

การส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษาปริญญาตรี
โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการ
การสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A)*

ENHANCING STEM PROBLEM-SOLVING SKILLS OF UNDERGRADUATE
STUDENTS BY USING THE INTEGRATED STEM EDUCATION WITH
ARGUMENTATION LEARNING MODEL (6E+A)

นิภาพร ช่วยธานี

Nipaporn Chuaytanee

ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์

Theerapong Sangpradit

พินิจ ขำวงษ์

Pinit Khumwong

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Srinakharinwirot University, Thailand

E-mail: nipaporn.c@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษาและความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 - 2 ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดตรัง โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง คือเป็นนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่ผ่านการเรียนรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐานมาในปีการศึกษา 1/2561 และสมัครเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ในภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 20 ชั่วโมง 2) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม เป็นข้อสอบชนิดคำถามปลายเปิด

* Received 1 December 2019; Revised 22 December 2019; Accepted 5 January 2020



ผลการวิจัยพบว่า

1) หลังเรียนนักศึกษาที่มีทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม โดยภาพรวมในแต่ละตัวชี้วัดสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง Normalized Gain $\langle g \rangle$ เท่ากับ 0.412

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, การสร้างข้อโต้แย้ง, ทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม

Abstract

The aims of this study were as follows: 1) to study the effects of using the integrated STEM education with argumentation learning model (6E+A) on STEM problem-solving skills of undergraduate students ; and 2) to study progression of STEM problem-solving skills after using the integrated STEM education with argumentation learning model (6E+A). The studied group consisted of twenty undergraduate students who registered fundamental Physics course in the first semester of the 2018 academic year and willing to participate in extra courses in the third semester of the 2018 academic year. The researchers collected data using the following research tools: 1) four Lesson plan of the integrated STEM education with argumentation learning model (6E+A), totally twenty hours; and 2) STEM problem-solving skills test was an open-ended question.

The research results were as the following:

1) The mean scores of the posttest scores on STEM problem-solving skills was higher than those before the study at a .05 level of significance; and 2) the average normalized gain of STEM problem-solving skills was in the medium gain at 0.68.

Keywords: STEM Education, Argumentation, STEM Problem-Solving Skills

บทนำ

ในปัจจุบันโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว การดำรงชีวิตหรือการทำงานมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการพัฒนางานและการดำเนินชีวิตมากขึ้น หน่วยงานหรือองค์กรต่าง ๆ ต้องการบุคลากรที่มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะด้านทักษะการแก้ปัญหาถือเป็น



ทักษะที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งสำหรับมนุษย์ ที่ช่วยให้สามารถจัดการแก้ไขปัญหา เผชิญสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม (เบญญาภา คงมาลัย และศรเนตร อารีโสภณพิเชฐ, 2558)

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษาควรส่งเสริมนักศึกษาที่มีทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นพื้นฐานให้นักศึกษาสามารถจัดการแก้ไขปัญหาและการเผชิญสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม เห็นคุณค่าของการเรียนและสามารถนำองค์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะเพิ่มโอกาสในการทำงาน และสามารถนำความรู้พัฒนาศักยภาพการทำงานและการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 (พรหทัย ตันต์จิตานนท์ และพีระ จุ๋นน้อยสุวรรณ, 2556) หากนักศึกษามีลักษณะดังที่กล่าวมานี้จะส่งผลต่อบทบาทในการทำงานในอนาคตได้ แต่จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษาในปัจจุบัน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสอนเนื้อหาแบบบรรยาย มุ่งเน้นการท่องจำสมการต่าง ๆ แก้โจทย์ปัญหามากกว่า ส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดการพัฒนาทักษะทางปัญญาและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ส่งผลให้นักศึกษาไม่สามารถประยุกต์แนวคิดที่จำเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้ (ปัจฉา ฉัตรภรณ์ และคณะ, 2551)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักศึกษาสามารถเชื่อมโยงความรู้จากชั้นเรียนสู่ชีวิตจริงและการทำงานได้ มีทักษะการปฏิบัติงาน ทักษะการคิดแก้ปัญหา ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความสามารถในการสร้างนวัตกรรม สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาโมเดลประเทศไทย 4.0 ว่าด้วยการเตรียมคนไทย ให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ในศตวรรษที่ 21 ที่เปลี่ยนจากผู้ที่มีความรู้ ความสามารถและทักษะที่จำกัด เป็นผู้ที่มีความรู้ และทักษะในระดับสูง มีความคิดสร้างสรรค์ มีความคิดในการสร้างนวัตกรรม (กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา, 2559) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษายังเป็นแนวทางที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางสะเต็ม ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนของข้อกำหนด เงื่อนไข และต้องอาศัยการบูรณาการความรู้เพื่อแก้ปัญหา ซึ่งมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทจริงที่มีความซับซ้อน ไม่สามารถแก้ได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยองค์ความรู้เพียงสาขาเดียว ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มซึ่งเป็นความสามารถที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้มีประสิทธิภาพมากกว่า

สำหรับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีรูปแบบการสอนหลายรูปแบบที่ครูไทยนิยมนำมาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) และนอกจากนี้พบว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบ 6E (The 6E Learning by Design) ก็เป็นอีกหนึ่งรูปแบบที่มีการนำมาใช้เป็นแนวทางใน



การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 6E นั้น มีจุดเด่นอยู่ที่ ขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่เน้นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาออกแบบวิธีแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงาน แต่พบว่าผู้เรียนมักไม่มีวางแผนในการแก้ปัญหา ไม่ทำการออกแบบ จึงส่งผลให้การแก้ปัญหาไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นจุดอ่อนของการแก้ปัญหาของการเรียนสะเต็ม มีนักการศึกษา ได้กล่าวว่า การสร้างข้อโต้แย้งเป็นแนวทางการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา และการบูรณาการความรู้ของผู้เรียนได้ (Kim M. et al., 2012)

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาควรเน้นการมีส่วนร่วมในการโต้แย้ง เนื่องจากเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ต้องไม่เพียงแต่กระตุ้นให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้ในเนื้อหาเท่านั้น แต่ต้องให้ความสำคัญในการฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการคิดที่หลากหลาย มองปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในหลายมุมมอง (Kim M. et al., 2012) ใช้ความสามารถในการสืบเสาะหาข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สามารถตรวจสอบได้ สามารถประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลหรือหลักฐาน จนผู้เรียนสามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง (เอกภูมิ จันทรขันธ์, 2559) สอดคล้องกับแนวปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมจากมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next Generation Science Standards (NGSS), 2013) ของประเทศสหรัฐอเมริกาที่ได้สนับสนุนแนวทางปฏิบัติด้านการส่งเสริมศึกษามีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานที่หามาได้ (Engaging in argument from evidence) โดยกล่าวว่า การศึกษาวิศวกรรมเน้นการให้เหตุผลและการโต้แย้งมีความจำเป็นในการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และนำไปสู่การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษา โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมนักศึกษาให้มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ และบูรณาการหรือเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และสามารถให้เหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาและกำหนดวิธีประเมินได้อย่างเหมาะสมและสามารถประยุกต์ใช้เชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือปรากฏการณ์บนโลกแห่งความจริงได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษา และความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A)



วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบ One-group pretest-posttest design เป็นการใช้เป็นการใช้กลุ่มที่ใช้ศึกษากลุ่มเดียว ทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน

1. ประชากร

คือ นักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 - 2 สังกัดมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดตรัง

2. กลุ่มที่ใช้ศึกษา

คือ นักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 - 2 ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดตรัง ที่สมัครเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ในภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2561 โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง ดังนี้ เป็นนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่ผ่านการเรียนรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐานมาในปีการศึกษา 1/2561 จำนวน 20 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา (Variables) ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม ประกอบด้วย คะแนนความสามารถแก้ปัญหา และความก้าวหน้าการแก้ปัญหาทางสะเต็ม

4. ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ เป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งจากรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน (Fundamental Physics) ซึ่งผู้วิจัยเลือก คือ แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและงานและพลังงาน รวม 24 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 20 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยพัฒนามาจากรูปแบบการเรียนรู้แบบ 6E ของ Burke (Burke B. N., 2014) มาบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามกรอบการบูรณาการสะเต็มโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างข้อโต้แย้งของ Mathis et al. (Mathis C. A. et al., 2017) ผู้วิจัยเน้นสังเคราะห์ขั้นการออกแบบเชิงวิศวกรรมในรูปแบบการเรียนรู้แบบ 6E บูรณาการร่วมกับกระบวนการโต้แย้ง ได้สรุปเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นการโต้แย้ง (Argumentation for the best solution) และขั้นการออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา (Execution) ตามความเห็นของนักการศึกษาที่ให้ความเห็นว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ควรมีการส่งเสริมการโต้แย้งเข้าไปเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นจุดเด่นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่



บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษาเพื่อตรวจสอบและพิจารณา ประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ฯ มีค่าเฉลี่ยความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 และมีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในระดับ ปานกลาง มาก และมากที่สุดในแต่ละด้าน ทั้งจำนวน 4 แผน ประกอบด้วย 1) สไลด์เตอร์ส่งของ 2) กระเช้าลอยฟ้า 3) ยกน้ำด้วยล้อและเพลลา และ 4) การสร้างแบบจำลองแตรมโพลีน โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

5.1.1 ขั้นสร้างความสนใจและตรวจสอบความรู้เดิม (Engagement and Elicitation) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการจัดกิจกรรมหรือให้สถานการณ์ที่น่าสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้เดิม

5.1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการให้ผู้เรียนทำกิจกรรม หรือการทดลอง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล สิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรืออาจเป็นแนวความคิดที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ เพื่อสร้างและสรุปเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

5.1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการสำรวจและค้นหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

5.1.4 ขั้นการโต้แย้ง (Argumentation for the best solution) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนให้สถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนภายในกลุ่มร่วมกันกำหนดปัญหา (Problem) จากนั้นจึงออกแบบวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีแนวคิดที่แตกต่างกัน และทำการโต้แย้งเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยการสร้างข้อกล่าวอ้าง (Claims) ที่แสดงถึงแนวทางการแก้ปัญหา และนำผลการทดลอง หรือสมการทางคณิตศาสตร์ ที่ได้สำรวจค้นหามาเป็นหลักฐาน (Evidence) อ้างอิง เพื่อนำไปให้เหตุผล (Reasoning) สนับสนุนวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดที่กลุ่มเลือก

5.1.5 ขั้นการออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา (Execution) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนกำหนดลำดับขั้นตอนการออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา ตลอดจนการทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหา และนำเสนอแนวคิดวิธีแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม และให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มโต้แย้งเพื่อสนับสนุนผลออกแบบวิธีแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง

5.1.6 ขั้นขยายความรู้ (Enrich) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยันหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในแนวความคิดทางสะเต็ม นำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาในบริบทอื่น ๆ

5.1.7 ขั้นประเมิน (Evaluation) ในขั้นตอนนี้ผู้สอนกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง



5.2 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม ก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .733 โดยแต่ละชุดเป็นข้อสอบชนิดคำถามปลายเปิดจำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 6 ข้อคำถาม ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ไปวิเคราะห์คุณภาพโดยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 เพื่อประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม (Rubric) ซึ่งแบ่งเกณฑ์เป็น 4 ระดับ คือ 0 คะแนน 1 คะแนน 2 คะแนน และ 3 คะแนน โดยมีค่าเฉลี่ยความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 และมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมากที่สุด โดยแต่ละระดับแสดงให้เห็นความสามารถในการแก้ปัญหาทางสะเต็มตามตัวชี้วัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มทั้ง 5 ตัวชี้วัด ประกอบด้วย

