

ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต เพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนศรัทธาสมุทร

ผู้ประสานงานกิจกรรม จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: kittiwat@sattha.ac.th

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
บทความวิจัย คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้1; กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม2; นวัตกรรมแห่งอนาคต3; นวัตกรรมสร้างสรรค์4; ชีววิทยา5 วันที่รับบทความ: 12 มิถุนายน 2568 วันที่แก้ไข: 5 สิงหาคม 2568 วันที่ตอบรับตีพิมพ์: 10 สิงหาคม 2568	งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้และเจตคติด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคตเพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีวิจัยการวิจัยเชิงทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยมีประชากร คือ จำนวน 150 คน และกลุ่มตัวอย่าง คือ จำนวน 30 คน จากวิธีคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling method) ของโรงเรียนศรัทธาสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาครสมุทรสงคราม โดยมีเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน แผนละ 50 นาที รวม 150 นาที, ใบกิจกรรมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต จำนวน 1 ฉบับ แบบประเมินการยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ และแบบประเมินเจตคติของนักเรียน จำนวน 1 ฉบับ ตามลำดับ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยมีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามลำดับ ผลการวิจัย พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคตเพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และผลการศึกษาเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมเจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด

The Results Of Learning Management With Engineering Design Process Combined With Future Innovation To Enhance The Competence Of Creative Innovators In Stem Education And Biological Engineering Design Process For Grade 10Th Students

Kittiwat Ditprasert

Department of Science and Technology Satthasamut School
Corresponding author email: kittiwat@sattha.ac.th

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<i>Research article</i> Keywords: <i>Learning Management1;</i> <i>Engineering Design</i> <i>Process2; Future</i> <i>Innovation 3; Creative</i> <i>Innovators 4; biology5</i> <i>Received: 12 June 2025</i> <i>Revised: 5 August 2025</i> <i>Accepted: 10 August 2025</i>	This research aimed to study the learning outcomes and attitudes of students using the engineering design process combined with future innovations to enhance creative innovator competence in STEM education and the biological engineering design process. This research utilized a pre-experimental research method. The population consisted of 150 students and a sample of 30 students selected through a purposive sampling method at Sattha Samut School, Samut Songkhram Province, Samut Sakhon Secondary Educational Service Area Office, Samut Songkhram. The research instruments included three lesson plans, each 50 minutes long (total 150 minutes), one activity sheet on the engineering design process combined with future innovations, and an assessment form for enhancing creative innovator competence. and one student attitude assessment form, respectively, with an IOC of 0.80 to 1.00. Data were analyzed using percentages, means, and standard deviations, respectively. The research results revealed that the overall results of the learning management using the engineering design process combined with future innovation to enhance the competencies of creative innovators were good. The overall attitudes toward learning management were at the highest level.

บทนำ

การพัฒนาให้นักเรียนมีความคิดเป็นเหตุเป็นผลในการคิดสร้างสรรค์หรือการคิดเชิงวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ พร้อมกับส่งเสริมการพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ให้นักเรียนมีความรู้ควบคู่กับทักษะ โดยสิ่งสำคัญ คือ การจัดการเรียนรู้ของครูที่จำเป็นต้องมีการปรับ เปลี่ยนและพัฒนาให้สอดคล้องกับในยุคดิจิทัล ที่เน้นให้นักเรียนมีการสร้างเสริมประสบการณ์ พร้อมกับผลักดันให้นักเรียนเตรียมความพร้อมให้มีคุณลักษณะของนวัตกรรมสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาต่อยอดสร้างองค์ความรู้ที่จะยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ นำมาสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ ทำให้นักเรียนให้เป็นพลโลกมุ่งสู่การเป็นนวัตกรรมในการพัฒนาประเทศและสังคมโลกได้ (Beghetto & Kaufman, 2014) แต่ทว่าการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนจะเกิดได้นั้นต้องอาศัยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับซึ่งเปรียบตั้งแนวทางที่สำคัญและมีศักยภาพพร้อมด้วยประสิทธิภาพในการพัฒนาระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถการสร้างสรรค์นวัตกรรม พร้อมกับการขับเคลื่อนให้นักเรียนสามารถยกระดับทางความคิดมุ่งสู่การเป็นนวัตกรรมสร้างสรรค์ทั้ง 6 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหา ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนการดำเนินการแก้ไขปัญหา ขั้นทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงการแก้ไข ปัญหา และขั้นตอนการนำเสนอหรือผลการแก้ไข ปัญหา ตามลำดับ (National Research Council (NRC), 2012)

