

การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Development of Learning Stem Education Using the Project-Based Learning for Developing Engineering Design Process of Matthayomsuksa 5 Students

วิทยา คล้ายแท้*¹ ไกรวิชญ์ ดีแอม² วุฒิชัย พลิก³ ดวงใจ พุทธเม⁴
Witthaya Klaytae*¹ Kraiwit Dee-Aim² Wudhijaya Philuek³ Duangjai Puttasem⁴

mr.vitthaya@gmail.com*

ส่งบทความ 22 ตุลาคม 2565 แก้ไข 23 พฤศจิกายน 2565 ตอบรับ 1 ธันวาคม 2565
Received: October, 22 2022 Revised: November, 23 2022 Accepted: December, 1 2022

บทคัดย่อ

การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้รับการพัฒนา กิจกรรมการจัดการเรียนรู้และเพื่อประเมินกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตัวอย่างที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนตากสินประชาสรรค์ มีจำนวน 93 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัยและแบบประเมินโครงงานการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) สถิติที่ใช้ในงานวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่า t-Test แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลการประเมินกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาการพัฒนาในขั้นนี้มากที่สุด รองลงมาคือ ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและในขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ตามลำดับ

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, การเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน, กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

*ผู้ประสานงาน (corresponding author)

¹นิสิตปริญญาโทศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

²อาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

³⁻⁴ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

¹ Student Master of Education Faculty of Education Nakon Sawan Rajabhat University

² Lecturer in Department of Educational Technology and Communications Faculty of Education Nakon Sawan Rajabhat University

³⁻⁴ Assistant Professor in Department of Educational Technology and Communications Faculty of Education Nakon Sawan Rajabhat University

Abstract

The objectives of this research were to develop STEM Education learning management activities by using Project-Based Learning emphasizing the Engineering Design Process of students to study the learning achievement of students who were developed by using learning management activities and 3) to evaluate students projects. The samples were 93 Mathayomsuksa 5 students of Takhli Prachasan School, who studied in the Academic Year of 2022. The research instruments were the learning management plans based ,The achievement test of 40 items with the discrimination, and the Engineering Design Process project evaluation form by using a 6-level estimation scale. The statistics used were the mean S.D., and t-test dependent.

The research findings showed that

1) The students who were taught by four learning management plans based on STEM Education and Project-Based Learning achieved higher learning achievement in the Posttest than in the pretest with a.05 level of significance.

2) The Mathayomsuksa 5 students had overall Engineering Design Process development scores at a high level. Step 6 Presentation a solution to the problem has the highest level. The second step was to collect information and concepts related to the problem and the third step was to design a solution respectively.

Keywords: STEM Education, Project-Based Learning, Engineering Design Process

.....

บทนำ

การที่จะพัฒนาไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน ให้เกิดขึ้นในอนาคตนั้น จะต้องให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างทุนของประเทศที่มีอยู่ให้เข้มแข็ง และมีพลังเพียงพอในการขับเคลื่อนกระบวนการการพัฒนาทั้งในระยะกลางและระยะยาว โดยเฉพาะ “การพัฒนาคน” ให้มีการเตรียมความพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ทักษะการเรียนรู้และการเสริมสร้างปัจจัยแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนาคุณภาพของคน โดยการน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มาประยุกต์ใช้ทั้งในเชิงระบบและโครงสร้างของสังคมไทยให้มีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 มุ่งการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรม เป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศไปสู่การปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจ จากเดิมที่ขับเคลื่อนด้วยการพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตภาคอุตสาหกรรมไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม โดยการใช้ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการวิจัยและพัฒนา อันจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ รวมทั้งยกระดับรายได้