5.2.1 การกำหนดประเด็นปัญหา หมายถึง การตั้งคำถามเพื่อกำหนดประเด็นปัญหา และมีความเข้าใจในบริบทของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

5.2.2 การบูรณาการแนวคิดทางสะเต็ม หมายถึง การเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เหมาะสมเพื่อสร้างวิธีการแก้ปัญหา

5.2.3 การสร้างข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้ง หมายถึง การสร้างข้อกล่าวอ้าง จากข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์หรือวิศวกรรมศาสตร์ให้มีความเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหา และให้เหตุผลสนับสนุนเกี่ยวกับประเด็นปัญหา

5.2.4 การให้เหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง การให้เหตุผลที่เหมาะสมตามหลักวิชาการในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาเหมาะสมกับเงื่อนไขและข้อจำกัดในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา

5.2.5 การประเมินความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง การประเมินความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา ตามกรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีในปัจจุบัน โดยกำหนดวิธีประเมินได้อย่างเหมาะสม

6. การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

6.1 ก่อนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักศึกษาทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มโดยใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม ชนิดคำถามปลายเปิด (open-ended questions) จำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 6 ข้อคำถาม ในเวลา 90 นาที

6.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะ



การแก้ปัญหาทางสะเต็ม ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญจัดการเรียนรู้กับกลุ่มที่ศึกษาโดยสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ แผนฯ ละ 5 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง

6.3 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม ผู้วิจัยดำเนินการให้นักศึกษาทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มโดยใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มชนิดคำถามปลายเปิด 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 6 ข้อคำถาม ในเวลา 90 นาที ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนานกับแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มก่อนเรียน

6.4 วิเคราะห์แนวคำตอบของนักศึกษาจากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มที่พัฒนา ดังนี้

6.4.1 ให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มที่ได้จัดทำขึ้น

6.4.2 นำคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม เฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักศึกษาในแต่ละกลุ่ม

6.4.3 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) โดยการทดสอบที่แบบกลุ่มที่ใช้ศึกษาไม่เป็นอิสระต่อกัน (t - test for dependent samples)

7. ประเมินความก้าวหน้า

ประเมินความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ร้อยละของนักศึกษาในแต่ละกลุ่มและเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) แล้ววิเคราะห์ด้วยวิธี Normalized Gain <g> โดยค่าที่ได้จะอยู่ในช่วง 0.0 - 1.0 ซึ่ง Hake (Hake R. R., 1998) แบ่งระดับของค่า Normalized Gain ออกเป็นกลุ่มได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้

$\langle g \rangle \geq 0.7$ (High gain) หมายถึง ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง

$0.7 \leq \langle g \rangle \leq 0.3$ (Medium gain) หมายถึง ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

$0.0 \leq \langle g \rangle \leq 0.3$ (Low gain) หมายถึง ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ



ผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอผลการศึกษา ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม ซึ่งใช้การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การทดสอบค่าที่ กลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples) ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

| ตัวชี้วัด ทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม | n | ก่อนเรียน | | หลังเรียน | | t | p |
|--|----|-----------|-------|-----------|-------|--------|-------|
| | | \bar{X} | S.D. | \bar{X} | S.D. | | |
| 1.การกำหนดประเด็นปัญหา | 20 | 0.675 | 0.251 | 1.625 | 0.401 | 9.384 | .000* |
| 2. การบูรณาการแนวคิดทางสะเต็ม | 20 | 1.042 | 0.362 | 1.629 | 0.550 | 6.128 | 000* |
| 3. การสร้างข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้ง | 20 | 0.325 | 0.344 | 1.592 | 0.299 | 11.471 | 000* |
| 4. การให้เหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา | 20 | 1.183 | 0.492 | 1.850 | 0.442 | 4.951 | 000* |
| 5. การประเมินความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา | 20 | 0.400 | 0.256 | 1.617 | 0.389 | 13.941 | 000* |
| สรุปผลทักษะการแก้ปัญหา | 20 | 0.725 | 0.341 | 1.663 | 0.416 | 17.189 | 000* |