อีกทั้งกระบวนการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมยังสามารถบูรณาการกับสรรพวิชาต่างๆ ทำให้นักเรียนมีองค์ความรู้ที่หลากหลาย มุ่งสู่การยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบเชิงวิศวกรรมและสร้างความยั่งยืนทางความคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Zervas, I., & Stiakakis, E., 2024). นอกจากนี้ยังต้องมีนวัตกรรมแห่งอนาคต ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่สามารถยกระดับความรู้ความเข้าใจและการสร้างสรรค์ผ่านการบูรณาการด้วยเทคโนโลยีซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์พร้อมกับการแก้ปัญหาเชิงบูรณาการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Imjai, N. et al, 2024) ประกอบกับช่วยให้นักเรียนได้มีการวางแผนเพื่อที่จะพิชิตภารกิจตามที่ได้รับมอบหมายที่กำหนด ส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนานตนเองได้ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้ อีกทั้งนวัตกรรมแห่งโลกอนาคตยังสามารถช่วยจำลองในการสร้างองค์ความรู้และเหมาะสมกับการเรียนรู้ได้ (Madunić, J., & Sovulj, M., 2024) โดยเฉพาะการออกแบบในการสร้างนวัตกรรม เช่น การใช้ ChatGPT หรือ Generative AI ช่วยให้นักเรียนสามารถจำลองการออกแบบและนำมาสร้างเป็นนวัตกรรมที่แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kadaruddin, 2023) ดังนั้นการใช้นวัตกรรมแห่งอนาคต อย่างรู้เท่าทันควบคู่ไปกับการบูรณาการกระบวนการคิดเชิงออกแบบเชิงวิศวกรรม ก็ย่อมช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะแห่งอนาคต เช่น การแก้ปัญหาเชิงบูรณาการ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างสังคมแห่งนวัตกรรมและความยั่งยืนในอนาคต (Albay, E. M. & Eisma, D. V., 2025)

โรงเรียนศรัทธาสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นสถานศึกษาที่จะช่วยยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้กิจกรรมเสริมศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา โดยเฉพาะการขับเคลื่อนการ

จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยมีการปรับเปลี่ยนหลักสูตรสถานศึกษาที่เน้นการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการพัฒนาตนเองและสร้างองค์ความรู้ ซึ่งมีครูผู้ซึ่งเป็นผู้อำนวยการจัดการเรียนรู้และจำเป็นต้องปรับปรุงให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงหรือการศึกษาในยุคพลิกผันผืนผาการใช้นวัตกรรมแห่งอนาคตเพื่อสร้างนักเรียนให้เป็นนวัตกรรมสร้างสรรค์ได้อย่างมีคุณภาพ พร้อมกับให้การสนับสนุนกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพ ประกอบกับผู้วิจัยได้กำหนดข้อตกลงในการพัฒนาตนเอง (Performance Agreement, PA) เพื่อการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ นำไปสู่การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต เพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมสู่ความเจริญทางการศึกษาและความก้าวหน้าสืบไป

จากสิ่งที่กล่าวมาข้างต้น ผู้พัฒนานวัตกรรมจึงเล็งเห็นความสำคัญศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต เพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้รู้เท่าทันโลกในยุคพลิกผันเพื่อพัฒนาสถานศึกษาสู่องค์กรนวัตกรรม นำมาสู่การยกระดับคุณภาพทางการศึกษาของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนศรีธาสุมทร จังหวัดสมุทรสงคราม

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของระดับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคตเพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาเจตคติในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคตเพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยการวิจัยเชิงทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยมีแบบแผนการวิจัยขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Design) แบบกลุ่มเดียว ทดสอบหลังเรียน (The One – Shot Case Study) (มาเรียม นิลพันธุ์ 2558) มีแบบแผนการวิจัย ดังนี้

การจัดการเรียนรู้	การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้
X	T2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการจัดการเรียนรู้

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต เพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

T2 หมายถึง การทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. **ประชากร** คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 ห้องเรียน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1-4/4 จำนวน 150 คน โรงเรียนศรีธธาสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาสมุทรสาคร สมุทรสงคราม

2. **กลุ่มตัวอย่าง** คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม จำนวน 1 ห้อง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 30 คน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกโดยวิธีการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling Method) โดยผู้วิจัยได้รับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้และนักเรียนเป็นกลุ่มผู้มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของโรงเรียนศรีธธาสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาคร สมุทรสงคราม

3. ตัวแปรศึกษา

3.1 **ตัวแปรอิสระ** คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.2 **ตัวแปรตาม** คือ ระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดและเกณฑ์ ดังนี้

4.1 **เครื่องมือที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต** เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดยผู้วิจัยได้มีการสร้างและปรับปรุงให้สอดคล้องกับบริบท ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา จำนวน 3 แผน 2) ใบกิจกรรมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา จำนวน 1 ฉบับ 3) แบบประเมินการยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และแบบประเมินเจตคติของนักเรียน จำนวน 1 ฉบับ ตามลำดับ

