การพัฒนานวัตกรรมรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา

Development of Innovation of Integration of STEM Education with Problem Based Learning Model for Engineering Education

ธนิต บุญใส[1*] และสิริลักษณ์ หาญวัฒนานุกุล[2]

*1 นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2 อาจารย์ที่ปรึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

Received : 2020-03-18 Revised : 2020-03-20 Accepted : 2020-04-08

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา โดยใช้การวิจัยเอกสาร ประเมินต้นแบบของรูปแบบฯโดยผู้เชี่ยวชาญนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนารูปแบบโมเดล 2) หาประสิทธิภาพรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษาจากค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบฯ คะแนนทดสอบเฉลี่ยหลังเรียนและก่อนเรียน และคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยหลังการทดลอง กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการทดลอง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบประเมิน วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานประกอบด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอน ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบฯโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมด้านการออกแบบมีความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมาคือด้านองค์ประกอบหลักของรูปแบบ ด้านกิจกรรมการสอน และด้านการประเมินผลตามลำดับ และมีดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษาทั้งรายข้อและทั้งฉบับมีค่ามากกว่า 0.50 2) ผู้เรียนมีคะแนนทดสอบเฉลี่ยหลังทดลองมากกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยหลังการทดลองในระดับพึงพอใจระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา, การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน, บูรณาการเรียนรู้, วิศวกรรมศึกษา

Abstract

The purposes of the research is were : Firstly, it attempted to develop an integrated STEM-problem-based learning model for engineering education using documentary research, the model prototype evaluated by the experts, and the collected data to develop the model. Secondly, it aimed to examine the efficiency of an integrated STEM-problem-based learning model for engineering education based on index of item-objective congruence of the model, average pre-test and post-test scores, and average satisfaction score. The sampling group was the group of the first-year students in the faculty of

* ธนิต บุญใส
E-mail : ttanit_b@rmutt.ac.th

Technical Education with a major in Electrical Engineering in the second semester of Academic year 2019. Research instruments consisted of learning management plan, achievement test, and evaluation form. Data were analyzed using percentage, arithmetic mean, standard deviation, and t-test. The results were found that an integrated STEM-problem-based learning model comprises seven steps. The evaluation results of the model from the experts indicates that the suitability in the design is the highest, followed by the suitability in the main components of the model, learning activities, and evaluation, respectively. Index of item-objective congruence of an integrated STEM-problem-based learning model for engineering education in both are greater than 0.50. In addition, the average scores of learners after the test are higher than those before the test at a significance level of 0.05. Also, the average satisfaction scores after the test is at a high level.

Keywords : STEM education, Problem-based learning, Integrated learning, Engineering education

1. บทนำ

ประเทศไทยกำหนดยุทธศาสตร์ชาติที่สำคัญ เพื่อการพัฒนาประเทศ ให้ ก้าวพ้นกับดักรายได้ปานกลาง (Middle Income Trap) และในขณะเดียวกันประเทศไทยกำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุทำให้มีสัดส่วนประชากรวัยทำงานลดลง ซึ่งส่งผลต่อการสร้างกำลังคนหรือการจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม หรือสะเต็มศึกษา(STEM Education) นอกจากนี้การพัฒนาเศรษฐกิจการก้าวออกจากกับดักรายได้ปานกลาง นั่นคือการเพิ่มรายได้ต่อหัวประชาชาติด้วยจำนวนแรงงานที่ลดลง ซึ่งส่งผลอย่างมีนัยสำคัญให้ประเทศไทย จำเป็นต้องเพิ่มทักษะและคุณภาพของแรงงาน ซึ่งการเพิ่มทักษะและคุณภาพของแรงงานจำเป็นต้องคำนึงถึง คุณภาพการศึกษา และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อการพัฒนากำลังคน และเศรษฐกิจของประเทศ เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพการศึกษาพบว่า ประเทศไทยประสบปัญหาด้านคุณภาพการศึกษา วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่ต่ำ ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบ PISA และ TIMSS ที่อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศที่อยู่ในกลุ่ม OECD ทั้งนี้อาจเนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจบทเรียนอย่างแท้จริง เรียนแบบท่องจำทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมต่อความรู้เป็นภาพใหญ่ได้ และไม่สามารถนำบทเรียนนั้นไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้[1] และโลกของการศึกษาได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากในศตวรรษที่ 21 เครื่องมือเพื่อแสวงหาความรู้มีความสำคัญมากกว่าเนื้อหาความรู้ ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสื่อสารทำให้ผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเองจากแหล่งต่างๆ มากมาย ดังนั้นหน้าที่ของครู อาจารย์ในการสอนจึงเปลี่ยนแปลงไปจากการยืนหน้าชั้นมาเป็นการกระตุ้นและอำนวยความสะดวกในการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพของตนเองให้มากที่สุด ด้วยกระบวนทัศน์ที่เปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้เกิดแนวความคิดต่อการจัดการศึกษานั้นเปลี่ยนแปลงไปด้วย [2]

