเก็บความร้อนโดยใช้ ปฏิกิริยาเคมีข้างต้นเป็นแหล่งให้ความร้อน โดย วาดภาพประกอบ พร้อมระบุรายละเอียด เช่น สี ขนาด รูปทรง วัสดุที่ใช้ (ความคิดริเริ่ม) 2) ให้นัก- เรียนเขียนหรือวาดภาพเพื่ออธิบายขั้นตอนการ ผลิตภาชนะเก็บความร้อนที่นักเรียนออกแบบ อย่าง ละเอียด (ความคิดละเอียดลออ) จากการวิเคราะห์ ข้อสอบรายข้อพบว่า ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.24–0.69 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.43 ขึ้นไป คัดเลือกไว้ 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบ ทั้งฉบับ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.64 จากนั้น นำไปใช้ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี จำนวน 30 ข้อ ครอบ- คลุมทั้ง 5 เรื่อง สร้างตามระดับพฤติกรรมของบลูม 5 ด้าน ได้แก่ เข้าใจ นำไปใช้ วิเคราะห์ ประเมิน ค่า และสร้างสรรค์ เมื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความ ยากง่าย (p) เท่ากับ 0.20–0.77 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.26 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) คำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.87 แล้วไปใช้

ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

1. ชักตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะ- จง ซึ่งเป็นนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษา จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 31 คน และเรียน โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 30 คน

2. ทดสอบก่อนเรียน (pretest) โดยใช้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี และแบบทดสอบวัดทักษะความคิด สร้างสรรค์ ใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที)

3. ดำเนินการสอนนักเรียน เรื่อง ปฏิ- กิริยาเคมี โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาพื้น- ฐาน เคมี ได้แก่ ชุดกิจกรรม เรื่อง Powered Boat ใช้เวลา 9 คาบ (คาบละ 50 นาที) ในช่วงเวลา เดียวกันดำเนินการสอนนักเรียนด้วยกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ (5E)

4. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำ- หนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี และแบบทดสอบวัดทักษะการ เรียนรู้และนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ ชุด เดียวกันกับก่อนเรียน ใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที)

5. นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยา เคมี และแบบทดสอบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติ- ฐานต่อไป

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาและนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง ปฏิกริ-

ยาเคมี ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่อง “Powered Boat” ใช้เวลา 9 คาบ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ใช้เวลา 9 คาบ แสดงในตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาและกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

กิจกรรมสะเต็มศึกษา “Powered Boat”	กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
<p><b>ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา</b></p> <p>นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด และอภิปรายหาแนวทางแก้ปัญหาที่คาดว่าจะเป็นไปได้ ซึ่งนักเรียนจะต้องประดิษฐ์เรือของเล่นโดยใช้วัสดุเหลือใช้หรือวัสดุราคาถูกและให้เรือเคลื่อนที่โดยใช้ผลิตภัณฑ์จากปฏิกริยาเคมี ตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา</p>	<p><b>ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน</b></p> <p>นักเรียนดูคลิปวิดีโอเกี่ยวกับการเกิดปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน แล้วอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้</p>
<p><b>ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง</b></p> <p>จัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยให้นักเรียนค้นคว้าความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น อินเทอร์เน็ต และทำการทดลอง 3 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 เรื่อง การเกิดปฏิกริยาเคมี เพื่อให้นักเรียนทราบว่าควรใช้ปฏิกริยาเคมีที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ลักษณะใดที่จะทำให้เรือเคลื่อนที่ซึ่งนักเรียนวิเคราะห์ว่าควรได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊ส</p> <p>การทดลองที่ 2 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี โดยใช้สารเคมีในชีวิตประจำวันในการทดลอง ได้แก่ น้ำส้มสายชู (<math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>) น้ำยาล้างห้องน้ำ (<math>\text{HCl}</math>) ยาลดกรด (<math>\text{NaHCO}_3</math>) และเปลือกไข่ (<math>\text{CaCO}_3</math>)</p> <p>การทดลองที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิด ปฏิกริยาเคมี เพื่อให้นักเรียนศึกษาสถานะของปฏิกริยาที่เหมาะสมในการทำให้เกิดแก๊สแล้วทำให้เรือเคลื่อนที่ได้เร็ว</p>	<p><b>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา</b></p> <p>นักเรียนทำการทดลอง 3 การทดลอง ตามหนังสือรายวิชาพื้นฐาน เคมี ของ สสวท. ได้แก่ การทดลองที่ 1 เรื่อง การเกิดปฏิกริยาเคมี การทดลองที่ 2 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี การทดลองที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี</p>
<p><b>ขั้นที่ 3 วางแผนและพัฒนา</b></p> <p>นักเรียนบูรณาการจากขั้นที่ 2 เพื่อนำมาออกแบบและประดิษฐ์เรือของเล่น โดยครูเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีให้ทุกกลุ่มเหมือนกัน โดยสารเคมีที่ใช้เป็นสารเคมีในชีวิตประจำวัน ได้แก่ น้ำส้มสายชู (<math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>) น้ำยาล้างห้องน้ำ (<math>\text{HCl}</math>) ยาลดกรด (<math>\text{NaHCO}_3</math>) และเปลือกไข่ (<math>\text{CaCO}_3</math>) โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องประดิษฐ์เรือให้มีความน่าสนใจและสวยงาม นักเรียนเลือกใช้ยาลด</p>	<p><b>ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป</b></p> <p>ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี และปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกริยาเคมี</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