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่าหลังจากที่นักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างได้เรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มแล้ว นักศึกษามีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มในแต่ละตัวชี้วัดโดยภาพรวมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ การให้เหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา การบูรณาการแนวคิดทางสะเต็ม การกำหนดประเด็นปัญหา การประเมินความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา และการสร้างข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้ง ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านเท่ากับ 1.850, 1.629, 1.625, 1.617 และ 1.592 ตามลำดับจากคะแนนเต็ม 3 คะแนนในแต่ละด้านของตัวชี้วัดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม



2. ความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม หลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A)

| คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็ม | n | คะแนนเต็ม | \bar{X} | ร้อยละ | $< g >$ |
|--------------------------------|----|-----------|-----------|--------|---------|
| ก่อนเรียน | 20 | 45 | 10.88 | 24.18 | |
| หลังเรียน | 20 | 45 | 24.94 | 55.42 | 0.412 |

จากตารางที่ 2 การวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ศึกษาในภาพรวม ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (24.94 หรือ 55.42 %) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (10.88 หรือ 24.18%) โดยใช้ Normalized Gain การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มที่เพิ่มขึ้นจริง ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักศึกษามีความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มหลังจากที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มในภาพรวมมีค่าเท่ากับ 0.412 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง (medium gain)

อภิปรายผล

ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษา พบว่า หลังจากเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ๆ แล้ว นักศึกษากลุ่มที่ใช้ศึกษามีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาในแต่ละด้านและโดยรวมสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษา พบว่า หลังจากที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) แล้ว ความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาในภาพรวมมีค่าเท่ากับ 0.412 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเห็นได้ว่า หลังเรียนนักศึกษามีทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียนและสอดคล้องทุกตัวชี้วัด แต่ผลความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มหลังจากที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) อยู่ในระดับปานกลาง อาจเนื่องมาจาก บทบาทของผู้สอนระหว่างที่นักศึกษาทำกิจกรรมไม่ได้เข้าไปให้คำแนะนำอย่างทั่วถึง และระยะเวลาในการทำกิจกรรมอาจไม่เพียงพอที่จะส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดทักษะการแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ทุกตัวชี้วัด อย่างไรก็ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มให้สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนได้ ยกตัวอย่างเช่น ตัวชี้วัดด้านการสร้างข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้ง จะเห็นได้ว่าก่อนเรียนนั้นผู้เรียนมีคะแนน