ของประเทศให้หลุดพ้นจากกับดักรายได้ปานกลาง (จิตรลดา พิศาลสุพงศ์, 2561) ความสำคัญกับการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนาและนวัตกรรม ประกอบด้วย 1) การสนับสนุนการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาของประเทศและจัดระบบการบริหารงานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรมให้มีเอกภาพและประสิทธิภาพ โดยให้ความเชื่อมโยงกับเอกชน การเร่งเสริมสร้างสังคมนวัตกรรมโดยส่งเสริมระบบการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ และการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคศตวรรษที่ 21 การศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วยตามการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในตัวผู้เรียน หากการศึกษายังหลงติดอยู่กับสิ่งเดิมที่เคยใช้ได้ผลในยุคเก่าย่อมจะส่งผลให้การเรียนรู้ของผู้เรียนไม่สอดคล้องกับโลกที่เป็นจริงทั้งในปัจจุบันและในอนาคตที่ยังเข้มข้นขึ้น ผู้เรียนจึงต้องมีทักษะการเรียนรู้ ประกอบด้วยทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยีและทักษะชีวิตและการทำงาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ปัจจุบันการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และด้านเทคโนโลยีก็มีความเจริญก้าวหน้าและมีบทบาทที่สำคัญต่อศึกษาและการพัฒนาผู้เรียน การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เป็นสิ่งที่จะช่วยผู้เรียนมีทัศนคติในการเรียนรู้ที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอน ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศส่งผลให้เกิดการสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารจำนวนมากและสามารถสืบค้น ข้อมูลได้ด้วยตนเองและสะดวกรวดเร็วและได้ข้อมูลที่ทันสมัย ผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้บอกความรู้ เป็นโค้ชเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็น เช่น ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ความคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การสื่อสารและความร่วมมือ (Bellanca & Brandt, 2010) แนวทางการพัฒนาในช่วงระยะเวลา 5 ปีตามแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 มุ่งให้เกิดการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรมที่เข้มข้น ซึ่งจะส่งผลกระทบสูงในเชิงเศรษฐกิจและสังคม นำไปสู่สังคมที่ขับเคลื่อนด้วยความรู้และนวัตกรรม โดยผลลัพธ์สำคัญที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ได้แก่ การพัฒนาด้านบุคลากรวิจัย อาทิ แรงการผลิตบุคลากรสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีคุณภาพและสอดคล้องกับความต้องการโดยเฉพาะในสาขา STEM แรงสร้างนักวิจัยมืออาชีพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาวิศวกรรมการผลิตขั้นสูง แพทยศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ข้อมูล นักออกแบบ และในสาขาที่ขาดแคลนและสอดคล้องกับการเติบโตของอุตสาหกรรมเป้าหมายและทิศทาง การพัฒนาประเทศ รวมทั้งบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม พัฒนาศักยภาพนักวิจัย ให้มีทั้งความรู้และความเข้าใจในเทคโนโลยี รวมทั้งดึงดูดบุคลากรผู้เชี่ยวชาญ นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศที่มีผลงานเป็นที่ยอมรับในสาขาอุตสาหกรรมเป้าหมายของไทยให้มาทำงานในสถาบันวิจัยของภาครัฐและภาคเอกชนในประเทศไทย (สุพัตรา ศรีภูมิเพชร, 2560) ซึ่งวิธีการเรียนรู้ที่ส่งผลดังกล่าวที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง คือ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

แนวความคิดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของสะเต็มศึกษา คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม เข้ากับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์และด้านเทคโนโลยีของผู้เรียน สะเต็มศึกษาไม่ใช่เรื่องใหม่ แต่เป็นการต่อยอดหลักสูตรโดยบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรม อีกทั้งยังใช้การแก้ปัญหาโดยใช้โครงงาน

เป็นฐานนั้น จะทำให้เกิดการมุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เป็นการสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม มีจุดเด่นที่การนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เน้นการนำประเด็นหรือสถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนอาจเป็นปัญหาเหตุการณ์หรืออาชีพที่พบเห็นได้ในชุมชนมาเชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูนำเสนอ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนได้เห็นประโยชน์ของความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่นักเรียนใช้ในชั้นเรียน อีกทั้งเป็นการฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) อีกทั้งการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเข้ากับวิชาอื่น ๆ เช่น วิชาชีววิทยา เข้ากับเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ หรือ BTEM เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จะทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาชีววิทยานักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งนักเรียนต้องมีการค้นหาแนวทางในการสร้างสิ่งประดิษฐ์โดยการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์จะช่วยให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น การใช้เทคโนโลยีจะช่วยให้ นักเรียนได้ข้อมูลตามที่ต้องการและคณิตศาสตร์ใช้ในการคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้ (Osman, et al 2015)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งอีกทางที่จะสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ขึ้น โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานนั้น เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านความรู้และทักษะโดยผ่านการทำงานที่มีการค้นคว้าและการใช้ความรู้ในชีวิตจริง โดยมีตัวผลงานและการแสดงออกถึงศักยภาพจากการเรียนรู้ รวมถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบหนึ่งที่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (ราวรรณ ทิลาณันท์, 2558) การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นรูปแบบในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน โดยยึดหลักที่ว่าผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีโอกาสได้ค้นคว้าในสิ่งที่ซับซ้อน ทำทายหรือเป็นประเด็นปัญหายากที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการพัฒนาทัศนคติในเชิงบวกของนักเรียน ซึ่งเป็นเทคนิควิธีสอนที่ประสบความสำเร็จในประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา ดังนั้น การเรียนรู้แบบ