กิจกรรมสะเต็มศึกษา “Powered Boat”	กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
<p>กรด (NaHCO<sub>3</sub>) แล้วนำมาบดเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการทำปฏิกิริยา และเลือกน้ำส้มสายชู (CH<sub>3</sub>COOH) ความเข้มข้น 0.9 M (เตรียมให้นักเรียนเลือกระหว่าง 0.09 M และ 0.9 M) เป็นสารตั้งต้น ตัวอย่างการออกแบบผลงานการประดิษฐ์เรือของเล่นของนักเรียนแสดงในภาพที่ 1</p>	<p>ภาพที่ 1 ตัวอย่างการออกแบบเรือของเล่นและตัวอย่างผลงานการประดิษฐ์เรือของเล่นของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็ม</p> 
<p><b>ขั้นที่ 4 ทดสอบและประเมินผล</b></p> <p>นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบเรือของเล่นเพื่อให้เคลื่อนที่เร็วที่สุด โดยสามารถทดสอบได้ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่องของเรือของเล่นแล้วนำมาแก้ไข เช่น นักเรียนบางกลุ่มเปลี่ยนวัสดุที่นำมาประดิษฐ์เรือให้มีความเบากว่าเดิมเพื่อให้เรือของเล่นสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น และการทดสอบครั้งที่ 2 เป็นการแข่งขันจริงเรือของเล่นของนักเรียนกลุ่มที่เคลื่อนที่ไต่เร็วที่สุดในระยะทาง 1 เมตร จะเป็นกลุ่มที่ชนะ</p>	<p><b>ขั้นที่ 4 ประยุกต์และขยายความรู้</b></p> <p>ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับชีวิตประจำวัน และค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน</p>
<p><b>ขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพท์</b></p> <p>นักเรียนแต่ละกลุ่มทำโปสเตอร์เพื่อใช้ในการนำเสนอผลงาน ประกอบด้วยรูปเรือของเล่นของแต่ละกลุ่มวัสดุและสารเคมีที่นักเรียนเลือกใช้ ตัวอย่างโปสเตอร์นำเสนอผลงาน แสดงในภาพที่ 2</p>	<p><b>ขั้นที่ 5 ประเมินผล</b></p> <p>นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี หลังการจัดการเรียนรู้</p>



ภาพที่ 2 ตัวอย่างโปสเตอร์นำเสนอผลงานของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็ม

**ผลการวิจัย**

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในด้านทักษะ

ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี แสดงผลดังนี้

การเปรียบเทียบคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาและนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ทดสอบหลังกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนที่ได้รับจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาพื้นฐาน เคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้



(5E) มาศึกษาเปรียบเทียบผลต่างโดยใช้วิธีทาง สถิติแบบ *t*-test independent samples ผลแสดง

**ตาราง 2** เปรียบเทียบคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรม สะเต็มศึกษาและนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

กลุ่มนักเรียน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	SD	df	t
เรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษา	31	32	17.29	2.85	59	4.204 <sup>*</sup>
เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)	30	32	14.10	2.83		

\*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา (ตาราง 2) นักเรียนมีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยเท่ากับ 17.29 ส่วนนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.10 สถิติที่มีค่าเท่ากับ 4.204 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติน้อยกว่า .05 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาพื้นฐาน เคมี เรื่อง ปฏิบัติเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ( $p < .05$ )

*การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปฏิบัติเคมี หลังการจัดการเรียนรู้*

**ตาราง 3** เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปฏิบัติเคมี หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาและนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

กลุ่มนักเรียน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	SD	df	t
เรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษา	31	30	20.16	2.28	59	4.522 <sup>*</sup>
เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)	30	30	17.10	1.95		