เฉลี่ยต่ำที่สุด แต่เมื่อผ่านการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ แล้ว พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน แต่ยังถือว่าความก้าวหน้ายังอยู่ในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ผลทักษะคะแนนการแก้ปัญหาทางสะเต็มร่วมกับความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มก็แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) สามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาได้ และจากการศึกษางานวิจัย Kaniawati & Suryadi ที่ได้ศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนวงจรการเรียนรู้ 6E ร่วมกับแนวคิดทางสะเต็มเรื่องไฟฟ้ากระแสตรง ผลการวิจัยพบว่า ผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนในภาพรวม มีค่า 0.76 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูง (High gain) และได้สรุปว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ (Kaniawati D.S. & Suryadi.S., 2016) นอกจากนี้ Mathis et al. (Mathis C. A. et al., 2017) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามกรอบการบูรณาการสะเต็มโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างข้อโต้แย้ง โดยจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ เพื่อตรวจสอบการให้เหตุผลจากการใช้หลักฐานของผู้เรียน (EBR) ในขณะที่มีส่วนร่วมในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการทางสะเต็ม โดยผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาเพื่อนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อไปสนับสนุนวิศวกรรมศาสตร์ และมีส่วนร่วมในการสร้างข้อโต้แย้ง โดยองค์ประกอบของการโต้แย้งอยู่ในบริบทของวิศวกรรมศาสตร์ โดยใช้กรอบการโต้แย้งซึ่งประกอบด้วย เพื่อสนับสนุนผู้เรียนในการเรียนแนวคิดทางวิศวกรรมศาสตร์ พบว่าการสร้างข้อโต้แย้งเป็นแนวทางการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการบูรณาการความรู้ของผู้เรียนได้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) ต่อทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษา เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการที่กระตุ้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน วิเคราะห์และตัดสินใจจากสถานการณ์ปัญหา คิดค้นหาวิธีการหรือแนวทางที่หลากหลายภายใต้กรอบเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาที่พบเจอ และสามารถนำแนวทางหรือวิธีการนั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการในชีวิตประจำวัน (Catherine S., 2012) ยิ่งไปกว่านั้นรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้มีจุดเด่นอยู่ที่การทำกิจกรรมของนักศึกษาในขั้นการโต้แย้ง (Argumentation for the best solution) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนให้สถานการณ์ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันกำหนดปัญหา (Problem) ภายในกลุ่ม จากนั้นจึงออกแบบวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีแนวคิดที่แตกต่างกัน และทำการโต้แย้งเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดโดยการสร้างข้อกล่าวอ้าง (Claims) ที่แสดงถึงแนวทางการแก้ปัญหา และนำผล



การทดลอง หรือสมการทางคณิตศาสตร์ ที่ได้สำรวจค้นหามาเป็นหลักฐาน (Evidence) อ้างอิงเพื่อนำไปให้เหตุผล (Reasoning) สนับสนุนวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดที่กลุ่มเลือก กระบวนการดังกล่าวสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มตามตัวชี้วัดด้านการกำหนดประเด็นปัญหา การสร้างข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้ง การบูรณาการแนวคิดทางสะเต็ม และการให้เหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Maryland State Department of Education Office of STEM Initiatives, 2012) เพื่อนำไปสู่กระบวนการออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา

สรุป

การส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของนักศึกษาปริญญาตรีที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) แสดงให้เห็นว่า หลังจากที่นักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างได้เรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มแล้ว นักศึกษามีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มในแต่ละตัวชี้วัดโดยภาพรวมสูงกว่าก่อนเรียน และจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้แสดงให้เห็นว่านักศึกษามีความก้าวหน้าด้านทักษะการแก้ปัญหาในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการการสร้างข้อโต้แย้ง (6E+A) นั้นสามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางสะเต็มของผู้เรียนได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายในกลุ่มนั้น ควรมีสมาชิก 3 - 5 คน เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้ฯ เน้นผู้เรียนทำการโต้แย้งเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งจากการวิจัยผู้วิจัยแบ่งกลุ่มนักศึกษาโดยมีสมาชิกจำนวน 5 คน เห็นได้ว่าในระหว่างการทำกิจกรรมภายในกลุ่มนั้น ผู้เรียนแต่ละคนจะเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยการใช้หลักฐานที่ตนเองมีมาโต้แย้งเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

1.2 ควรเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับการแก้ปัญหาให้หลากหลาย และให้อิสระผู้เรียนในการกำหนดและเลือกใช้อุปกรณ์ ซึ่งนอกจากจะช่วยส่งเสริมการโต้แย้งแล้วยังช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

1.3 จากการจัดการเรียนการสอนพบว่า ในระหว่างการทำกิจกรรมนั้น นักศึกษาแต่ละคนภายในกลุ่มร่วมกันกำหนดประเด็นปัญหา รวบรวมแนวคิดและหลักฐานที่



