

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน*

The Development of Learning Activities Package on Innovative Thinking
Based on STEM Education Using the Engineering Design Process for
Third-Year Secondary School Students under the Office of
the Private Education Commission



¹นุสรา แสงชาติ และ สุภัทรา คงเรือง

¹Nusara Seangchart and Supatthara Kongruang

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

Faculty of Education, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Thailand.

¹Corresponding Author's Email: nusara091024@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงนวัตกรรม ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 มีนักเรียนจำนวน 46 คน จัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 มีนักเรียนจำนวน 46 คน จัดการเรียนการสอนแบบปกติ ในห้องเรียน โรงเรียนราษฎร์บำรุงศิลป์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 เล่ม แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 24 แผน มีค่า IOC เท่ากับ 0.5-1.00 แบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลและตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบที่

ผลการวิจัยพบว่า 1) ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) การคิด

*Received January 17, 2024; Revised February 23, 2025; Accepted February 25, 2025



เชิงนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน อยู่ในระดับมากขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $\bar{X} = 3.61$ และ S.D. = 0.51

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมการเรียนรู้; การคิดเชิงนวัตกรรม; สะเต็มศึกษา; กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

Abstract

This study aimed to: 1) develop a learning activity package focused on innovative thinking based on STEM education using the engineering design process, and ensuring it would meet the 80/80 criteria; 2) compare the pretest and posttest of learning achievement; 3) compare the pretest and posttest of innovative thinking; and 4) assess students' satisfaction with the learning activity package for innovative thinking based on STEM education using the engineering design process, designed for third-year secondary school students under the Office of the Private Education Commission. The sample group comprised 46 students from class 3/1, who were taught using the learning activity package. The control group included 46 students from class 3/2, who received conventional instruction at Ratchabamrungsin School. The research tools consisted of the learning activity package for innovative thinking based on STEM education using the engineering design process (4 volumes), 24 lesson plans (with IOC values ranging from 0.5 to 1.00), an innovative thinking assessment, a learning achievement test, and a satisfaction survey. Data were analyzed using mean, standard deviation, and t-test statistics to test the hypotheses.

The research findings revealed that: 1) The efficiency of the learning activity package on innovative thinking based on STEM education using the engineering design process for third-year secondary school students under the Office of the Private Education Commission met the 80/80 criteria; 2) The learning achievement of third-year secondary school students after using the learning activity package on innovative thinking based on STEM education using the engineering design process was significantly higher than before the learning intervention, with a statistical significance at the 0.05 level; 3) The innovative thinking of third-year secondary school students after using the learning activity package focused on innovative thinking based on STEM education, utilizing the engineering design process, was significantly higher than before the learning, with statistical significance at the .05 level; and 4) The satisfaction of third-year secondary school students with the learning activities, based on the innovative thinking package using the engineering design process, was at a high level, with a mean score of 3.61 and a standard deviation of 0.51.

Keywords: Learning Activity Package; Innovative Thinking; STEM Education; Engineering Design Process

บทนำ

การศึกษา การพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของคนไทยให้มีทักษะ ความรู้ความสามารถ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาประเทศ โดยระบบการศึกษาต้องมีการพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับภาวะความเป็นจริง รวมถึงการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม ทักษะสำคัญอย่างที่ได้แก่และเยาวชนควรมีคือ 1) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 2) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี 3) ทักษะด้านชีวิตและการทำงาน และ 4) ทักษะการเรียนรู้แบบ 3R8C (Jatuporn, 2018) สอดคล้องกับ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมด้านคิดเชิงนวัตกรรม จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมปัจจุบันและอนาคต ต่อการก้าวไปสู่ประเทศที่เน้นนวัตกรรมในการขับเคลื่อนสู่ประเทศไทย 4.0