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการศาสตร์ 4 ศาสตร์ ประกอบด้วย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ร่วมด้วยกัน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบการเรียนการสอนให้มีกิจกรรม โดยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหา และสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ที่พบในชีวิตประจำวัน จากการประยุกต์ใช้ความรู้จากทักษะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี มาผ่านกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม ทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้ ชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ รวมถึงการพัฒนากระบวนการผลิต นวัตกรรมใหม่ ที่มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนจะต้องมีทักษะหลักๆ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ทักษะชีวิตและการทำงาน 2) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 3)ทักษะด้านสารสนเทศ การสื่อสารและเทคโนโลยี [3] ดังนั้นการจัดการศึกษาแบบบูรณาการ จึงเน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรม ศาสตร์ และคณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกัน หรือ STEM Education จึงเป็นรูปแบบการจัดการศึกษา ที่ตอบสนองต่อการเตรียมรุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 เพราะธรรมชาติของทั้ง 4 วิชานี้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ และความสามารถที่

จะดำรงชีวิตได้ดี และมีคุณภาพในโลกของศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวด เร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ที่ตั้งอยู่บนฐานความรู้ และเต็มไปด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี อีกทั้งยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่งคั่งของประเทศได้

สะเต็มศึกษาเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการ หรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)[4] การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning; PBL) นับเป็นอีกแนวทางหนึ่งของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่น่าสนใจ และคาดว่าน่าจะแก้ปัญหาในหลายๆ ประเด็นที่กล่าวมาในตอนต้นได้ การได้ฝึกเรียนโดยการแก้ปัญหาฝึกคิด ซึ่งเป็นการท้าทายให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ เพราะพื้นฐานมนุษย์มีความอยากรู้อยากเห็นอยู่แล้ว ถ้าสามารถเพิ่มแรงจูงใจให้ผู้เรียน นับว่าเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ให้มากขึ้นไปอีก[5] การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดสภาพการณ์ของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะการะบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ [6]

การเรียนการสอนด้านวิศวกรรมนั้น ลักษณะเนื้อหารายวิชาส่วนมากนั้นมีเนื้อหาที่มุ่งเน้นการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการออกแบบ แต่การเรียนการสอนด้านวิศวกรรมนั้น พบว่าวิธีสอนที่อาจารย์ใช้สอน ส่วนใหญ่เป็นการสอนแบบบรรยาย รูปแบบกิจกรรมของผู้เรียนเป็นแบบถามตอบคำถาม [3] ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการคิด การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นการเรียนรู้ ร่วมกันมากกว่าการเรียนรู้แบบตัวใครตัวมัน (Individual Learning) เพราะการเรียนรู้ในแบบใหม่ต้อง เป็นการเรียนรู้ที่แบ่งปันกัน ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน

จากความเป็นมาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา เพื่อส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียนมีทักษะการทำงานทางด้านปฏิบัติและการเรียนทฤษฎีได้ดียิ่งขึ้น และเกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนทางด้านเทคโนโลยี วิศวกรรม และศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ด้านวิศวกรรมศึกษาทฤษฎีและปฏิบัติอย่างเต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคล อันจะส่งผลต่อการเรียนทั้งด้านวิศวกรรมพื้นฐานและด้านวิศวกรรมประยุกต์ อันเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญอย่างยิ่งในการประกอบอาชีพด้านวิศวกรรม

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา ทั้งรายข้อและทั้งฉบับ ต้องมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไป

3.2 ประสิทธิภาพรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา ประกอบด้วย

3.2.1 คะแนนทดสอบเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.2.2 คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยหลังการทดลองมีคะแนนความพึงพอใจไม่ต่ำกว่าระดับมาก

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ผู้เชี่ยวชาญและประชากรวิจัย

4.1.1 กลุ่มที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาและปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการ

สอนทางวิศวกรรมหรือวิศวกรรมศึกษา มีที่วุฒิการศึกษาด้านวิศวกรรมและด้านรูปแบบการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไป มีประสบการณ์การสอนไม่น้อยกว่า 10 ปี ในระดับอุดมศึกษา จำนวน 8 ท่าน

4.1.2 กลุ่มที่ 2 ประชากรและตัวอย่างในการทดลองใช้รูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาและปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา

4.2 ประชากรวิจัย คือ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยตัวอย่างประชากรวิจัย ได้จากการเลือกแบบเจาะจง เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 25 คน ในขั้นตอนการทดลองใช้รูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา

5. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ แต่ละระยะมีองค์ประกอบและแบบแผนการวิจัยดังนี้

5.1 ระยะที่ 1 การพัฒนานวัตกรรมรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา โดยใช้การวิจัยเอกสาร มีรายละเอียด ดังนี้

5.1.1 ศึกษาเอกสาร หนังสือ บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบแผนจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา โดยผู้วิจัยได้ยึดหลักการของ สเต็มศึกษา และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการสร้างแผนการเรียน ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่อที่จะตอบปัญหาที่ถูกวางไว้ด้วยตัวผู้เรียนเองจาก ตำรา เอกสาร สื่ออินเทอร์เน็ต จากการทดลอง จากการระดมสมอง การอภิปรายกลุ่ม

5.1.2 สร้างรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา

5.1.3 นำรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษาที่ได้พัฒนา ไปหาความเหมาะสม

5.2 ระยะที่ 2 การทดลองรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา

6. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ แผนจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา

6.1 แผนจัดการเรียนรู้

วิชาที่ใช้ทำแผนจัดการเรียนรู้ในการทดลอง คือ วิชาในกลุ่มวิศวกรรมศึกษา ซึ่งมีลักษณะสำคัญประกอบด้วยกิจกรรมเกี่ยวกับความรู้ และหลักการในการสอนศาสตร์ด้านวิศวกรรมศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ศึกษา วิชาวงจรไฟฟ้า รหัสวิชา 02-221-107 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ.2559 เนื่องจากเป็นวิชาทฤษฎีพื้นฐานด้านวิศวกรรมไฟฟ้าที่จำเป็นต้องใช้กับวิชาด้านวิศวกรรมไฟฟ้าอื่นๆ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของแผนจัดการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาหาค่าความสอดคล้องของรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย มีรายละเอียด ดังนี้

6.1.1 ตรวจสอบคุณภาพค่าดัชนีความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนทางวิศวกรรม ที่มีวุฒิการศึกษาด้านวิศวกรรม ระดับปริญญาโทขึ้นไป มีประสบการณ์การสอนวิชาไม่น้อยกว่า 10 ปี ในระดับอุดมศึกษา จำนวน 4 ท่าน

