วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์
ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – กรกฎาคม 2563

Journal of Education and Human Development Sciences
Vol. 4 No. 1 January – June 2020

ISSN 2697-4061 (Online)

การศึกษาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

The Study of Engineering Design Process Skill Using STEM Education on Electricity of Grade 9 Students

ศิริพร เครือทอง[1] และ ณัฐกาญจน์ ลีสุขสาม[2]

Siriporn Kruatong[1] และ Nattakan Leesuksam[2]

(วันรับบทความ : 20 เมษายน 2563/วันแก้ไขบทความ : 8 มิถุนายน 2563/วันตอบรับบทความ : 8 มิถุนายน 2563)

(Received Date : April 20, 2020, Revised Date : June 8, 2020, Accepted Date : June 8, 2020)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนหลังเรียนเทียบกับก่อนเรียน 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 53 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้การวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้า และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน รูปแบบที่ใช้วิจัย คือ วิจัยประเภทกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนหลังเรียนมีค่าคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.69 และ S.D. = 0.72)

คำสำคัญ : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, สะเต็มศึกษา, กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม, นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3, ไฟฟ้า

[1]คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
Education and Development Science, Kasetsart University Kamphangsean Campus.
Email: siriporn.kruatong@gmail.com
[2]คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
Education and Development Science, Kasetsart University Kamphangsean Campus.
Email: nat.leesuksam@gmail.com

Abstract

The purposes of this research were 1) to study the students' engineering design process skill, 2) to study learning achievement before and after learning using STEM Education on Electricity lesson for grade 9 students compared with the criteria 70 percent and with before learning and 3) to study the students' satisfaction with STEM education on Electricity lesson. The sample group consisted of 53 grade 9 students, who were selected through a purposive sampling. The research instruments were composed of STEM lesson plan on Electricity lesson, a test of engineering design process, a test of learning achievement on electricity lesson, and a questionnaire of students' satisfaction. The study followed the One-Group Pretest-Posttest research design for data collection. The research findings were 1) the students' engineering design process skill after learning was higher than before learning with the significant level of 0.05. 2). the learning achievement using STEM education on electricity for grade 9 students' post-test score was higher than the 70 percent the criteria and higher than pre-test score with the significant level of 0.05, and 3) the students' satisfaction using STEM education on electricity for grade 9 students was high level ($\overline{X}$ = 3.69 and $S.D.$ = 0.72)

Keyword : Learning achievement, STEM education, Engineering design process, Grade 9 students, Electricity

บทนำ

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรรม (Engineering Design Process) เป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาเพื่อการสร้างสรรค์สิ่งใหม่และเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่ใช้ในการคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงสังเคราะห์ และการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการอย่างเป็นขั้นตอนจากสถานการณ์ที่พบเห็นเพื่อทำการรวบรวมและกลั่นกรองข้อมูลจนได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง (สุธิดา การีมี, 2560) ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นทักษะสำคัญเพื่อพัฒนาและต่อยอดเทคโนโลยีที่มีอยู่ ตลอดจนการสร้างนวัตกรรมขึ้นมาใหม่ที่จะช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น อันประกอบไปด้วยความสามารถในการระบุปัญหา การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง การวางแผนและพัฒนา การทดสอบและประเมินผล และการนำเสนอผลลัพธ์ (สสวท, 2558) ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 ที่มีเป้าหมายในการพัฒนาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ให้มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งตอบสนองต่อการดำรงชีวิตของประชาชนให้สามารถปรับตัวรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการทำงานที่เน้นการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อใช้แก้ไขปัญหา สร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใหม่หรือนวัตกรรม โดยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า ภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข และการวิเคราะห์หาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขหรือพัฒนาที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมในปัจจุบัน ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญที่มนุษย์สามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงได้ โดยการนำองค์ความรู้มาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสรรค์ผลงาน ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้เข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักการวางแผนการแก้ปัญหา และเข้าใจถึงกระบวนการที่ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ใหม่ของวิศวกร เพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลายแล้ววิเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมที่สุดแต่อาจมิใช่แนวทางที่ถูกต้องที่สุด

(อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556) เพราะบางครั้งสิ่งที่ดีที่สุดอาจไม่ได้ถูกเลือก เนื่องจากมีเงื่อนไขจากปัจจัยอื่นๆ มาเป็นตัวกำหนด (ฤทัย เพลงวัฒนา, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงมากกว่า

การพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรรมสามารถทำได้โดยให้นักเรียนฝึกปฏิบัติตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมผ่านกิจกรรมการปฏิบัติหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่แสดงให้เห็นถึงแนวคิดที่เฉพาะเจาะจง เช่นกิจกรรมในห้องปฏิบัติการ (Boys J. A. and Walsh C. M., 2019) สสวท (2558) ได้กล่าวถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมว่าเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการ ได้แก่ 1) การระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างนวัตกรรม 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดี ข้อด้อยและความเหมาะสม เพื่อเลือกแนวคิด แนวทางหรือวิธีที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 3) การวางแผนและพัฒนา ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงการออกแบบและพัฒนาต้นแบบของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา 4) การทดสอบและประเมินผล เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้ต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา โดยผลที่ได้อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ไขมากยิ่งขึ้น และ 5) การนำเสนอผลลัพธ์ หลังการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบและประเมินผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ ซึ่งวิธีการประเมินทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรรมสามารถทำได้โดยประเมินผลิตภัณฑ์ตลอดจนประเมินกระบวนการทำงานด้านความสามารถตามเกณฑ์ที่กำหนด เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ แบบทดสอบมาตรฐาน รายการตรวจสอบ แบบสอบถาม และรูบริกเกณฑ์การให้คะแนน เช่น งานวิจัยของ มนัส ชวดดา (2560) สร้างแบบสังเกตกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในลักษณะแบบตรวจสอบรายการให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ได้แก่ การระบุปัญหา การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง การวางแผนและพัฒนา การทดสอบและประเมินผล และการนำเสนอผลลัพธ์ Gaskins et al (2015) สร้างเกณฑ์การประเมินและแบบสำรวจความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจากการวาดภาพ เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education: STEM Education) คือแนวทางจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตรฺและคณิตศาสตร์ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต (สสวท., 2558) ซึ่งงานวิจัยสะเต็มศึกษาที่ผ่านมานักเรียนได้ดำเนินการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรม (นิตยา ภูผาบาง , 2559 ; ชนกกานต์ เนตรรัศมี, 2559; Siew, Nazir and Chong, 2015) การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (ราวรรณ์ ทิลานันท์, 2558; ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม, 2559; Han, 2014; Edy et al., 2015) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษา (เกตุมณี เหมรา และ ชลาธิป สมาหิโต, 2559; Crippen and Archambault, 2012; Lukin, 2012) อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบว่า การศึกษาผลการพัฒนาทักษะกระบวนการเชิงวิศวกรรมที่เกิดขึ้นกับนักเรียนอันเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ยังมีจำนวนจำกัด งานวิจัยนี้จะนำเสนอการศึกษาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการออกแบบเชิงวิศวกรรม ได้แก่ การระบุปัญหา การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง การวางแผนและพัฒนา การทดสอบและประเมินผล และการนำเสนอผลลัพธ์ อันเป็นการเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน เข้าใจกระบวนการที่ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ใหม่ของวิศวกรและเป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อเตรียมพร้อมผู้เรียนให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21

ISSN 2697-4061 (Online)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า หลังเรียนเทียบกับก่อนเรียน
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 ห้องเรียน ที่จัดห้องเรียนแบบคละชั้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนก่อนเรียนกับห้องเรียนอื่น) จำนวน 53 คน จากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เพื่อให้สะดวกต่อผู้วิจัยในด้านงบประมาณและระยะเวลาในการกระบวนการเก็บข้อมูลวิจัย โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นแผนการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน ได้แก่ การผลิตกระแสไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรไฟฟ้าในบ้าน และวงจรอิเล็กทรอนิกส์

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณเพื่อศึกษาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนอู่ทอง จำนวน 3 ห้องเรียน ที่มีผลการเรียนต่ำ รวมทั้งหมด 157 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนอู่ทอง จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 53 คน ได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเนื้อหาประกอบไปด้วย 1) การผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นเวลา 3 คาบ 2) วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น เป็นเวลา 12 คาบ 3) วงจรไฟฟ้าในบ้าน เป็นเวลา 6 คาบ 4) วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เป็นเวลา 3 คาบ

โดยมีตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ISSN 2697-4061 (Online)