โครงการเป็นฐาน เป็นการเรียนการสอนปฏิบัติการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Wekesa & Ongunya, 2016) สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้และช่วยเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งกระบวนการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานจะสมบูรณ์ได้ต้องมีการใช้การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา นั่นก็คือ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดค้นหาวิธีการหรือแนวทางที่หลากหลายภายใต้กรอบเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาที่พบเจอและสามารถนำแนวทางหรือวิธีการนั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการในชีวิตประจำวัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) ได้นำเสนอกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในประเทศไทย คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) การนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ซ้ำในหลายๆ ขั้นตอน โดยมีการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 6 ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้น ถ้านักเรียนมีการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาใช้ในการแก้ปัญหาจะทำให้เกิดการพัฒนาด้านต่าง ๆ และนอกจากนี้ยังได้มีการแสดงถึงการเรียนรู้ร่วมกัน การแลกเปลี่ยนความรู้ โดยการนำเสนอขั้นตอนผลงานและทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมากขึ้น (English & King, 2017) ซึ่งแต่ละขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนฝึกการคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการดำเนินการ ยังมีการใช้องค์ความรู้จากศาสตร์หลายด้าน เช่น ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ประกอบในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการจนได้เป็นสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ และในบางครั้งสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการเหล่านี้สามารถพัฒนาไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้อีกด้วย

จากปัญหาและข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นความสำคัญถึงการจัดการเรียนรู้และมีความจำเป็นในการส่งเสริมความรู้ในการเรียนรายวิชาเทคโนโลยีระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษามาพัฒนาการเรียนรู้ในรายวิชาเทคโนโลยี โดยใช้โครงการเป็นฐาน เพื่อพัฒนาระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาระบบการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อให้ นักเรียนเกิดองค์ความรู้ต่าง ๆ ในการเรียน มีเจตคติที่ดีและส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ สามารถนำองค์ความรู้ของสะเต็มศึกษาแก้ปัญหาในชีวิตจริง สามารถประกอบอาชีพในอนาคต พัฒนาองค์กร ชุมชน ท้องถิ่นได้ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเข้ารับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น
2. เพื่อประเมินผลกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้ารับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและตัวอย่างการวิจัย
 - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนในกลุ่มสหวิทยาเขตตากฟ้าตาคลี ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครสวรรค์ ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมในการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 โรงเรียนได้แก่ โรงเรียนตาคลีประชาสรรค์ โรงเรียนตากฟ้าวิชาประสิทธิ์ โรงเรียนหนองโพพิทยา โรงเรียนจันทนเศรษฐ์โรงเรียนโรงเรียนทหารอากาศอนุสรณ์ โรงเรียนลาดทิพรสพิทยาคม โรงเรียนอุดมธัญญาประชานุเคราะห์ โรงเรียนช่องแคพิทยาคม มีจำนวนประชากรทั้งหมด 746 คน (ข้อมูลปีการศึกษา 2565)
 - 1.2 ตัวอย่างการวิจัย ที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนตาคลีประชาสรรค์ อำเภอตาคลี จังหวัดนครสวรรค์ โรงเรียนในกลุ่มสหวิทยาเขตตากฟ้าตาคลี ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จากโรงเรียนที่มีความพร้อมในการเก็บข้อมูลวิจัย โดยมีการตอบรับ