\*ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา (ตาราง 3) มีคะแนน

ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาและนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปฏิบัติเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ทดสอบหลังกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาพื้นฐาน เคมี เรื่อง ปฏิบัติเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มาศึกษาเปรียบเทียบผลต่างโดยใช้วิธีทางสถิติแบบ *t*-test independent samples ผลแสดงในตาราง 3

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปฏิบัติเคมี หลังการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ

20.16 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 17.10 สถิติที่มีค่าเท่ากับ 4.522 มีเลขนัยสำคัญทางสถิติน้อยกว่า .05 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาพื้นฐาน เคมี เรื่อง ปฏิบัติเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ( $p < .05$ )

### สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาพื้นฐาน เคมี เรื่อง ปฏิบัติเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในด้านความคิดสร้างสรรค์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ( $p < .05$ ) ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 5 ขั้นตอน โดยขั้นที่ 1 นักเรียนมีการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาแนวทางแก้ไข ขั้นที่ 2 นักเรียนค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์เรือของเล่นให้สามารถเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด จากการศึกษาค้นคว้าเรื่องปฏิบัติการเคมีทั้งจากชุดกิจกรรม หนังสือ และอินเทอร์เน็ต รวมถึงการทำทดลองเพื่อศึกษาปฏิบัติการและสภาพที่เหมาะสมในการทำให้เรือของเล่นเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด ในขั้นที่ 3 นักเรียนได้ร่วมกันออกแบบเรือของเล่น โดยเลือกใช้วัสดุเหลือใช้หรือวัสดุราคา

ถูก และสารเคมีในชีวิตประจำวันในการประดิษฐ์เรือของเล่นให้มีความน่าสนใจ แปลกใหม่ และสวยงาม ขั้นที่ 4 นักเรียนทดสอบและปรับปรุงเรือของเล่นซึ่งนักเรียนสามารถทดสอบได้ 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงเรือของเล่น และการทดสอบครั้งที่ 2 นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำไปแข่งขันกับกลุ่มอื่น ระหว่างการแข่งขันนักเรียนมีความสนุกสนาน ในขั้นสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนนำเสนอผลงานผ่านโปสเตอร์ที่แต่ละกลุ่มทำขึ้นเพื่ออธิบายเกี่ยวกับการประดิษฐ์เรือของเล่น โดยใช้ศิลปะเพื่อออกแบบและทำโปสเตอร์ให้มีสีสันสวยงามน่าสนใจ รวมทั้งการเขียนเพื่อสื่อความหมายและการใช้ภาษาในการนำเสนอผลงาน ในขณะที่นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอน 5 ขั้นตอน เพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการทำการทดลอง ซึ่งไม่มีขั้นตอนให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานหรือบูรณาการศิลปะเข้ากับการเรียนรู้เรื่อง ปฏิบัติเคมี จึงส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมด้านความคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Intavomolsri (2017) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้เนื่องจากนักเรียนมีโอกาสได้วิเคราะห์สถานการณ์และนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงาน และงานวิจัยของ Ridwan et al. (2017) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในวิชาเคมีสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้เนื่องจากการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้ท้าทายความคิด

สร้างสรรค์ของนักเรียนในการออกแบบและสร้าง  
ตุ้ปลา

จากผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง  
การเรียนรู้ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจ-  
กรรมสะเต็มศึกษา วิชาพื้นฐาน เคมี เรื่อง ปฏิ-  
กิริยาเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ  
5E ( $p < .05$ ) ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้  
ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้  
แบบบูรณาการ 5 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S)  
ได้แก่ ปฏิกิริยาเคมีและการเคลื่อนที่ เทคโนโลยี  
(T) ได้แก่ การสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต วิชา-  
กรรม (E) ได้แก่ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวะ-  
กรรม ศิลปะ (A) ได้แก่ การออกแบบและประดิษฐ์  
เรือของเล่นและโปสเตอร์ รวมทั้งการใช้ภาษาใน  
การเขียนและการนำเสนอผลงาน และคณิตศาสตร์  
(M) ได้แก่ การดุลสมการเคมีและการคำนวณ  
อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนั้นในการประดิษฐ์  
เรือของเล่นนักเรียนต้องเข้าใจหลักการและแนว  
คิดเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยา  
เคมี และปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา  
เคมี เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการประดิษฐ์เรือของ  
เล่น ในขณะที่นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการ  
สืบเสาะหาความรู้ (5E) ไม่มีขั้นตอนในการบูรณา-  
การความรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงาน ดังนั้น  
การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จึง  
สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนัก-  
เรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pholmool  
et al. (2015) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วย  
การเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สามารถ  
พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เนื่อง-  
จากคำหนึ่งถึงการสอนบูรณาการความรู้แบบองค์