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยาเขต 2 ได้จัดทำรายงานผลการประเมินผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564 พบว่าในรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 29.40 คะแนน และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการประเมินของนักเรียนในปีการศึกษา 2563 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 28.08 คะแนน จะเห็นว่ามีคะแนนสูงขึ้นเพียง 1.32 เท่านั้น ซึ่งคะแนนเฉลี่ยยังต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ (National Institute of Educational Testing, 2021) จากผลการประเมินทำให้ทราบว่า สถานการณ์และแนวโน้มการจัดการศึกษาในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาแต่ละเขตพื้นที่การศึกษา สถานศึกษาส่วนหนึ่งยังไม่สามารถบริหารจัดการหลักสูตรให้สอดคล้องกับสภาพบริบทที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นักเรียนส่วนหนึ่งมีปัญหา ขาดทักษะความรู้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงนวัตกรรม

ในศตวรรษที่ 21 ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาที่พบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนและจากกิจกรรมการเรียนรู้การสอนของโรงเรียนราชภัฏรำไพพรรณี จากการได้ไปสัมภาษณ์ครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้ทำหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้เครื่องมือแบบสัมภาษณ์ พบว่า เกิดปัญหาในการจัดการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนไม่มีความสนใจในการเรียน โดยเฉพาะในเนื้อหาด้านการคิดเชิงนวัตกรรม การสร้างสรรค์ผลงานเชิงนวัตกรรม เพราะไม่เข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อน เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะด้านการคิดเชิงนวัตกรรม ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนและการสร้างสรรค์นวัตกรรม อยู่ในระดับต่ำ จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะด้านการคิดเชิงนวัตกรรม

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ผู้วิจัยได้สังเคราะห์หลักการ แนวคิดทฤษฎี จึงมีความสนใจ ที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามกระบวนการพัฒนาแบบสะเต็มที่เชื่อมโยงองค์ความรู้จากในเนื้อหาบทเรียนเข้ามาสู่สถานการณ์ปัญหา และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เสริมสร้างและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ไปสู่การพัฒนาสร้างสรรค์ เพื่อใช้จัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นเสริมสร้างการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียน เชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา มีกระบวนการคิดวิเคราะห์พิจารณา และมีความคิดสร้างสรรค์ออกแบบ ประดิษฐ์นวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน สามารถนำผลการศึกษาที่ได้มาใช้เป็น



แนวทางในการพัฒนานักเรียน และเพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษา เสริมเอกชน ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเสริมเอกชน
3. เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเสริมเอกชน
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเสริมเอกชน

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเสริมเอกชน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัด สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเสริมเอกชน ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 13 โรงเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวนนักเรียนรวม 1,021 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราษฎร์บำรุงศิลป์ ตำบลเสนา อำเภอสนา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 92 คน ได้มาโดยการสุ่ม กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ได้มาโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม โดยสุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 46 คน เป็นกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 46 คน เป็นกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ

ขั้นตอนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) แบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 3) ชุดกิจกรรม จำนวน 4 เล่ม 4) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน โดยสร้างเครื่องมือแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเสริมเอกชน

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน หลักการ แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการสร้างและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจากเอกสาร ตำรา บทความทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำมาสังเคราะห์เพื่อการสร้างและหาคุณภาพ

2. สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สร้างเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 4 ชุด ซึ่งใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 8 สัปดาห์ จำนวน 24 ชั่วโมง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่	เรื่อง	จำนวน (ชั่วโมง)
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	6
2	โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	6
3	ทฤษฎีของเมนเดลและการแบ่งเซลล์	6
4	ความผิดปกติทางพันธุกรรมในมนุษย์และสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	6
รวม		24

3. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การหาค่าความเหมาะสมของชุดกิจกรรม นำผลการศึกษามาออกแบบและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสม และนำแบบประเมินความเหมาะสมไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน จากวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นผู้ที่มีความรู้และมีคุณสมบัติ ดังนี้ 1) ผู้ที่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอก ด้านการศึกษา เป็นนักวิชาการระดับอุดมศึกษาด้านหลักสูตรและการสอน มีประสบการณ์ในการทำงาน 5 ปีขึ้นไป จำนวน 2 ท่าน 2) ผู้ที่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอกด้านการวัดและประเมินผล มีประสบการณ์ในการทำงาน 5 ปีขึ้นไป จำนวน 1 ท่าน และ 3) ผู้ที่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอก ครุศาสตร์ที่มีประสบการณ์ด้านวิชาวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์ในการทำงาน 5 ปีขึ้นไป จำนวน 2 ท่าน โดยผลการประเมินความเหมาะสมตามองค์ประกอบของชุดกิจกรรม แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่	เรื่อง	ค่าเฉลี่ย ความเหมาะสม	แปลผล
1	ลักษณะทางพันธุกรรม	4.11	เหมาะสมมาก
2	โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน	4.25	เหมาะสมมาก
3	ทฤษฎีของเมนเดลและการแบ่งเซลล์	4.88	เหมาะสมมาก
4	ความผิดปกติทางพันธุกรรมในมนุษย์และ สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม	4.46	เหมาะสมมาก
ผลรวมความเหมาะสมทั้งหมด		4.42	เหมาะสมมาก