และรับรองโดยขอฟอร์มขอความยินยอม (consent form) และสุ่มอย่างง่าย จับสลากสุ่มห้องเรียน 3 ห้อง ได้ตัวอย่าง การวิจัยจำนวน 93 คน

2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 สะเต็มศึกษา เกิดจากการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จึงเป็น ประเด็นสำคัญที่มีการกล่าวถึงทั้งภายในและภายนอก โรงเรียน ซึ่งผู้สอนควรมีบทบาทในการส่งเสริมเพื่อกระตุ้น ให้นักเรียนเกิดความสนใจศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ให้มากขึ้น การให้ความสำคัญ กับการสอนการเรียนการสอนที่มีการบูรณา มีการประยุกต์ ศาสตร์สาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหา ปรับปรุง แก้ไขหรือพัฒนาสิ่งต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการ หรือความจำเป็นของมนุษย์ โดยมุ่งเน้นไปที่ปัญหาในโลก แห่งความเป็นจริง ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกิดการสะท้อน กระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา และคงรักษาความรู้และ ทักษะที่ได้รับจากการเรียนรู้จากสมมติฐานและแนวคิดที่ ผู้เรียนได้สร้างขึ้นทำให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างเป้าหมาย ในการแก้ปัญหาและกระบวนการเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ดังกล่าว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)

2.2 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นขั้นตอน ที่นำมาใช้ในดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนี้จะเริ่มจาก การระบุปัญหาที่พบแล้วกำหนดเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากนั้นจึงทำการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและทำการ วิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไข เมื่อได้วิธีการ ที่เหมาะสมแล้ว จึงทำการวางแผนและพัฒนาสิ่งของ เครื่องใช้หรือวิธีการ เมื่อสร้างชิ้นงานหรือวิธีการเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบ หากมีข้อบกพร่องก็ให้ทำการปรับปรุง แก้ไขเพื่อให้สิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการนั้นสามารถใช้แก้ ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ ส่วนในตอนสุดท้ายจะ ดำเนินการประเมินผลว่าสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการนั้น จะสามารถใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ตามที่ กำหนดไว้หรือไม่ ดังนั้น กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จึงประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง กับปัญหา (Related Information Search)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning

and Development)

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (Presentation)

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอนนั้น หากนำมาใช้ในการจัดการเรียน การสอนในชั้นเรียน จะสามารถดำเนินการโดยการที่ผู้สอน สามารถพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมในขั้นที่ 1 ระบุปัญหา มาไว้ส่วนของ ขั้นนำ ซึ่งจะเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียน เพื่อที่ผู้เรียนจะได้ทำการวิเคราะห์เพื่อกำหนดปัญหาหรือ ความต้องการจากสถานการณ์นั้น สำหรับในขั้นที่ 2 ถึงขั้นที่ 6 ของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อาจจะนำมาไว้ใน ส่วนของขั้นพัฒนาผู้เรียน ส่วนในขั้นสรุปของการเรียนจะ เป็นการสรุปร่วมกันถึงองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่ได้จากการค้นคว้าเพื่อ นำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตาม กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2.3 การเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน หรือ Project-based learning หมายถึง การจัดการเรียนรู้ ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียน มาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและ การสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่าน กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลการจัด กิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม (ดุชนิ โยเหลา, 2557) อีกทั้งการเรียนรู้แบบโครงงานยังเป็นรูปแบบหนึ่งของ Child-centered Approach ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ ทำงานตามระดับทักษะที่ตนเองมีอยู่ เป็นเรื่องที่สนใจและ รู้สึกสบายใจที่จะทำ นักเรียนได้รับสิทธิในการเลือกจะทำ ตั้งคำถามอะไร และต้องการผลผลิตอะไรจากการทำงาน ขึ้นนี้ โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนอุปกรณ์และจัด ประสบการณ์ให้แก่ นักเรียน สนับสนุนการแก้ปัญหา และ สร้างแรงจูงใจให้แก่ นักเรียน

2.4. รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ ชั้น ม.5)

ตัวชี้วัด ว 4.1 ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจาก ศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงงานเพื่อแก้ปัญหา
ตัวชี้วัด ว 4.2 รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้