เกี่ยวข้องที่ได้จากประสบการณ์และจากการศึกษาในชั้นเรียน เพื่อเสนอวิธีแก้ปัญหาและทำการโต้แย้งเพื่อเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากนักศึกษาแต่ละคนมีพื้นฐานด้านการเรียนแตกต่างกัน ดังนั้นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไปสามารถนำไปปรับใช้กับนักศึกษาในระดับต่าง ๆ ได้ โดยพิจารณาความเหมาะสมของบริบทของนักศึกษาสามารถนำไปใช้ในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี คณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ และในการกำหนดสถานการณ์ปัญหาควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือสอดคล้องกับบริบทของนักศึกษาให้มากที่สุด

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป

เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นกระบวนการกลุ่ม จึงควรมีการศึกษาลักษณะของกระบวนการกลุ่มที่ส่งเสริมกระบวนการโต้แย้งเพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด เพราะหลังจากนักศึกษาสร้างวิธีแก้ปัญหาแล้ว ต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพเพื่อปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มควรมีการโต้แย้งเพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา. (2559). พิมพ์เขียว Thailand 4.0 โมเดลขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน. เรียกใช้เมื่อ 26 กรกฎาคม 2560 จาก <http://www.libarts.up.ac.th/v2/img/Thailand-4.0.pdf>
- เบญญาภา คงมาลัย และศรเนตร อารีโสภณพิเชฐ. (2558). การพัฒนาสรณะการจัดการความรู้ของนิสิตนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในศตวรรษที่ 21. วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย., 42(1), 37-47.
- ปัจฉา ฉัตรภรณ์ และคณะ. (2551). เวลาเปลี่ยน..คะแนนฟิสิกส์เธอเปลี่ยน..ช่างกระไร ใครหนอใครทำ? (ผลการเรียนฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย ชั้นปีที่ 1 ในช่วงการเปลี่ยนแปลงระบบการรับเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัย). วารสารฟิสิกส์ไทย, 25(3), 19-24.
- พรหทัย ตันต์จิตานนท์ และพีระ จุ๋นน้อยสุวรรณ. (2556). รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการศาสตร์ที่เหมาะสมในการพัฒนาบัณฑิตรุ่นใหม่. วารสารวิชาการวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5, 1(ฉบับพิเศษ), 182-192.
- เอกภูมิ จันทรินทร์. (2559). การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 11(1), 217-232.
- Burke B. N. (2014). The ITEEA 6E Learning byDeSIGN™ Model Maximizing Informed Design and Inquiry in the Integrative STEM Classroom. Technology and Engineering Teacher, 73(6): (14-19).



- Catherine S. (2012). An investigation of science, technology engineering and mathematics (STEM) focused high schools in the U.S. *Journal of STEM education*, 73(5), 30-39.
- Hake R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Kaniawati D.S. & Suryadi.S. (2016). Integration of STEM Education In Learning Cycle 6E To Improve Problem Solving Skills on Direct Current Electricity. *International conference on Mathematics Science and Education*, 3(1), 106-109.
- Kim M. et al. (2012). Argumentation as a Tool to Understand Complexity of Knowledge Integration In *Proceeding of the 2nd International STEM in Education Conference Beijing: Beijing Normal University*. Retrieved November 6, 2016, from http://stem2012.bnu.edu.cn/data/long%20paper/stem2012_63.pdf
- Maryland State Department of Education Office of STEM Initiatives. (2012). *Maryland State STEM Standards of Practice Framework Grades 6-12*. Retrieved March 5, 2018, from http://mdk12.msde.maryland.gov/instruction/academies/MDSTEM_Framework_GradesK-5.pdf
- Mathis C. A. et al. (2017). Teachers' Incorporation of Argumentation to Support Engineering Learning in STEM Integration Curricula. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 7(1), 75-89.
- Next Generation Science Standards (NGSS). (2013). APPENDIX F – Science and Engineering Practices in the NGSS. Retrieved September 17, 2017, from <file:///C:/Users/admin/Downloads/Documents/Appendix%20F%20%20Science%20and%20Engineering%20Practices%20in%20the%20NGSS%20-%20FINAL%20060513.pdf>