ระยะที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

1. ศึกษาหาข้อมูลจากเอกสาร หลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำข้อมูลมาสร้างเครื่องมือในการวิจัย ในระยะนี้ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายข้อ ให้ตรงกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ข้อคำถามทั้งหมด จำนวน 40 ข้อ โดยจำแนกตามเรื่อง ประกอบด้วย 4 เรื่อง แต่ละเรื่อง คือ 1 ลักษณะทางพันธุกรรมจำนวน 10 ข้อ โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน จำนวน 10 ข้อ การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล จำนวน 10 ข้อ ความผิดปกติทางพันธุกรรมในมนุษย์และสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมจำนวน 10 ข้อ ซึ่งสอดคล้องเนื้อหาและผลการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมทั้ง 4 ชุด

ระยะที่ 3 การเปรียบเทียบการคิดเชิงนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

1. ศึกษาหาข้อมูลจากเอกสาร หลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แล้วนำข้อมูลมาสร้างเครื่องมือในการวิจัย ในระยะนี้ คือ แบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แบบประเมินการคิดเชิงนวัตกรรม ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งมีลักษณะเป็น ปรนัยแบบตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ กำหนดการให้ค่าคะแนน 3 อยู่ในระดับดี 2 อยู่ในระดับพอใช้ 1 อยู่ในระดับปรับปรุง เปรียบเทียบค่า t-test Independent การคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน และกลุ่มควบคุมจัดการเรียนการสอนแบบปกติในห้องเรียน

ระยะที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ศึกษาหาข้อมูลจากเอกสาร หลักการ แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ แล้วนำข้อมูลมาสร้างเครื่องมือในการวิจัย ในระยะนี้คือ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เมื่อสร้างแล้วจึงนำมาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ขั้นตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง รวมระยะเวลา 8 สัปดาห์ จำนวน 24 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองในห้องเรียนตามสภาพจริง โดยศึกษากลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้ววัดความรู้ก่อนและหลังทดลองแล้วบันทึกคะแนนก่อนและหลังทดลอง รวมทั้งบันทึกข้อมูลระหว่างทำการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย

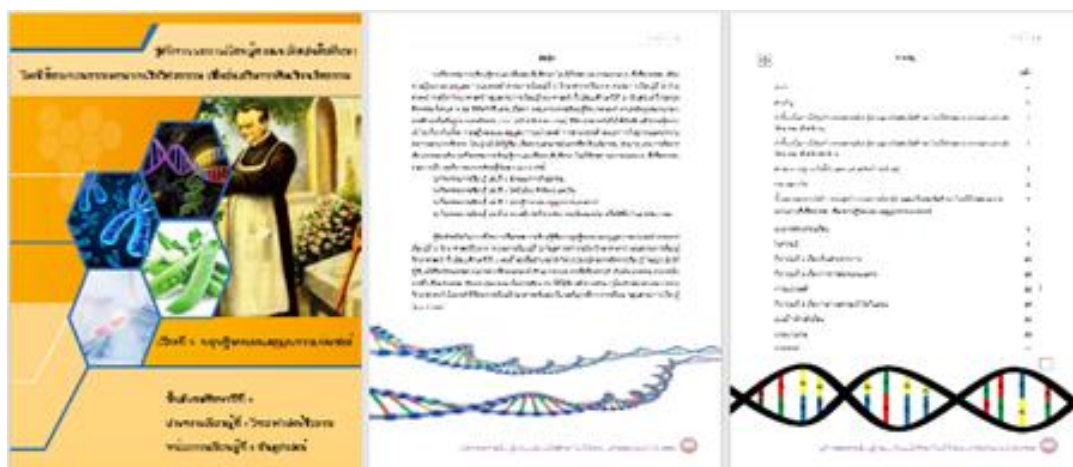
ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียด ได้แก่ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) เปรียบเทียบการคิดเชิงนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของ

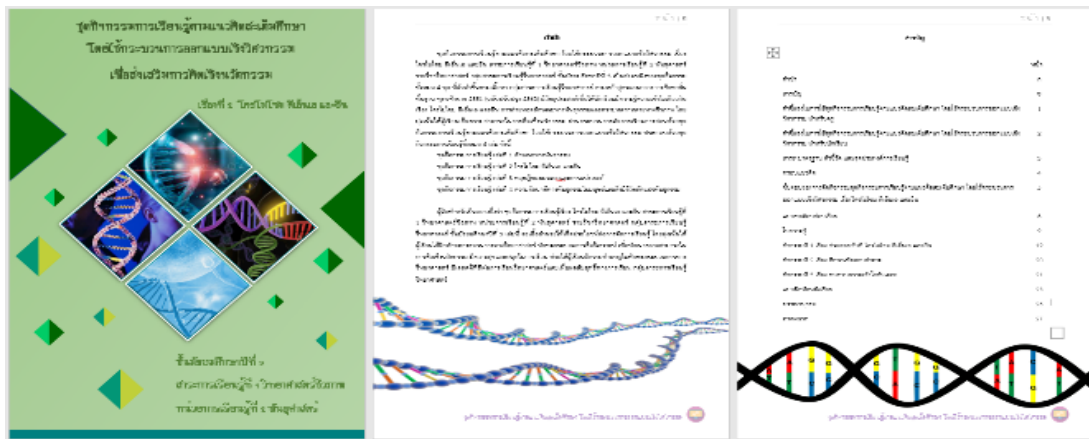
ผลการวิจัย

1. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 1 แสดงดังภาพที่ 1



(ก) เรื่องที่ 1 ลักษณะทางพันธุกรรม



(ก) เรื่องที่ 2 โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน



(ค) เรื่องที่ 3 ทฤษฎีของเมนเดลและการแบ่งเซลล์



(ง) เรื่องที่ 4 ความผิดปกติทางพันธุกรรมในมนุษย์และสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

Picture 1: The Development of Learning Activity Packages on Innovative Thinking Based on STEM Education Concepts Using the Engineering Design Process for Grade 9 Students

จากภาพที่ 1 การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเสริมเอกชน ประกอบด้วย (ก) เรื่องที่ 1 ลักษณะทางพันธุกรรม (ข) เรื่องที่ 2 โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน (ค) ทฤษฎีของเมนเดลและการแบ่งเซลล์ และ (ง) ความผิดปกติทางพันธุกรรมในมนุษย์และสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

2. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเสริมเอกชน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/ 80

ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง 2 การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้น กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนราษฎร์บำรุงศิลป์ จำนวน 46 คน โดยมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังการเรียนรู้ ทดสอบระหว่างเรียน จากนั้นนำผลการเรียนรู้มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล ได้ตามตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3 การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงนวัตกรรม เรื่องที่ 1 ลักษณะทางพันธุกรรม

กลุ่มตัวอย่าง	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงนวัตกรรม เรื่องที่ 1 ลักษณะทางพันธุกรรม		เกณฑ์การประเมิน
	กระบวนการ (E1)	ผลลัพธ์ (E2)	
46 คน	82.17	85.65	80/80

จากตาราง 3 การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงนวัตกรรม เรื่องที่ 1 ลักษณะทางพันธุกรรม มีประสิทธิภาพ $E1 = 82.17$ และ $E2 = 85.65$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

ตารางที่ 4 การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงนวัตกรรม เรื่องที่ 2 โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/ 80

กลุ่มตัวอย่าง	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงนวัตกรรม เรื่องที่ 2 โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน		เกณฑ์การประเมิน
	กระบวนการ (E1)	ผลลัพธ์ (E2)	
46 คน	81.09	82.83	80/80