ด้านวิทยาการ คอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการแก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่าให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง โครงงาน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2 แบบประเมินโครงงานการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. การสร้างเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ แบบประเมินโครงงานการออกแบบเชิงวิศวกรรม นำเครื่องมือที่ออกแบบ ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบประสิทธิภาพ ตรวจสอบความถูกต้อง และความครอบคลุมของเนื้อหา โดยใช้วิธีการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง (Index of item Objective Congruence) และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินคุณภาพโดยรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}=4.48$, S.D.= 0.13) มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.89 อยู่ในระดับ 0.60 - 1.00 ถือว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมดี

2.3 แบบประเมินโครงงานการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามรูปแบบแนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยพิจารณาจากชิ้นงานรายบุคคลและชิ้นงานกลุ่มของนักเรียน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคส์ (สมศักดิ์ ภูวิภาดารวรรณ์, 2544) เกณฑ์ประเมินผลคะแนนผ่านไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 มีความสอดคล้องที่ 0.91 อยู่ในระดับมาก

2.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัยจำนวนทั้งหมด 40 ข้อ 4 ตัวเลือก ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) = 0.60 - 1.00 อยู่ในระดับ 0.90 ค่าความยากง่าย โดยเลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8 พบว่า ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.43-0.66 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.65 - 0.98 วิเคราะห์หาความเชื่อมั่น

โดยใช้สูตร Kuder Richardson - 20 (KR - 20) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่น 0.99

2.5 นำเครื่องมือไปทดลองที่ใช้กับที่ไม่ใช่ตัวอย่างการวิจัยและนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อทดลองใช้กับตัวอย่างการวิจัย

2.6 ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดในหนังสือยินยอมการเข้าร่วมในการวิจัยให้ผู้เข้าร่วมในการวิจัยทราบ และลงนามแสดงความสมัครใจการเข้าร่วมวิจัย ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอน และรายละเอียดเกี่ยวกับการเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ให้นักเรียนตัวอย่างการวิจัยทราบ

2.7 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ปรับปรุงและแก้ไข มีการประเมิน โดยสังเกตพฤติกรรมการทำงานระหว่างเรียนของนักเรียนเป็นระยะ ๆ

2.8 ประเมินความสามารถการเรียนรู้และประเมินโครงงานการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2.9 เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

2.10 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ การประเมินแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ การประเมินแบบประเมินโครงงานการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3.2 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

3.3 วิเคราะห์ผลจากการประเมินโครงงานการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3.4 วิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่า T-test แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

4.1 ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ การประเมินแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ การประเมินแบบประเมินโครงงานการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยพิจารณาหาค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (IOC)

4.2 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้
 4.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson-20 (KR-20) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540)

4.4 สถิติพื้นฐาน (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
 4.5 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน t-Test แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัย

ในการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลงานวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเข้ารับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังที่การจัดการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig. (1-tailed)
ก่อนจัดกิจกรรม	93	18.35	6.00	21.68 *	0.0000
หลังจัดกิจกรรม	93	30.57	3.46		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

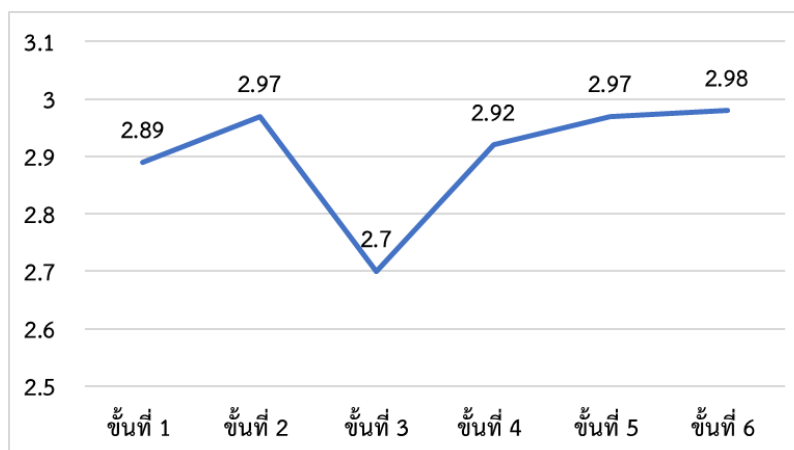
จากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนได้รับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเฉลี่ย $\bar{x}=18.35$, S.D.=6.00 และหลังจัดกิจกรรมเฉลี่ย $\bar{x}=30.57$, S.D.=3.46 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนจัดกิจกรรมและหลังจัดกิจกรรมโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า คะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจัดกิจกรรมมากกว่าคะแนนก่อนจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตอนที่ 2 ผลกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้ารับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น