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1) ระบุปัญหา นักเรียนระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรม โดยมีสถานการณ์คือ *"น้องดาวได้จองตั๋วคอนเสิร์ตศิลปินเกาหลีที่ตนเองชื่นชอบที่จะจัดขึ้นสิ้นเดือนนี้ และต้องการซื้อป้ายไฟเชียร์เพื่อนำไปในวันที่มีคอนเสิร์ตด้วย แต่ปรากฏว่าน้องดาวหาซื้อป้ายไม่ได้เนื่องจากมีคนจองเอาไว้หมดแล้ว และถ้าสั่งทำเพิ่มก็เกรงว่าจะเสร็จไม่ทันวันที่แสดงคอนเสิร์ตเพราะมีคนสั่งทำรายคนจึงต้องรอคิว น้องดาวจึงคิดที่จะทำป้ายไฟเชียร์เอง ให้นักเรียนช่วยน้องดาวทำป้ายไฟเชียร์เพื่อนำไปในวันแสดงคอนเสิร์ต"* นักเรียนหาค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้าของป้ายไฟที่นักเรียนประดิษฐ์ขึ้น

2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับความหมายของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และสัญลักษณ์ต่างๆในวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบป้ายไฟเชียร์โดยระบุรายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ลงในใบกิจกรรม

4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนวางแผนและลงมือประดิษฐ์ป้ายไฟเชียร์ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยเลือกใช้อุปกรณ์ที่ครูจัดเตรียมให้

5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบทดสอบป้ายไฟเชียร์ที่ประดิษฐ์โดยเมื่อต่อกับถ่านแล้วไฟติดทุกดวง หากหลอดไฟไม่ติดนักเรียนต้องหาสาเหตุของปัญหานั้น แล้วปรับปรุงแก้ไข (สาเหตุที่หลอดไฟไม่ติดอาจเกิดจากการบัดกรี)

6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอป้ายไฟเชียร์ ที่สร้างขึ้น โดยนำเสนอแนวคิดในการสร้าง เหตุผลในการเลือกใช้วัสดุ รวมทั้งผลการทดสอบและปรับปรุง

ภาพที่ 1 การปฏิบัติกิจกรรมเรื่องป้ายไฟเชียร์

โดยเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจความถูกต้องและเหมาะสมด้านผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ และการวัดและการประเมินผล โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC และทำการปรับปรุงแก้ไขทั้งหมดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งสร้างขึ้นโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อคำถาม ซึ่งประกอบด้วย ปัญหาและเงื่อนไขของสถานการณ์ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การออกแบบ

ISSN 2697-4061 (Online)

การแก้ปัญหา วิธีการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจความถูกต้องและเหมาะสมของแบบสอบถาม ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบ เป็น 0.67 - 1 และ ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ คือ 0.73 โดยมีตัวอย่างแบบทดสอบให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานตามสถานการณ์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนี้

“สถานการณ์ รถไฟเหาะ หรือ roller coaster เป็นเครื่องเล่นที่มีอยู่ในสวนสนุก สร้างความสนุกสนานเพลิดเพลินกับผู้เล่นด้วยการให้รถไฟที่ผู้เล่นนั่งวิ่งไปตามรางที่มีความชัน ความโค้ง หมุนเป็นเกลียว หรือแม้กระทั่งหมุนเป็นวงในแนวตั้ง รถไฟเหาะในประเทศไทยล้วนเป็นรถไฟเหาะที่ใช้ความรู้และเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ดังนั้นจึงให้นักเรียนออกแบบรางรถไฟเหาะ โดยใช้อุปกรณ์ที่จัดหามาให้ ร่วมกับสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ในห้องเรียน รถไฟจะต้องมีการตีลังกา 360 องศา อย่างน้อย 1 รอบ เนินสูง 5 เซนติเมตร อย่างน้อย 1 เนินลอดอุโมงค์ยาว 15 เซนติเมตร และสุดท้ายรถไฟต้องหยุดที่สถานี ซึ่งอยู่บริเวณปลายของรางรถไฟพอดี”

1. ปัญหาและเงื่อนไขในการสร้างรถไฟเหาะมีอะไรบ้าง
2. แนวคิดที่เกี่ยวข้องมีอะไรบ้าง
3. ออกแบบรถไฟเหาะ พร้อมระบุองประกอบต่างๆ
4. อธิบายขั้นตอนการสร้างรางรถไฟอย่างละเอียด
5. ผลการทดสอบ
6. การประเมินผลและการปรับปรุงแก้ไข