6.1.2 ทดลองใช้เพื่อหาข้อบกพร่องกับตัวอย่างประชากรที่ไม่ใช่ตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 10 คน และปรับปรุง

6.1.3 ทดลองใช้กับนักศึกษาประชากรวิจัย

6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา และออกแบบทดสอบจากเนื้อหา โดยผู้วิจัยได้นำเนื้อหาดังกล่าวมาวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการเรียน เพื่อออกแบบทดสอบ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยมีรายละเอียด ดังนี้

6.2.1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเพื่อตรวจสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินให้คะแนนคำถามแต่ละข้อโดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหา ได้ค่าความสอดคล้อง 1.00 แสดงว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด

6.2.2 นำมาปรับปรุงแก้ไขเมื่อปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อย แล้วนำแบบทดสอบนั้นไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบรายข้อ การทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยจะเลือกแบบทดสอบที่อยู่ระหว่างค่อนข้างง่ายจนถึงค่อนข้างยาก ค่า p ที่เหมาะสมอยู่ใน เกณฑ์ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 พบว่า ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30-0.70 แสดงว่ามีค่าความยากเหมาะสม และ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.2–0.60 แสดงว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกปานกลาง เพื่อนำมาจัดเป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อ 60 ข้อ และนำไปทดลองใช้กับตัวอย่างประชากรที่ไม่ใช่ตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 20 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้ KR 20 ค่าสัมประสิทธิ์เชื่อมั่น ของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.89 หมายความว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์สูง ดังนั้น โดยรวมแล้วแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดนี้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ ของกลุ่มตัวอย่างได้

6.3 แบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาเป็นแบบเพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนการสอนแบบใช้รูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา โดยเป็นแบบให้คะแนน 5 ระดับของลิเคิร์ต

6.3.1 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเพื่อตรวจสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินให้คะแนนคำถามแต่ละข้อโดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหา

6.3.2 นำมาปรับปรุงแก้ไขเมื่อปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว นำแบบประเมินความพึงพอใจนั้นไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร Cronbach Alpha โดยต้องมีค่าความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่า 0.70

7. ผลการวิจัย

7.1 รูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษาประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare) 2) ขั้นให้ความรู้เบื้องต้น (Identify STEM knowledge) 3) ขั้นกำหนดปัญหา (Problem) 4) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Method) 5) ขั้นการแก้ปัญหา (Action) 6) ขั้นสรุป/นำเสนอคำตอบของปัญหา (Solution) 7) ขั้นการแสดงความคิดเห็น/ประเมินผล (Evaluate) ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบฯโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมด้านการออกแบบมีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมอยู่ใน ระดับมาก ($\overline{X}$ =4.35, S.D. =0.41) รองลงมาคือด้านองค์ประกอบหลักของรูปแบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.34, S.D. =0.41) ด้านกิจกรรมการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.31, S.D. =0.38) และด้านการประเมินผลมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.17, S.D. =0.39) ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบบูรณาการฯ

ข้อคำถาม	$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
1. ความเหมาะสมด้านการออกแบบรูปแบบบูรณาการเรียนรู้	4.35	0.41	มาก
2. ความเหมาะสมด้านกิจกรรมประกอบการเรียนการสอน	4.31	0.38	มาก
3. ความเหมาะสมด้านการประเมินผล	4.17	0.39	มาก
4. ความเหมาะสมด้านองค์ประกอบหลักของรูปแบบ	4.34	0.41	มาก
รวม	**4.29**	**0.40**	**มาก**

การประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาและปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการเรียนรู้ พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.93 ถึง 1.00 เป็นค่าดัชนีที่มีความสอดคล้องสามารถใช้ได้

7.2 ประสิทธิภาพรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา

7.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยรูปแบบบูรณาการฯ พบว่าค่าสถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 df = 24 ได้ค่า t=1.71 ซึ่งหมายความว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยรวมสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบบูรณาการฯ

คะแนน	n	$\overline{X}$	S.D.	df	t-test
ทดสอบก่อนเรียน	25	9.16	2.79	24	1.71
ทดสอบหลังเรียน	25	31.52	3.91		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

7.2.2 ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบประเมินซึ่งใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบประเมินด้วยข้อความ ชนิด 5 ระดับ โดยแยกข้อคำถามออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการเรียนการสอน 2) ด้านกิจกรรมประกอบการเรียนการสอน 3)ด้านเนื้อหา 4) ด้านการประเมินผล ได้จากแบบประเมินแสดงดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมากที่สุดในด้านการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยเป็น 4.86 รองลงมาคือด้านกิจกรรมประกอบการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยเป็น 4.82 ตามด้วยด้านเนื้อหาการสอนมีค่าเฉลี่ยเป็น 4.79 และมีความพึงพอใจน้อยที่สุดในด้านการประเมินผล.มีค่าเฉลี่ยเป็น 4.66 ในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยรวมที่ระดับมากที่สุดเท่ากับ 4.79 ซึ่งสอดคล้องและตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตารางที่ 3 ผลความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้รับหลังจาการเรียนโดยใช้รูปแบบบูรณาการฯ

ข้อคำถาม	$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
1. ความพอใจด้านการเรียนการสอน	4.86	0.15	มากที่สุด
2. ความพอใจด้านกิจกรรมประกอบการเรียนการสอน	4.82	0.16	มากที่สุด
3. ความพอใจด้านเนื้อหาการสอน	4.79	0.20	มากที่สุด
4. ความพอใจด้านการประเมินผล	4.66	0.23	มากที่สุด
รวม	**4.79**	**0.19**	**มากที่สุด**

8. อภิปรายผล

8.1 ความเหมาะสมของรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศึกษาได้อย่างถูกต้อง ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียน และแก้ปัญหาอย่างมีระบบ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ รูปแบบการเรียน ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare) 2) ขั้นให้ความรู้เบื้องต้น (Identify STEM knowledge) 3) ขั้นกำหนดปัญหา (Problem) 4) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา(Method) 5) ขั้นการแก้ปัญหา (Action) 6) ขั้นสรุป/นำเสนอคำตอบของปัญหา (Solution) 7) ขั้นการแสดงความคิดเห็น/ประเมินผล (Evaluate) ซึ่งสอดคล้องกับกัญจน์ณิชา ชาวเรือ และคณะ[7] โดยได้พัฒนาโมเดลการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานพบว่าผู้เรียนที่เรียนผ่านโมเดลการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน

รูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ สามารถจดจำได้ดี มีการทำงานเป็นทีม ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ค้นพบด้วยตัวเอง นำความรู้ไปใช้ได้จริง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากกว่าการรับฟังจากผู้สอนเพียงฝ่ายเดียว สิ่งสำคัญสถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้จะต้องมีแรงกระตุ้นและทำให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้แก้ปัญหา ดังนั้นลักษณะของปัญหาต้องมีความน่าสนใจ ท้าทายและน่าค้นหาคำตอบโดยมีผู้สอนเป็นผู้

อำนวยความสะดวกทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุเป้าหมาย สอดคล้องกับ กมลฉัตร กล่อมอิ่ม[8] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning): รายวิชาการออกแบบและพัฒนาหลักสูตร สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้ สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหานั้น ผู้เรียนสามารถพูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์ สามารถถกเถียงหาข้อสรุปในชั้นเรียน ให้ความร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยกันออกแบบชิ้นงาน โดยมีอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้คอยให้คำปรึกษาในขณะทำงาน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ ในการจัดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดีทำให้ผู้เรียนสนุกกับการเรียนรู้มากขึ้นเพราะเน้นไปที่ปฏิบัติมากกว่า เชิงวิชาการ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์