4.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบคุณภาพ เนื้อหา และความถูกต้องเหมาะสม รวมถึงการใช้ภาษาของแผนการจัดการเรียนรู้และประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครอบคลุม 8 ประเด็น โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งถ้ามีค่า $IOC > 0.5$ แปลว่า แผนการจัดการเรียนรู้นั้น “ใช้ได้” (ศิริชัย กาญจนาสี, 2566) โดยผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังกล่าว พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง คือ 0.82, 0.88 และ 0.90 ตามลำดับ และได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญโดยเป็นครูผู้สอนในรายวิชาชีววิทยาและวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนศรีธนาสมุทร จำนวน 3 ท่าน ซึ่งอยู่ในระดับ “ใช้ได้”

2) ใบกิจกรรมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต เรื่อง สะเต็มศึกษา และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผลการตรวจสอบคุณภาพของใบกิจกรรม พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง คือ 1.00 ซึ่งอยู่ในระดับ “ใช้ได้” (ศิริชัย กาญจนาสี, 2566)

3) แบบประเมินกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต เรื่อง สะเต็มศึกษา และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา จำนวน 12 ข้อ จำนวน 3 ด้าน ดังนี้ ด้านความรู้ความเข้าใจ, ด้านทักษะการคิดและการออกแบบ และเจตคติและความร่วมมือ จำนวนด้านละ 4 ข้อ ตามลำดับ ซึ่งมีรูปแบบการประเมินที่ผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดเกณฑ์ประกอบกับการให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Score) โดยปรับแก้ไขจากเจนจิรา สันติไพบูลย์ (2561) และประเด็นที่ใช้ในการประเมินต่างๆ ผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญโดยเป็นครูผู้สอนในรายวิชาชีววิทยาและวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนศรีธนาสมุทร จำนวน 3 ท่าน ซึ่งถ้ามีค่า $IOC > 0.5$ แปลว่า แบบประเมินดังกล่าว “ใช้ได้” (ศิริชัย กาญจนาสี, 2566) โดยผลการตรวจสอบคุณภาพ ดังกล่าว พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง คือ 0.80 ซึ่งอยู่ในระดับ “ใช้ได้”

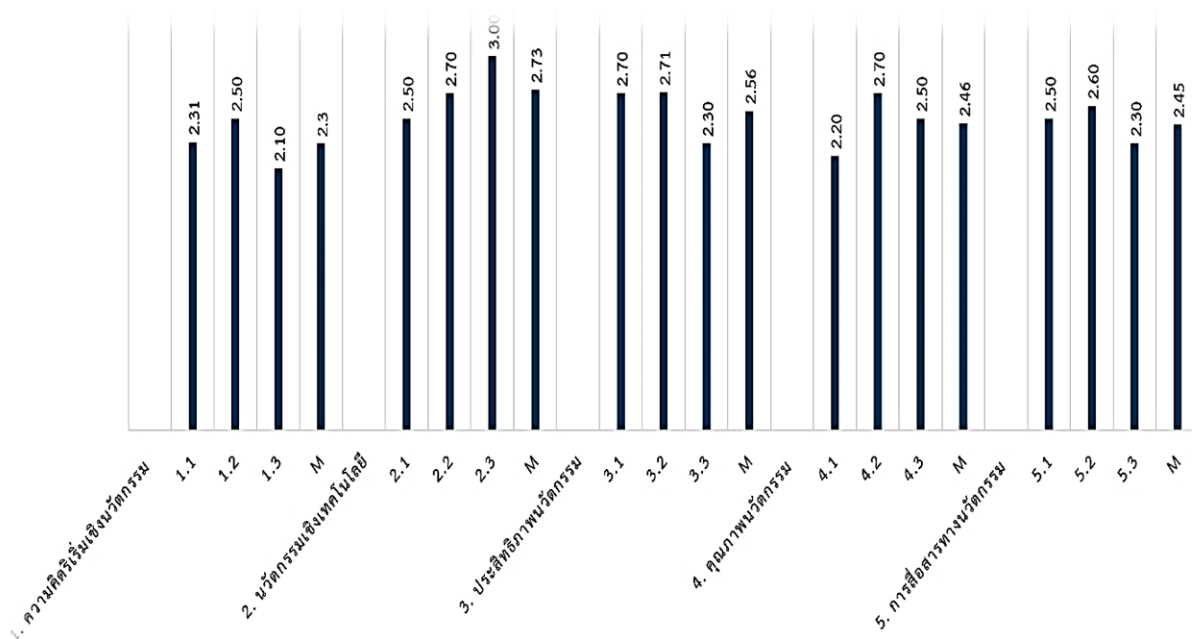
4) แบบประเมินเจตคติของนักเรียน โดยครูมีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการให้คะแนน สำหรับการตอบคำถามในแต่ละข้อ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert Scale) ซึ่งเป็นคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยปรับแก้ไขจาก กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ (2566) ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาระดับค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งถ้ามีค่า $IOC > 0.5$ แปลว่า แบบประเมินดังกล่าว “ใช้ได้” (ศิริชัย กาญจนาสี, 2566) ที่ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญโดยเป็นครูผู้สอนในรายวิชาชีววิทยาและวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนศรีธนาสมุทร จำนวน 5 ท่าน โดยผลการตรวจสอบคุณภาพ ดังกล่าว พบว่า มีค่า IOC เท่ากับ 0.84 ซึ่งแสดงว่าการประเมินอยู่ในเกณฑ์ “ใช้ได้”