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 30 ข้อ โดยให้ครอบคลุมกับเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยใช้คำถามแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบ อยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 และปรับปรุงแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำแบบทดสอบที่ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/11 โรงเรียนอู่ทอง ปีการศึกษา 2562 จำนวน 26 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความยากง่าย (p) และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ โดยเลือกใช้ข้อสอบที่มีดัชนีความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.29 ถึง 0.79 และค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.29 ถึง 0.86 และหาความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยสูตรของคูเดอร์-ริชาร์ตสัน (Kuder Richardson) เท่ากับ 0.92 โดยมีตัวอย่างข้อสอบ ดังนี้

1) หลอด A และหลอด B มีจำนวนวัตต์ต่างกันต่ออนุกรม ข้อความใดเป็นจริง

ก. หลอด A และหลอด B สว่างเท่ากัน ข. ถ้าหลอด A ดับ หลอด B จะไม่ดับ

ค. ถ้าหลอด B ดับ หลอด A จะไม่ดับ ง. ถ้าหลอด A ดับ หลอด B จะดับด้วย

2) ถ้านักเรียนมีหลอดไฟฟ้าเหมือนกันทุกประการจำนวน 6 หลอด นักเรียนจะต่อหลอดไฟฟ้าในวงจรอย่างไร เพื่อให้ได้ความสว่างมากที่สุด

ก. ต่อ 6 หลอด แบบขนาน

ข. ต่อ 6 หลอดแบบอนุกรม

ค. ต่อขนาน 2 หลอด 3 ชุด แล้วต่ออนุกรมกัน

ง. ต่อขนาน 3 หลอด 2 ชุด แล้วต่อขนานกัน

ISSN 2697-4061 (Online)

2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า โดยใช้ข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อคำถาม ซึ่งประกอบด้วยความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ความเหมาะสมทั้งทางด้านเนื้อหา เวลา และภาพรวมของการเรียน นำแบบสอบถามความพึงพอใจเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจความถูกต้องและเหมาะสมของแบบสอบถาม ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบ เป็น 0.67 ถึง 1 และ ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ คือ 0.93

3. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยก่อนมีการวิจัยเชิงทดลอง รูปแบบที่ใช้วิจัยคือ แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน (One Group Pre-test / Post-test Design)

สัญลักษณ์

G $T_1 \longrightarrow X \longrightarrow T_2$

คำอธิบายสัญลักษณ์

G แทน กลุ่มตัวอย่าง

T_1 แทน การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าก่อนเรียน

T_2 แทน การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าหลังเรียน

X แทน การเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4. กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งใช้เวลาในการทดสอบทั้งสิ้น 60 นาที

4.2 วัดทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งใช้เวลาในการทดสอบทั้งสิ้น 40 นาที

4.3 จัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า การดำเนินการทั้งสิ้น 24 ชั่วโมง โดยทำการจัดการเรียนสัปดาห์ละ 3 คาบเรียน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

4.4 วัดทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งใช้เวลาในการทดสอบทั้งสิ้น 40 นาที

4.5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งใช้เวลาในการทดสอบทั้งสิ้น 60 นาที

4.6 สำรวจความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งใช้เวลาในการทำแบบสอบถามทั้งสิ้น 10 นาที

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียน โดยนำมาวิเคราะห์เพื่อนำเสนอในรูปค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลัง โดยการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบค่าทีแบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent sample t-test)

ISSN 2697-4061 (Online)

5.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียน โดยนำมาวิเคราะห์เพื่อนำเสนอในรูปค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลัง โดยการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบค่าทีแบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent sample t-test)

5.3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า โดยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจ ตามแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) มาเทียบค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ ดังนี้

5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด 4 หมายถึง เห็นด้วยค่อนข้างมาก

3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง 2 หมายถึง เห็นด้วยค่อนข้างน้อย

1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

จากนั้นนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อ และภาพรวม หลังจากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลความหมายตามเกณฑ์ดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2534)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 0.50-1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนเทียบกับก่อนเรียน ซึ่งผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า หลังเรียนเทียบกับก่อนเรียน ผลการวิเคราะห์ศึกษาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า มีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน $\overline{X}$ = 25.35 และ S.D. = 4.50 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ = 10.24 และ S.D. = 3.71 จากการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า มีคะแนนทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ตารางที่1)

ISSN 2697-4061 (Online)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า หลังเรียนเทียบกับก่อนเรียน

คะแนน	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	t	sig.
ก่อนเรียน	30	10.24	3.71	37.236	.000
หลังเรียน	30	25.35	4.50		

* *sig* < 0.05

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งผลการวิเคราะห์ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ = 24.08 และ S.D. = 2.86 จากการวิเคราะห์พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ (t= 7.348) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ตารางที่2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