8.2 การเรียนวิชาวงจรไฟฟ้าของกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนด้วยรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องด้วยการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหา เป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหา ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในปัญหานั้น รวมทั้งผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหา[6] สอดคล้องกับศันสนีย์ เลี้ยงพานิชย์[9] ได้ทำการวิจัยเรื่อง รูปแบบการเรียนแบบดิจิทัลโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในยุคไทยแลนด์ 4.0 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียน ด้วยรูปแบบการเรียนแบบดิจิทัลโดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8.3 ผลการวัดความพึงพอใจของผู้เรียนจากการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา พบว่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด อาจเนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กระบวนการจัดการเรียนการสอนแตกต่างไปจากรูปแบบเดิมที่ต้องรับฟังการบรรยายอย่างเดียว โดยผู้เรียนมีอิสระในการคิดวิเคราะห์ วางแผน ลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาด้วยตนเอง เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดระหว่าง สมาชิกในกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และพยายามที่จะหาคำตอบที่ถูกต้อง ขณะเดียวกันได้เน้นการใช้เทคโนโลยีเพื่อสนับสนุน การเรียนรู้ ซึ่งในปัจจุบันมีให้เลือกใช้หลายประเภท ทำให้ผู้เรียนมีอิสระสามารถเลือกสื่อที่ให้ความรู้ได้ตามความสนใจ และความสะดวกในการใช้งานผ่านอุปกรณ์เทคโนโลยีต่างๆ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาและมีความพึงพอใจต่อด้านการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด[9]

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, “รายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอนโยบายการส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย” กรุงเทพฯ, บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด, พ.ศ.2559, หน้า 2-3.

[2] พรทิพย์ ศิริภัทราชัย,“STEM Educationกับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่21”, *วารสารนักบริหาร*, ปีที่ 33 ฉบับที่ 2 (เมษายน-มิถุนายน 2556), หน้า 49-56.

[3] พินิจ เนื่องภิรมย์, มานัส สุนันท์, กนกวรรณ เรืองศิริ, สุรพันธ์ ตันศรีวงษ์ และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล, “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบ SMILE โดยใช้การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นฐานสำหรับการศึกษาทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์”, *การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม ระดับชาติ ครั้งที่ 9,* คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, พฤศจิกายน 2559.

[4] กระทรวงศึกษาธิการ, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี(สสวท.), “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา”, กรุงเทพมหานคร, พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ.2557, หน้า 75.

[5] พรจิต ประทุมสุวรรณ, “การพัฒนาชุดการสอนการควบคุมไฮดรอลิกไฟฟ้าแบบฟัซซี: วิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน”, *วิทยานิพนธ์หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต* สาขาวิชาไฟฟ้าศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,พ.ศ.2553, หน้า 2.

[6] ทิศนา แขมมณี, *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ, พิมพ์ครั้งที่ 10, พ.ศ. 2559, หน้า 137-138.

[7] กัญจน์ณิชา ชาวเรือ, ธนดล ภูสีฤทธิ์ และสุทธิพงศ์ หกสุวรรณ, *[ออนไลน์]* “การพัฒนาโมเดลการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้การเรียนรู้แบบปญัหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย”, [สืบค้นวันที่ 4 มีนาคม 2563], จากhttp://mis.nrru.ac.th/gradjournal/uploadify/uploads/Test/776%2031-10-18%2010-42-57.pdf.

[8] กมลฉัตร กล่อมอิ่ม, “การจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) : รายวิชาการออกแบบและพัฒนาหลักสูตร สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู”, *วารสารบัณฑิตศึกษา*, มหาวิทยาลยัราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม 2560, หน้า 179-192.

[9] ศันสนีย์ เลี้ยงพานิชย์, “รูปแบบการเรียนแบบดิจิทัลโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในยุคไทยแลนด์ 4.0”, *วารสารปัญญาภิวัฒน์*, ปีที่10 ฉบับพิเศษ ประจำเดือนกรกฎาคม 2561,หน้า 208-224.