รวมและเน้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ใน  
แหล่งการเรียนรู้ชุมชนผ่านการลงมือปฏิบัติจริง  
เพื่อกระตุ้นความอยากรู้ของนักเรียน และงาน  
วิจัยของ Taya et al. (2017) ที่พบว่าการจัดการ  
เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนา  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนัก-  
เรียนได้ เนื่องจากนักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์จาก  
สิ่งที่นักเรียนสนใจ ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และ  
สร้างสรรค์ผลงาน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตาม  
แนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาทักษะความ  
คิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21  
และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้

### ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้าง-  
สรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้กิจกรรม  
การเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำ-  
หรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยพบจุด  
เด่นและข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้  
ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม  
ศึกษาเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถพัฒนาผลสัม-  
ฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในศตวรรษที่ 21 ดังนั้น  
ควรนำรูปแบบการวิจัยนี้ไปใช้ในการวิจัยโดยใช้  
หัวข้อหลักอื่น วิชาอื่น หรือระดับชั้นอื่น ตามความ  
เหมาะสม
2. ควรศึกษาวิจัยการจัดการเรียนรู้โดย  
ใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีผลต่อทักษะในศต-  
วรรษที่ 21 ด้านอื่น เช่น การคิดอย่างมีวิจักษณ์  
ญาณ การคิดวิเคราะห์
3. ควรเพิ่มระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้  
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อศึกษาความคงทน  
ของทักษะในศตวรรษที่ 21

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการศึกษาจากโครงการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

## เอกสารอ้างอิง

- Beers, S. Z. (2011). **21st Century Skills: Preparing Students for Their Future**. Retrieved from [http://www.yinghuaacademy.org/wpcontent/uploads/2014/10/21st\\_century\\_skills](http://www.yinghuaacademy.org/wpcontent/uploads/2014/10/21st_century_skills), March 10, 2018.
- Cultural Learning Alliance. (2014). **STEM+ARTS = STEAM**. Retrieved from <http://www.culturallearning-alliance.org.uk>, January 20, 2017.
- Division of Research Administration and Educational Quality Assurance. (2016). **Thailand 4.0**. Bangkok: Author. (in Thai)
- Intavimolsri, S. (2017). **Effect of Using STEAM Education Approach in Biology on Scientific Creativity and Learning Achievement of Tenth Grade Students**. Master of Education Thesis. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Jampong, M. (2016). **Development of Training Package for Work Creation through STEAM Education Approach on Energy around Us**. Master of Education Thesis. Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani. (in Thai)
- Kim, H., and Chae, D.-H. (2016). The Development and Application of a STEAM Program based on Traditional Korean Culture. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education** 12(7): 1925–1936.
- Lai, E. R., Yarbrow, J., DiCerbo, K., and Geest, Ed. (2018). **Skills for Today: What We Know about Teaching and Assessing Creativity**. New York: Pearson.
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. **Procedia Computer Science** 20: 547–552.
- Pholmool, J., Haemaprasith, S., and Saksunparb, S. (2015). The Development of STEAM Integrated Learning Unit for Ninth Grade Students: Case Study at Wangtako Community in Chumphon Province. **KKU Research Journal** 3(2): 1–13. (in Thai)
- Ridwan, A., Rahmawati, Y., and Hadinugrahaningsih, T. (2017). STEAM Integration in Chemistry Learning for Developing 21<sup>st</sup> Century Skills. **MIER Journal of Educational Studies, Trends & Practices** 7(2): 184–194.
- Sousa, D. A., and Pilecki, T. (2013). **From STEM to STEAM: Using brain-compatible strategies to integrate the arts**: California: Corwin.
- Tayea, F., Mophan, N., and Waedrama, M. (2017). Effect of STEAM Education on

- Science Learning Achievement, Creative Thinking and Satisfaction of Grade 5 Students towards the Learning. Management. **Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences** 4(2): 1–14. (in Thai)
- Tunkham, P. (2016). **Development of STEM Activity Packages in Chemistry on Biomolecules: Protein and Lipid to Enhance 21st Century Skills for High School**. Master of Education Thesis. Bangkok: Srinakharinwirot. (in Thai)
- Upper Secondary Education Bureau. (2015). **21<sup>st</sup> Century skills**. Bangkok: Author. (in Thai)
- Yakman, G., and Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. **Journal of the Korean Association for Science Education** 32(6): 1072–1086.
- Yathongchai, K. (2016). **Development of STEM Education Activity Packages on “Petroleum and Alternative Energy” to Promote Critical Thinking and Problem Solving for High School**. Master of Education Thesis. Bangkok: Srinakharinwirot. (in Thai)