คะแนน	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	t	sig.
หลังเรียน	30	24.08	2.86	7.348	.000

* *sig* < 0.05

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนเทียบกับก่อนเรียน ผลการวิเคราะห์ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ = 24.08 และ S.D. = 2.86 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ย $\overline{X}$ = 13.8 และ S.D. = 3.42 จากการวิเคราะห์พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ตารางที่3)

ISSN 2697-4061 (Online)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า หลังเรียนเทียบกับก่อนเรียน

คะแนน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	sig.
ก่อนเรียน	30	13.80	3.42	23.578	.000
หลังเรียน	30	24.08	2.86		

* *sig* < 0.05

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า ซึ่งค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนเกี่ยวกับการวางแผนก่อนลงมือแก้ปัญหาอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.04 และ S.D. = 0.52 ส่วนค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนเกี่ยวกับมีการทดสอบชิ้นงานเพื่อนำข้อผิดพลาดมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง อยู่ในระดับรองลงมา โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ = 3.96 และ S.D. = 0.73 และค่าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนเกี่ยวกับมีการบูรณาการความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา อยู่ในระดับน้อยที่สุด โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ =3.34 และ S.D. = 0.71 สำหรับค่ารวมเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้าเท่ากับ $\bar{X}$ = 3.69 และ S.D. = 0.72 ซึ่งอยู่ในระดับมาก (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1.	กิจกรรมการเรียนรู้สนุกและน่าสนใจ	3.60	0.84	มาก
2.	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	3.74	0.62	มาก
3.	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความเข้าใจของเนื้อหา	3.45	0.80	ปานกลาง
4.	นักเรียนมีการรวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ครูให้ก่อนแก้ปัญหา	3.42	1.08	ปานกลาง
5.	นักเรียนมีการวางแผนก่อนลงมือแก้ปัญหา	4.04	0.52	มากที่สุด
6.	นักเรียนมีการทดสอบชิ้นงานเพื่อนำข้อผิดพลาดมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง	3.96	0.73	มาก
7.	นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	3.70	0.54	มาก
8.	นักเรียนมีกระบวนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน	3.74	0.71	มาก
9.	นักเรียนมีการบูรณาการความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	3.34	0.71	ปานกลาง
10.	นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน	3.92	0.62	มาก
	รวมเฉลี่ย	3.69	0.72	มาก

ISSN 2697-4061 (Online)

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยเพื่อการศึกษาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนมีค่าคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องจากมีการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายให้นักเรียนปฏิบัติการระบุปัญหา การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบและประเมินผล และการนำเสนอผลลัพธ์ ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ภายใต้ข้อจำกัดของสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งคล้องกับงานวิจัยของ อัจฉรีย์ สังขรักษ์ และคณะ(2560) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมดีขึ้นตามลำดับระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง ผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องไฟฟ้าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งคล้องกับ อับดุลยามีน หะยีขาเดร์ (2560) ที่รายงานไว้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของรักษ์ศิริ จิตอารี และคณะ (2560) ที่พบว่านักเรียนที่มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อีกทั้งนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก เนื่องจากทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนรู้ มีความพึงพอใจในการทำงานร่วมกับเพื่อน มีส่วนร่วมในการเรียน ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สิ่งสำคัญที่จะทำให้เกิดทักษะคือ การจัดกิจกรรมที่จะทำให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการระบุปัญหา การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบและประเมินผล และการนำเสนอผลลัพธ์ ในสถานการณ์ที่หลากหลาย ตลอดจนผู้สอนจะต้องมีคำถามที่กระตุ้นการปฏิบัติกิจกรรมตลอดเวลาเพื่อให้นักเรียนสามารถรวบรวมความรู้และสามารถบูรณาการความรู้เพื่อใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

2. ผู้สอนที่จะนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์อื่น ควรศึกษาถึงแนวทางในการเลือกกิจกรรมหรือเทคนิคในการพัฒนาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมให้เหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหาวิชา

เอกสารอ้างอิง

ชนกกานต์ เนตรรัศมี. (2559). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ในเรื่องเคมีสิ่งแวดล้อม ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร, ประเทศไทย)

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2534). *เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย.* กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม. (2559). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* (หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, ประเทศไทย)

มนัส ชวดดา, 2560). *การศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ของนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3 เรื่อง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านสะเต็มศึกษา.* (หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา, ประเทศไทย)

ฤทัย เพลงวัฒนา. (2556). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ วิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ. *นิตยสาร สสวท 42(185), 19-22.*

ราวรรณ์ ทิลานันท์. (2558). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 6.* (หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต,สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา,มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, *ประเทศไทย)*

รักษ์ศิริ จิตอารี, วิจิตร อุดอ้าย และวารีรัตน์ แก้วอุไร. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19: 202-213.*

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2558. *ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม Science Technology Engineering and Mathematic Education*. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้าของ สกสค.

