ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

Effect of Learning Management According to STEM Education Through the Combination of Project Based Learning and Engineering Design Process on Science Subject of Secondary 2 (Grade 8) Students

อรรถวิทย์ สุปัตติ[1] รสริน เจิมไธสง[2] และ พรภิรมย์ หลงทรัพย์[3]

[1] สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, Attawit_s@mail.rmutt.ac.th

[2-3] ภาคการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, Rossarin_J@rmutt.ac.th, Pornpirom_l@rmutt.ac.th

---

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้การทดสอบค่าที ผลการวิจัย พบว่า 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับมาก 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, กระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ABSTRACT

This research aimed to 1) study the level of scientific process skills of the secondary 2 (Grade 8) students, and 2) compare the scientific process skills on science subject of the secondary 2 (Grade 8) students after learning management according to STEM education through the combination of project-based learning and engineering design process with the 70 percent criteria. The research sample was 30 of the Secondary 2 (Grade 8) students, selected by cluster random sampling, studying in the semester 2, academic year 2020 of Sakaeo School, Sakaeo province. The research instruments consisted of learning management plans according to STEM education through the combination of project-based learning and engineering design process, and scientific process skills tests. Mean, Percentage,

Standard Deviations, and T-test were used for data analysis. The research findings were as follows: 1) the scientific process skills of the secondary 2 (Grade 8) students was at a high level, and 2) the scientific process skills of the secondary 2 (Grade 8) students after learning management according to STEM education through the combination of project based learning and engineering design process was higher than the 70 percent criteria statistically significant difference at .05 level.

Keywords: STEM education, Engineering design process, Science process skills

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความจำเป็นและสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ สังคม เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้มนุษย์มีความสะดวกสบาย ปัจจุบันเป็นยุคข้อมูลข่าวสาร ยุคโลกไร้พรมแดน แม้อาศัยอยู่ที่บ้านก็สามารถเรียนรู้ได้ทั่วโลก ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ แพร่ขยายไปอย่างรวดเร็ว การรับรู้ข่าวสารต้องวิเคราะห์ให้ดี การได้มาซึ่งความรู้จึงต้องเน้นที่การแสวงหาความรู้ ต้องมีทักษะกระบวนการต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม (มัสยา แสนสม, 2552) วิทยาศาสตร์จึงเป็นสื่อกลางที่จำเป็นในการพัฒนาคน เพราะวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับทุกคน ทุกบทบาท และหน้าที่การงานต่าง ๆ ที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน อีกทั้งวิทยาศาสตร์ยังมีส่วนช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดรวมไปถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการคิดอย่างมีระบบระเบียบและเป็นขั้นตอน ดังนั้นทุกคนจึงต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552) จะเห็นว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ดังนั้นทุกประเทศจึงให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนดให้มีกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นหนึ่งในสาระการเรียนรู้ที่จำเป็นต้องเรียน เพื่อมุ่งหวังให้ผู้เรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้บรรลุตามความมุ่งหวังดังกล่าวการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหรือเครื่องมือที่สำคัญที่จะนำมาซึ่งความรู้ หรือการแก้ปัญหา (Roadrangka, 2001) ดังสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) ระบุว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความพยายามในการใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการมีการถ่ายทอดอย่างต่อเนื่อง ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ ซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา การแก้ปัญหา การค้นคว้า และการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2540) ซึ่งวิธีการหรือความสามารถเหล่านี้เป็นพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ (Padilla, 1990 อ้างถึงใน จรรยา ดาสา และณวรา สีที, 2560) ดัง The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2011) ได้ระบุว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญาที่

นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถขยายแนวความคิดจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ และเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้น เพื่ออธิบายภาพรวมของปรากฏการณ์ใด ๆ ได้อย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ยังเป็นการสะสมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง และเพิ่มเติมประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในเวลานั้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงจากการทดลองด้วยตนเองด้วย โดยสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science-AAAS) ได้กำหนดทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic science process skills) จำนวน 8 ทักษะ เหมาะสำหรับระดับการศึกษาปฐมวัย และทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated science process skill) จำนวน 5 ทักษะ เหมาะสำหรับระดับการศึกษามัธยมวัย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการนำมาใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนในทุกระดับ

การจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ สะเต็มศึกษาจัดเป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับความสนใจกันอย่างมาก โดยเป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต (สสวท., 2558) การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถจัดกิจกรรมได้หลากหลาย ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถส่งเสริมผู้เรียนในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากการเลือกในสิ่งที่สนใจ ตามความถนัดและความสามารถของตนเอง โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้เรียนมาประยุกต์ในการปฏิบัติ ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้ดำเนินการทุกขั้นตอนของการเรียนตั้งแต่การวางแผนการเรียนรู้ การออกแบบการเรียนรู้ การสร้างสรรค์ประยุกต์ใช้ผลผลิต และการประเมินผลงานโดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้จัดการเรียนรู้ (ทิศนา แขมมณี, 2551) ดัง Wurdinger and other (2007, อ้างถึงใน ภูวสิษฎ์ บุญศรี) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดและศักยภาพการแก้ปัญหา โดยที่ผู้เรียนช่วยกันคิดและร่วมแรงทำงาน ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเริ่มแรกต้องเรียนรู้ร่วมกันด้วยการจำแนกประเด็นปัญหา การพัฒนาแผนหรือแนว ทางการพัฒนา การทดสอบ เพื่อพิสูจน์ความคิดของกลุ่ม และการสะท้อนความคิดหลังจากที่ได้ปฏิบัติแล้ว นอกจากนี้การนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จะเป็นวิธีการแก้ปัญหาในการดำรงชีวิต โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (National Research Council (NRC), 2009) เป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาเพื่อการสร้างสรรค์สิ่งใหม่และเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่ใช้ในการคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงสังเคราะห์ และการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการอย่างเป็นขั้นตอนจากสถานการณ์ที่พบเห็น เพื่อทำการรวบรวมและกลั่นกรองข้อมูลจนได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง (สุธิดา การีมี, 2560) จึงอาจกล่าวได้ว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมถือเป็นแกนหลักในสะเต็มศึกษา หากไม่มีการทำงานผ่านกระบวนการนี้ การบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ก็คงเป็นการบูรณาการแต่เพียงด้านเนื้อหาเหมือนที่เคยจัดการเรียนการสอนกันทั่วไป (ภัสรำไพ จ้อยเจริญ และปนัฐยรณ์ จารุชัยนิวัฒน์, 2562)

จากความสำคัญที่กล่าวข้างต้นนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อเป็นแนวทางในพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ดังนี้

2.1 เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบศึกษากลุ่มเดียว วัดก่อนและหลังการทดลอง วิธีดำเนินการวิจัยมีดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสระแก้ว อำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว จำนวน 16 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 476 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสระแก้ว จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 30 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.2 ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรต้น ได้แก่ วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated science process skill) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา จำนวน 5 ทักษะ คือ 1) ทักษะการตั้งสมมุติฐาน 2) ทักษะการควบคุมตัวแปร 3) ทักษะการตีความและลงข้อสรุป 4) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และ 5) ทักษะการทดลอง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 แผน 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง เป็น ระยะเวลา 16 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระแก้ว แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โครงงานเป็นฐาน การออกแบบเชิงวิศวกรรม และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นทำการสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกับการออกแบบเชิง

วิศวกรรม (DIP)[2] ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา (Defined Problem: D) ขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจ (Related Information Search: I) ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนการทำงาน (Plan and Solution Design: P) โดยอาศัยหลักการบูรณาการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อทำการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ขั้นตอนที่ 4 การลงมือทำตามแบบแผนที่ได้วางไว้ (Do and Development: D) ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบผลงาน ประเมินผลและปรับปรุงผลงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement: I) ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหา (Presentation: P)

2) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 16 ชั่วโมง ประกอบด้วย 4 เรื่อง ได้แก่ 1) พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ 2) พลังงานน้ำกับการใช้ประโยชน์ 3) พลังงานลมกับการใช้ประโยชน์ และ 4) พลังงานแสงอาทิตย์กับการใช้ประโยชน์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม สื่อ แหล่งการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผล

3) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้อง และความเหมาะสม หลังจากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบ พิจารณาความเหมาะสมและสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สูตร IOC (Index of Objective Congruence) ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1

4) ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง

3.3.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบทดสอบวัดมีลักษณะเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ขั้นตอนการพัฒนามีดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการ

2) สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางขั้นบูรณาการ จำนวน 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypothesis) ทักษะการควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) ทักษะการตีความและลงข้อสรุป (Interpreting data) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) และทักษะการทดลอง (Experimenting) จำนวน 50 ข้อ

3) นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โครงสร้าง ภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของตัวเลือก ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จากนั้นนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร IOC (Index of Objective Congruence) ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1

4) นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสระแก้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำมาวิเคราะห์คะแนนเพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดย พิจารณาเลือกข้อสอบที่ตรงตามเกณฑ์ ได้จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.35 - 0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.40 - 0.80 จากนั้นนำแบบทดสอบมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของ Kuder Richardson Formular 20 (KR-20) พบว่า มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.93

5) นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสระแก้ว ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยชี้แจงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน จากนั้นดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 ข้อ

3.4.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมง

3.4.3 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 ข้อ หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.5.1 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence) และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้สูตร Kuder Richardson Formular 20 (KR-20)

3.5.2 การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (**S.D.**) และเทียบกับเกณฑ์เป็นรายข้อในแต่ละด้านและแปรความหมายดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มาก ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง ปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง น้อย และค่าเฉลี่ย 0.00 - 1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

3.5.3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (**S.D.**) และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว (t-test one-sample test for the mean)

4. ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	($\bar{X}$)	S.D.	ระดับ
ทักษะการตั้งสมมุติฐาน	3.97	0.60	มาก
ทักษะการควบคุมตัวแปร	3.86	0.66	มาก
ทักษะการตีความและลงข้อสรุป	3.58	0.65	มาก
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3.56	0.71	มาก
ทักษะการทดลอง	3.33	0.74	ปานกลาง
รวม	**3.66**	**0.67**	**มาก**

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยภาพรวม มีคะแนนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.66, S.D. = 0.67) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทักษะการตั้งสมมุติฐาน อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยมากสูงที่สุด ($\bar{X}$ = 3.97, S.D. = 0.60) รองลงมาทักษะการควบคุมตัวแปร ($\bar{X}$ = 3.86, S.D. = 0.66) และเป็นทักษะการตีความและลงข้อสรุป ($\bar{X}$ = 3.58, S.D. = 0.65) ตามลำดับ โดยทักษะการทดลองอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 3.33, S.D. = 0.74) สรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับมาก

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ดังแสดงในตารางที่ 2 – 3

ตารางที่ 2 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ร้อยละ	เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ร้อยละ
1	23	76.67	16	19	63.33
2	19	63.33	17	21	70.00
3	23	76.67	18	20	66.67
4	20	66.67	19	18	60.00
5	19	63.33	20	24	80.00
6	19	63.33	21	23	76.67
7	23	76.67	22	23	76.67
8	18	60.00	23	25	83.33
9	21	70.00	24	22	73.33
10	21	70.00	25	26	86.67
11	24	80.00	26	24	80.00
12	22	73.33	27	25	83.33
13	20	66.67	28	24	80.00
14	23	76.67	29	25	83.33
15	18	60.00	30	26	86.67
$\bar{X}$	21.93			S.D.	2.45
ร้อยละ	73.11				

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.93 คะแนน ($\overline{X}$= 21.93, S.D. = 2.45) คิดเป็นร้อยละ 73.11 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 3 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ 70	($\overline{X}$)	S.D.	t	df	Sig
30	30	21	21.93	2.45	25.53	24	0.000

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.93 ($\overline{X}$ = 21.93, S.D. = 2.45) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์กับคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2

5. การอภิปรายผล

1. ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้จากโครงงานที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาทำโครงงาน ตั้งแต่การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน วางแผนการแสวงหาความรู้ การเก็บรวบรวมข้อมูล และการสรุปผล รวมทั้งการมีการผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการพัฒนาเพื่อการสร้างสรรค์สิ่งใหม่และเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่ใช้ในการคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงสังเคราะห์ และการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการอย่างเป็นขั้นตอนจากสถานการณ์ที่พบเห็น เพื่อทำการรวบรวมและกลั่นกรองข้อมูลจนได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง (สุธิดา การีมี, 2560) ดังนั้น นักเรียนที่ได้เรียนรู้จากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จะได้รับความรู้ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและจากผลของการทำโครงงาน พร้อมทั้งได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีวินัยในการทำงาน ความรับผิดชอบและความสามารถที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (ธีรชัย ปูรณโชติ, 2531) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิภา ตรีแจ่มจันทร (2562) พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ในทิศทางเดียวกับผลการวิจัยของ จรรย์สมร เหลืองสมานกุล (2557) ที่พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์รู้อยู่ในระดับสูง ดังนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่มีลักษณะเป็นการจัดการเรียนรู้แบบการทำโครงงานเพื่อแก้ไขปัญหาจึงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

2. ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ โดยอาศัยกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อทำโครงงานสร้างสรรค์ชิ้นงานที่เป็นนวัตกรรม โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้เด็กเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงและจากแหล่งเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหาและกำหนดขอบเขตของปัญหา (Defined Problem: D) ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา หลังจากนั้นในขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจ (Related Information Search: I) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจ และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนการทำงาน โดยอาศัยหลักการบูรณาการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อทำการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนการทำงาน (Plan and Solution Design: P) หลังจากนั้นนักเรียนจะเข้าสู่ขั้นตอนที่ 4 การลงมือทำตามแบบแผนที่ได้วางไว้ (Do and Development: D) เป็นการลงมือทำตามแบบแผนที่ได้วางไว้ รวมถึงการพัฒนาผลงานเพื่อให้สามารถใช้ในการแก้ปัญหาและทำการตรวจสอบผลงาน ประเมินผล และปรับปรุงผลงานซึ่งเป็นขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบผลงาน ประเมินผลและปรับปรุงผลงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement: I) และในขั้นสุดท้ายขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหา (Presentation: P) นักเรียนจะได้สรุปการเรียนรู้โดยการนำเสนอแนวคิด ขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป ดังนั้น การสอนแบบโครงงานเป็นการส่งเสริมและสร้างประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน ทำให้เกิดความรู้วางแผนในการแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ทำให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ผลงานโดยใช้กระบวนทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุวรรณ เสียงไพเราะ (2554) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐานมีประสิทธิภาพในการเสริมความเข้าใจและเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยนักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เฉลี่ย 17.40 คิดเป็นร้อยละ 58 และคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 22.68 คิดเป็น ร้อยละ 75.6 โดยมีคะแนนความก้าวหน้าทางทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเฉลี่ย 5.28 คิดเป็นร้อยละ 13.19

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการเรียนรู้จากการปฏิบัติโดยบูรณาการและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ นับตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหากำหนดขอบเขตของการรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และการวางแผนการทำงาน โดยอาศัยหลักการบูรณาการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อทำการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ การลงมือทำตามแบบแผนที่ได้วางไว้ การตรวจสอบผลงาน ประเมินผล ปรับปรุงผลงาน และ การนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหา ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

6.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นการให้ลงมือปฏิบัติการทำโครงงาน ดังนั้น ในการทำโครงงานต้องให้ผู้เรียนมีการบริหารจัดการเวลาเพื่อให้สามารถทำโครงงานได้ตามเวลาที่กำหนด ทั้งนี้ก่อนการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนควรชี้แจงรายละเอียดในแต่ละกิจกรรมให้เรียนเข้าใจบทหน้าที่ของตนเอง การแบ่งหน้าที่ภายในสมาชิกในกลุ่ม การสร้างแนวคิด และเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างอิสระภายใต้เงื่อนไข และข้อจำกัดจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยครูผู้สอนมีหน้าที่คอยชี้แนะให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

6.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

6.2.1 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ

6.2.2 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านโครงงานเป็นฐานผสานกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ด้านอื่น ๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิด

6.2.3 ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับเทคนิค และกระบวนการอื่น ๆ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,* 18(4 ตุลาคม-ธันวาคม), 334-348.

จรรยา ดาสา และณวรา สีที. (2560). การเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัยผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะ. *Journal of Education Naresuan University*, 19(3), 343-355.

จรรย์สมร เหลืองสมานกุล. (2557). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

จารุวรรณ เสียงไพเราะ. (2554). *การพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ธรรมชาติ โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ทิศนา แขมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.* พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรชัย ปูรณโชติ. (2531). *การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิภา ตรีแจ่มจันทร์. (2562). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำ โครงงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2540). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภัสรำไพ จ้อยเจริญ และปนัฐษรณ์ จารุชัยนิวัฒน, (2562). กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับเด็กอนุบาล. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม*, 9(3 กันยายน–ธันวาคม), 114-121.

ภูวสิษฏ์ บุญศร. (2561). การพัฒนากระบวนการการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโป่ง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาเชียงราย เขต 1. สืบค้น 20 มกราคม 2564, จาก http://www.ska2.go.th/reis/data/research/25620911_132558_5537

มัสยา แสนสม. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วัชรากร ศรีสุพัฒน์ และ ดุจเดือน ไชยพิชิต. (2564). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ดินในท้องถิ่นของเรา โดยใช้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 7(3 มีนาคม), 192-205.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). *การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.* กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุธิดา การีมี. (2560). *การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา.* สืบค้น 18 ธันวาคม 2563, จาก http://oho.ipst.ac.th/edp-creative-problem-solving1/

National Research Council (NRC). (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits.* Washington, DC: National Academies Press.

Roadrangka, V. (2001). *Teaching science that emphasizing process skills.* (2nd ed.). Bangkok: Institute of Academic Development.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2011). *Framework and manual for early childhood science learning.* Retrieved June 6, 2020, from http://earlychildhood.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/25/2014/09/Science-Framework-for-ECE.pdf