จากตาราง 4 การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงนวัตกรรม เรื่องที่ 2 โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน มีประสิทธิภาพ $E1 = 81.09$ และ $E2 = 82.83$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

ตารางที่ 5 การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงนวัตกรรม เรื่องที่ 3 ทฤษฎีของเมนเดลและการแบ่งเซลล์

กลุ่มตัวอย่าง	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงนวัตกรรม เรื่องที่ 3 ทฤษฎีของเมนเดลและการแบ่งเซลล์		เกณฑ์การประเมิน
	กระบวนการ (E1)	ผลลัพธ์ (E2)	
46 คน	81.30	83.48	80/80

จากตาราง 5 การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงนวัตกรรม เรื่องที่ 3 ทฤษฎีของเมนเดลและการแบ่งเซลล์ มีประสิทธิภาพ $E1 = 81.30$ และ $E2 = 83.48$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

ตารางที่ 6 การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงนวัตกรรม เรื่องที่ 4 ความผิดปกติทางพันธุกรรมในมนุษย์และสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม

กลุ่มตัวอย่าง	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงนวัตกรรม เรื่องที่ 4 ความผิดปกติทางพันธุกรรมในมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม		เกณฑ์การประเมิน
	กระบวนการ (E1)	ผลลัพธ์ (E2)	
46 คน	83.04	86.52	80/80

จากตาราง 6 การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงนวัตกรรม เรื่องที่ 4 ความผิดปกติทางพันธุกรรมในมนุษย์และสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม มีประสิทธิภาพ $E1 = 83.04$ และ $E2 = 86.52$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

3. ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สถิติ dependent t-test

ผู้วิจัยทดสอบ (t-test) แบบข้อมูลสองชุดที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (dependent) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังตารางที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	46	8.85	0.99	105.37*	0.000
หลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	46	28.13	0.91		

จากตารางที่ 7 ค่า t ที่คำนวณได้ สูงกว่าค่าวิกฤตของ t ที่เปิดจากตาราง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 28.13 มากกว่า 1.68) แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอน เรื่องแนวคิดเชิงคำนวณกับการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. ผลเปรียบเทียบการคิดเชิงนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน และกลุ่มควบคุมจัดการเรียนการสอนแบบปกติในห้องเรียน

ผู้วิจัยทดสอบ เปรียบเทียบค่า t-test Independent การคิดเชิงนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน และกลุ่มควบคุมจัดการเรียนการสอนแบบปกติในห้องเรียน ดังตารางที่ 8 ดังนี้

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบค่า t-test Independent การคิดเชิงนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และกลุ่มควบคุมจัดการเรียนการสอนแบบปกติในห้องเรียน

ตัวแปร	กลุ่มตัวอย่าง	ก่อน/หลัง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
การคิดเชิงนวัตกรรม	กลุ่มทดลอง	ก่อนเรียน	46	56.15	2.16	3.981*	0.277
	กลุ่มทดลอง	หลังเรียน	46	113.02	1.83	46.518*	0.000
	กลุ่มควบคุม	ก่อนเรียน	46	57.87	1.97	3.981*	0.277
	กลุ่มควบคุม	หลังเรียน	46	73.61	5.45	46.518*	0.000