สุธิดา การีมี. (2560). *การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา ตอนที่ 1.* เข้าถึงได้จาก : http://oho.ipst.ac.th/edp-creative-problem-solving1/.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2554) .*แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบเอ็ด พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๕๙.* เข้าถึงได้จากhttp://old.rmutto.ac.th/rmuttonews/attachment/TP719_183626.pdf.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. สมาคมครู วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 19 : 15 – 18.

อัจฉรีย์ สังขรักษ์, สิงหา ประสิทธิ์พงศ์ และ สิทธิชัย วิชัยดิษฐ์. (2560). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพื่อพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 3 : 59-71.*

อับดุลยามีน หะยีขาเดร์. 2560. *ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (หลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ประเทศไทย)

Boys J. A. and Walsh C. M.(2019). Introducing Engineering Design and Materials Science at an Earlier Age through Ceramic Cold Casting. Journal of Chemical Education 96 (1): 104–109.

Gaskins W. Kukreti R. A. Maltbie C. and Steimle J. (2015). *Student Understanding of the Engineering Design Process Using Challenge Based Learning*. 122nd ASEE Annual Conference & Exposition. Seattle, WA

Translated Thai References

Chuadda M. (2017). The study of engineering design process of grade 9th students on dissolved oxygen after conducting a STEM Education activity. (M.Sc. in Chemical Education, Burapha Univerisy, Thailand)

Neadratsamee C. (2016). Developmenr of learning management base on Stem Education through engineering design process for promoting collaborative problem solving in environmental chemistry for 10th grade students. (Thesis M.Ed. in Chemistrym Naresuan University, Thailand)

Rueangsuwan C. (1991). *Educational technology: Theory and research*. Bangkok: Odeon Store

Plengwatana R. (2013). Stem Education and Learning Management in Earth, Astronomy and Space. *IPST Magazine*, 42(185), 19-22.

Jitaree R, Uaiy V. and Keawurai W. (2017). The development of instruction model based on constructivist learning theory and STEM education approach to enhance analysis thinking and scientific literacy for mathayomsuksa 1 student. *Journal of Education Naresuan University*,19 (2): 202-213.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2015). *Fundamental knowledge, Science Technology Engineering and Mathematic Education. Bangkok: SKOs trade organization*. Business organization of the office of welfare promotion for teachers and educational personal.

Kareeme S. (2017). *The use of engineering design processes to enhance creativity and problem-solving skills. Part 1*. Retrieved from: http://oho.ipst.ac.th/edp-creative -problem-solving1 /.

Office of the National Economic and Social Development Board. (2011). *National Economic and Social Development Plan The eleventh edition of 2012 - 2016*. Retrieved from http://old.rmutto.ac.th/r muttonews/attachment/TP719_183626.pdf.

Thilanan R. (2015). *Effect of Learning STEM Education Project Approach on the Achievement and the Scientific Creative Thinking Skill of Mathayomsuksa 6 Students.* (Master of Science Degree in Science Education, Nakhon Sawan Rajabhat University, Thailand)

Thongchai A. (2013). *Stem Education and Educational Development of Science, Technology, Engineering and Mathematics in the United States*. Association of Teachers of Science, Mathematics and Technology of Thailand, 19 :15 - 18.

Sangkharak A, . Prasitpong S. , Wichaidit S. (2017). STEM Education Learning of Photosynthesis to Promote Engineering Design Process of Grade 11 Students. *Journal of Education Prince of Songkla University*, 28(3), 59-71.

Hajeekhadae A. (2017). *Effect of STEM Education Approach on Biology Achievement, Scientific Creativity and Instructional Satisfaction of Grade 11 Students* (Master Thesis, Prince of Songkla University, Thailand). Retrieved from http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2016/11788

ISSN 2697-4061 (Online)

Wongchachom P. (2016). A Development of Learning Activities based on the STEM Education Cooperated with Project-based Learning for Matthayom Sueksa 5. (M.Ed. in Teaching of Science and Mathematics, Mahasarakham University, Thailand)