ตารางที่ 2 ผลการประเมินโครงงานกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา	2.89	0.22	ระดับมาก
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	2.97	0.26	ระดับมาก
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	2.70	0.15	ระดับมาก
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	2.92	0.12	ระดับมาก
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา	2.97	0.36	ระดับมาก
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	2.98	0.11	ระดับมาก
รวม	2.91	0.20	ระดับมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 93 คน มีคะแนนการพัฒนาระบบการออกแบบเชิงวิศวกรรมในภาพรวมระดับมาก ($\bar{X} = 2.91$, S.D.=0.20) เมื่อพิจารณารายขั้นตอนพบว่า ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานมีผลการประเมินในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 2.98$, S.D.=0.11) รองลงมาคือ ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ($\bar{X} = 2.97$, S.D.=0.26) และขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ($\bar{X} = 2.70$, S.D. =0.15) ตามลำดับ



ภาพที่ 1 แสดงผลการพัฒนาระบบการออกแบบเชิงวิศวกรรมในภาพรวม

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาผลการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาระบบการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งสามารถอภิปรายผล ได้ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาระบบการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน และเป็นกระบวนการต่อเนื่องประกอบด้วยการสอนแบบสะเต็มศึกษา โดยใช้การเรียนรู้บูรณาการ 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยสอดแทรกเนื้อหากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา ขั้นตอนทั้งหมด สามารถสลับไปมาหรือย้อนกลับขั้นตอนได้ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ผ่านการลงมือปฏิบัติจึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดทักษะต่าง ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ มนัส ชวดดา (2560) ที่เกิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ผลการประเมินในภาพรวมทั้ง 6 ขั้นตอน

ให้เกิดชิ้นงานหรือแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและเกิดการพัฒนาในเรื่องความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ มินกานญจน์ แจ่มพงษ์ (2560) รูปแบบการเรียนรู้บูรณาการแบบการรวมระหว่างการผลิตเนื้อหาหลายวิชากับกิจกรรมการเรียนการสอน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ นักเรียนได้ปฏิบัติการสร้างสรรค์ชิ้นงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังจากที่ได้เรียนโดยใช้แบบประเมินตามสภาพจริง

2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาระบบการออกแบบเชิงวิศวกรรม ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของสุธารส อินสราญ (2560) ทั้งนี้ เพราะนักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีพอสมควร แต่เมื่อมีการพัฒนาส่งเสริมให้ความรู้จะเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้จะเป็นองค์ความรู้ที่นักเรียนได้รับจากประสบการณ์

ที่นักเรียนได้ทำโครงการ ช่วยให้ผู้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหาและ ทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็น ทักษะการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงควรมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถ นำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวัน

3. ผลการประเมินโครงการกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม ในภาพรวมของนักเรียน อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ เนื่องจากการพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสัมพันธ์กันและเป็นกระบวนการต่อเนื่องใน 6 ขั้นตอน ลักษณะเด่นของกระบวนการจัดการเรียนรู้คือ นักเรียน สามารถพัฒนานวัตกรรมจากปัญหา มีการคิดแก้ปัญหา การกำหนดโครงการเป็นฐาน และในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการการนำเสนอโครงการ ทั้งนี้ครูผู้สอน ต้องมีทักษะความรู้ความชำนาญ ในการเป็นที่ปรึกษาให้กับ นักเรียนในการปฏิบัติงานต่าง ๆ ตลอดจนการทำโครงการและการมีส่วนร่วมของครูกับการประเมินโครงการของนักเรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้นี้ เหมาะสมกับยุคปัจจุบันที่เน้น นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองสอดคล้องกับแนวคิด ของ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2557) ครูอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ให้คำปรึกษา การมีส่วนร่วมกับครู บุคลากร องค์กร วิชาชีพและผู้เชี่ยวชาญจากทุกส่วน สอดคล้องกับจากวิจัย ของ อนุสรณ์ พุ่มพิกุล (2562) โครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหที่ พบเห็นในชีวิตจริง จากการนำประเด็นหรือสถานการณ์ ใกล้ตัวที่นักเรียนสามารถจับต้องได้ทำให้นักเรียนรู้สึก ทำหายและเกิดความมั่นใจในการเรียนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นักเรียนสนุกกับการเรียนรู้กล้าคิดและกล้าลงมือทำและ ร่วมกันแก้ปัญหาได้ดีมากภายในกลุ่ม