จากตารางที่ 8 การคิดเชิงนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกลุ่มทดลองก่อนเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยการคิดเชิงนวัตกรรม ($\bar{X}$ = 56.15, S.D.= 2.16 มีค่า sig. = 0.277) น้อยกว่ากลุ่มควบคุมสอนแบบปกติในห้องเรียน ที่มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 57.87, S.D.= 1.97 มีค่า sig. = 0.277) จึงมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นั้นมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มควบคุมมีการคิดเชิงนวัตกรรมที่สูงกว่า แต่เมื่อกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เอกชน พบว่า การคิดเชิงนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกลุ่มทดลองหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยการคิดเชิงนวัตกรรม ($\bar{X}$ = 113.02, S.D.= 1.83 มีค่า sig. = 0.000) สูงกว่ากลุ่มควบคุมสอนแบบปกติในห้องเรียน ที่มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 73.61, S.D.= 5.45 มีค่า sig. = 0.000) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียน ที่มีต่อที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เสร็จสิ้น จากนั้นนำผลการสอบถามมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ศึกษาความพึงพอใจในการเรียน ที่มีต่อที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ลักษณะรูปเล่มมีความสวยงาม น่าสนใจ ขนาดตัวอักษร เหมาะสม	3.76	0.92	มาก
2. การตกแต่งภายในแบบฝึกทักษะสามารถดึงดูดความสนใจ ของผู้เรียนได้ดี	3.26	0.88	ปานกลาง
3. เนื้อหา ภาษา รูปภาพประกอบมีความเหมาะสม	3.67	0.90	มาก
4. คำแนะนำในการใช้ชุดการเรียนรู้ชัดเจนและเข้าใจง่าย	3.67	0.82	มาก
5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ประยุกต์ใช้ ความรู้ในชีวิตประจำวันได้	3.61	0.80	มาก
6. นักเรียนไม่มีความเครียดในการเรียน	3.02	0.61	ปานกลาง
7. สารการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.54	0.94	มาก
8. เนื้อหารายวิชามีความทันสมัยเหมาะสมกับยุคสมัยปัจจุบัน	3.63	0.77	มาก
9. ความยากง่ายของเนื้อหาเหมาะสมต่อความสามารถ ของนักเรียน	3.70	0.94	มาก
10. เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาในการเรียน	3.72	0.93	มาก
11. กิจกรรมใบงานมีความหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหา นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเอง	4.13	0.86	มาก
12. การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้	3.61	0.98	มาก
ภาพรวมทั้งหมด	3.61	0.51	มาก

จากตารางที่ 9 โดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย โดยดูในรายละเอียด พบว่า กิจกรรมใบงานมีความหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหา นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเอง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด สำหรับรายการประเมินที่นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง คือ นักเรียนไม่มีความเครียดในการเรียน

องค์ความรู้ใหม่

องค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ คือ การบูรณาการวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีวิธีการจัดการเรียนรู้ 7 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างสถานการณ์ระบุปัญหา คือ การทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

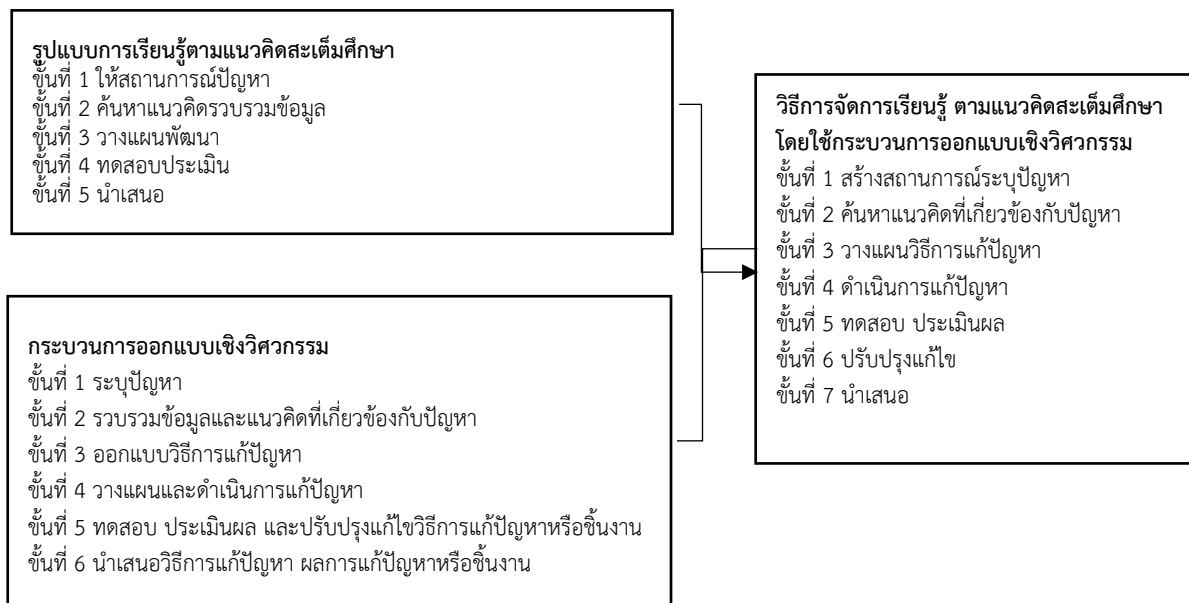
ขั้นที่ 3 วางแผนวิธีการแก้ปัญหา คือ การประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา คือ การกำหนด ลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล คือ การทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ

ขั้นที่ 6 ปรับปรุงแก้ไข คือ การปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 7 นำเสนอ คือ การนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ



Picture 2: A Diagram of the Integration of Learning Management Methods Based on STEM Education Concepts Using the Engineering Design Process.

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาสงเคราะห์ฯ ได้ตั้งวัตถุประสงค์โดยมีประเด็นสำคัญในการอภิปรายผล ดังนี้

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน พบว่า ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 จำนวน 4 เล่ม ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 8 สัปดาห์ จำนวน 24 ชั่วโมง เรื่องที่ 1 ลักษณะทางพันธุกรรม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.17/85.65 เรื่องที่ 2 โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.09/82.83 เรื่องที่ 3 ทฤษฎีของเมนเดลและการแบ่งเซลล์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.30/83.48 เรื่องที่ 4 ความผิดปกติทางพันธุกรรมในมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.04/86.52 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากได้ผ่านการศึกษา พัฒนาอย่างเป็นระบบตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และมีการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน อีกทั้งได้ผู้เชี่ยวชาญได้ช่วยตรวจสอบเครื่องมือและประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ได้เครื่องมือต่าง ๆ มีประสิทธิภาพ ควบคู่ไปกับการปรับปรุงแก้ไขทุกครั้งที่มีผล การประเมินประสิทธิภาพออกมา ก่อนที่จะนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ในขั้นตอนของการหาประสิทธิภาพนั้น และผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ขึ้นตามหลักการ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตัวชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการออกแบบตามแนวคิดของพฤติกรรมนิยมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระมากขึ้นในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีอิสระมากขึ้นในการเลือกลำดับของการเสนอเนื้อหาบทเรียนที่เหมาะสมกับตนเองทั้งผู้เรียนทุกคนจะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยากซึ่งเป็นลำดับที่ผู้สอนได้พิจารณาแล้วว่า เป็น ลำดับการสอนที่ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pleonphana (2018) วิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็ม ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และความสุขในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในห้องเรียนพิเศษ ผลวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็มเรื่องเครื่องกลอย่างง่ายที่พัฒนาขึ้นมี มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 88.6/82.35 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ที่กำหนดไว้

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน มีคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 46 คน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน พบว่า ค่า $t = 105.37$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ผ่านกระบวนการออกแบบการคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และหาประสิทธิภาพหลายขั้นตอนจนมีความเหมาะสม ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น อีกทั้งผู้วิจัยได้ออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนึกถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล คือนักเรียนแต่ละคนจะเป็นผู้เลือกเรียนตามลำดับความสนใจของตนเอง รวมทั้งเรียนซ้ำในเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจได้อย่างมีอิสระ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jaiboeae, and Yurayat (2021) วิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน พบว่า สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานงานวิจัย ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมมีกระบวนการออกแบบตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการเรียนที่เน้นการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน มีการวางแผน ฝึกทักษะให้แก่ผู้เรียน โดยมีการฝึกผู้เรียนในสถานการณ์จริงหรือคล้ายจริงหลาย ๆ สถานการณ์ในการพิจารณาอย่างสร้างสรรค์ นำมาซึ่งการคิดเชิงนวัตกรรมที่ไม่มีการกำหนดกรอบ หรือโอกาสในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยผู้วิจัยจะวิเคราะห์ความสามารถพื้นฐานของผู้เรียนเพื่อจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน และส่งเสริมแรงผู้เรียนอย่างต่อเนื่องจนผู้เรียนเกิดการชำนาญ ซึ่งมีข้อดีคือ ผู้สอนสามารถวิเคราะห์ความสามารถในการคิดเชิงนวัตกรรมอย่างชัดเจนและมีเป้าหมายในการพัฒนาต่อไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pleonphana (2018) ที่ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็ม ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และความสุข

ในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในห้องเรียนพิเศษ ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากว่า การสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกเรียนตามความสนใจ อีกทั้งยังเรียนอย่างต่อเนื่องในสถานที่ใดก็ได้ ตัวชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการนำเสนอชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ มีรูปแบบสวยงาม การจัดลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม และแบบทดสอบมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sompong (2020) วิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการกำกับตนเอง เรื่อง ชนิดและหน้าที่ของคำกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการกำกับตนเอง ที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับมาก

สรุป

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน เป็นการบูรณาการวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้พัฒนาและส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฝึกทักษะด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน จึงได้จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน เนื่องจากการสอนตามแนวสะเต็มศึกษามีกระบวนการและขั้นตอนที่สามารถฝึกให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาจนสามารถสร้างเป็นชิ้นงานได้ กระบวนการพัฒนาแบบสะเต็มที่เชื่อมโยงองค์ความรู้จากในเนื้อหาบทเรียนเข้ามาสู่สถานการณ์ปัญหา และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เสริมสร้างและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ไปสู่การพัฒนาสร้างสรรค์ เพื่อใช้จัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นเสริมสร้างการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียน เชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา มีกระบวนการคิดวิเคราะห์พิจารณา และมีความคิดสร้างสรรค์ออกแบบประดิษฐ์นวัตกรรม เพื่อแก้ไขปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน สามารถนำผลการศึกษาที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนานักเรียน เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 จากผลการศึกษาพบว่าโดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่งผลดีต่อนักเรียนทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะปฏิบัติ ดังนั้นครูผู้สอน ต้องศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนอย่างละเอียด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

1.2 การจัดการเรียนการสอน โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครูควรให้กำลังใจในการทำกิจกรรมและให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาความคงทนในการเรียน โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2 ควรมีการศึกษาการโดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ

References

- Jaiboae, A., & Yurayat, Ph. (2021). The Development of Learning Packages of STEM Education to Enhance Learning Achievement and Science Process Skills for Matthayomsuksa 1 Students. *Journal of Educational Technology and Communications Faculty of Education Mahasarakham University*, 4(11), 114-125.
- Jatuporn, W. (2018). Alternative School and Learning Management for 21st Century Learners. *Journal of Education Khon Kaen University*, 41(2), 1-17.
- Jitrach, Ch. (2020). The Development of Problem Solving Ability and Creative Thinking Using STEM- 6E Learning with Social Media in Biology of 10 Grade Students. *The 21st National Graduate Research Conference at Khon Kaen University on March 27, 2020* (pp. 797-809). Khon Kaen University. Khon Kaen.
- National Institute of Educational Testing. (2021). *Summary of Results of National Educational Testing. Basic (O-NET) Mathayom 3, Academic Year 2021*. Retrieved June 18, 2022, from <https://www.niets.or.th>
- Phra Nakhon Si Ayutthaya Provincial Education Office. (2022). *Educational Information, Year Education 2021*. Retrieved June 18, 2022, from <http://122.155.209.106/aya/index.php>
- Pleonphana, A. (2018). *Development of STEM Activity Packages on Simple Machines to Enhance Creative Problem Solving Ability and the Learning Happiness of Ninth Grade Students in Special Classrooms*. (Master's Thesis). Srinakharinwirot University. Bangkok.
- Secretariat of the Education Council, Independent Committee for Educational Reform. (2019). *Quality of Thai Education*. Retrieved June 18, 2022, from <https://www.thaiedreform.org/wp-content/uploads/2020/01/CommissionReport03.pdf>
- Sompong, T. (2020). *Development of Self-Directed Learning Activity Sets on Types and the Function of Words in the Thai Language Learning Group for Mathayom 1 Students*. (Master's Thesis). Sakon Nakhon Rajabhat University. Sakon Nakhon.
- The National PISA Center, Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2021). *PISA 2018 Assessment Results: Reading, Mathematics, and Science*. Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).