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การยื่นโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณารับรอง จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา รหัสโครงการวิจัย HE-RDI-NRRU.052/2565

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้ โครงการเป็นฐาน เป็นลักษณะของโครงการบูรณาการ หลายวิชาเข้าด้วยกัน เพื่อให้โครงการสมบูรณ์ นักเรียน สามารถที่จะหาที่ปรึกษาโครงการได้มากกว่าครูผู้สอน เพียงวิชาเดียว เช่น ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานพื้นฐาน อาชีพ ครูกลุ่มสาระศิลปะ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องสัมพันธ์หรือ สอดคล้องกัน รวมทั้งผู้รู้ที่มีความเชี่ยวชาญในเรื่องที่ นักเรียนกำลังศึกษา

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาหรือประเมินผลการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้โครงการเป็นฐานในด้าน การพัฒนาการเรียนการสอนกับปัจจัยอื่น ๆ เช่น กระบวนการ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปะ เป็นต้น

2. ควรนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานโดยใช้กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมไปใช้ในระดับชั้นที่สูงขึ้นหรือ ประยุกต์ใช้ในวิชาอื่น ๆ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการของ นักเรียนอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 -2564). สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. จิตรลดา พิศาลสุพงศ์. (2561, 6 พฤศจิกายน). การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิจัยและนวัตกรรม. <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2018/20181106-st-research-innovation-development-strategy.pdf>
- ดุขัญ โยเหลา และ คณะ. (2557). การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย. หจก. ทิพย์วิสุทธิ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. และเพียว ยินดีสุข. (2557). การสอนคิดด้วยโครงงานการเรียนรู้แบบบูรณาการ ทักษะในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 3). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 7). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์. (2560). การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสเต็มศึกษาโดยการ สร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัว. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 7(3), 81-92.
- มนัส ขวดดา. (2560). การศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยบูรพา]. <https://webopac.lib.buu.ac.th/Catalog/BibItem.aspx?BibID=b00229566>
- รารวรรณ์ ทิลาโนนน. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). ความรู้เบื้องต้นสะเต็มศึกษา (ป.1 - ม.6). โรงพิมพ์ครุสภา.
- สุธารส อินสำราญ. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องสะพานข้ามคลองบางบัว. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/eduku/article/view/244603>
- อนุสรณ์ พุ่มพิกุล. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีต่อสมรรถนะการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. <http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/668/1/gs581130268.pdf>
- Bellanca, J. & Brandt, R. (Eds), (2010). *21st Century Skills: Rethinking How Students Learn*. Solution Tree Press.
- English, L.D. & King, D.. (2017). Engineering education with fourth-grade students: Introducing Design-based problem solving. *International Journal of Engineering Education*, 33(1), 346-360. https://www.researchgate.net/publication/316664351_Engineering_education_with_fourth-grade_students_Introducing_design-based_problem_solving
- Osman, K., Hiong, L. & Vebrianto, R.. (2015). An interdisciplinary approach for biology, technology, engineering and mathematics (BTEM) to enhance 21st century skills in Malaysia. *K-12 STEM education*, 1(3), 137-147. https://www.researchgate.net/publication/274209734_21st_Century_Biology_An_Interdisciplinary_Approach_of_Biology_Technology_Engineering_and_Mathematics_Education
- Wekesa, N. W. & Ongunya, R. O.. (2016). Project Based Learning on Students' Performance in the Concept of Classification of Organisms Among Secondary Schools in Kenya. *Journal of Education and Practice*, 7(16), 25-31. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1105278.pdf>

.....