ผลการวิจัย

1. ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคตเพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา

สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ หลังจากการจัดการด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคตเพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($M = 2.50$, $SD = 0.18$) โดยมีสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ทั้ง 5 ด้าน คือ ความคิดริเริ่มเชิงนวัตกรรม นวัตกรรมเชิงเทคโนโลยี ประสิทธิภาพนวัตกรรม คุณภาพนวัตกรรม และการสื่อสารทางนวัตกรรมโดยพิจารณาจากการเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด คือ ด้านนวัตกรรมเชิงเทคโนโลยี ($M = 2.73$, $SD = 0.02$) อยู่ในระดับดีมาก ประกอบกับเมื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละด้าน พบว่า การใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ($M = 3.00$, $SD = 0.00$) ในระดับดีมาก รองลงมา คือ การใช้เทคโนโลยีในการทำงานและนำเสนอ ผลงานอย่างสร้างสรรค์ ($M = 2.70$, $SD = 0.46$) ในระดับดีมาก และการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์และมีคุณธรรม ($M = 2.50$, $SD = 0.50$) ในระดับดี ตามลำดับลำดับถัดมา คือ ประสิทธิภาพนวัตกรรม ($M = 2.56$, $SD = 0.18$) อยู่ในระดับดีมาก ประกอบกับเมื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละด้าน พบว่า นวัตกรรมสามารถช่วยแก้ปัญหาตามความต้องการหรือสภาพปัญหา ($M = 2.71$, $SD = 0.45$) ในระดับดีมาก รองลงมา คือ การนำมาใช้เป็นต้นแบบนวัตกรรมได้จริง ($M = 2.70$, $SD = 0.45$) ในระดับดีมาก และการทดลองนวัตกรรมอย่างสร้างสรรค์ ($M = 2.30$, $SD = 0.46$) ในระดับดี ตามลำดับ

ประการต่อมา คือ คุณภาพนวัตกรรม ($M = 2.46$, $SD = 0.21$) อยู่ในระดับดี ประกอบกับเมื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละด้าน พบว่า การเชื่อมโยงความคิดรวบยอด ได้ถูกต้องตามลำดับขั้นความสัมพันธ์กับนวัตกรรมที่ออกแบบ ($M = 2.70$, $SD = 0.46$) ในระดับดีมาก รองลงมา คือ ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรมผ่านแนวคิดและสอดคล้องกับบริบทต่าง ๆ ($M = 2.50$, $SD = 0.50$) ในระดับดี และสรุปความคิดและหลักการเชิงสร้างสรรค์ได้ถูกต้อง ครบถ้วนตรงประเด็น ($M = 2.20$, $SD = 0.75$) ในระดับดี ตามลำดับ อีกทั้งยังพบว่าการสื่อสารทางนวัตกรรม ($M = 2.45$, $SD = 0.12$) อยู่ในระดับดี ประกอบกับเมื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละด้าน พบว่า การนำเสนอผ่านถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากนวัตกรรมที่สร้างขึ้น ด้วยภาษาของตนเองพร้อมยกตัวอย่างประกอบได้ ($M = 2.60$, $SD = 0.49$) ในระดับดีมาก รองลงมา คือ การเขียนลำดับหรือขั้นตอนของการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากนวัตกรรมที่สร้างขึ้น ด้วยภาษาของตนเองพร้อมยกตัวอย่างประกอบได้ ($M = 2.50$, $SD = 0.50$) ในระดับดี และการถ่ายทอดความคิด ความรู้สึกและแสดงทัศนะจากนวัตกรรมที่สร้างขึ้นด้วยภาษาของตนเองพร้อมยกตัวอย่างประกอบได้ ($M = 2.30$, $SD = 0.46$) ในระดับดี ตามลำดับ และลำดับสุดท้าย คือ ความคิดริเริ่มเชิงนวัตกรรม ($M = 2.30$, $SD = 0.16$) อยู่ในระดับดี ประกอบกับเมื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละด้าน พบว่า กระบวนการออกแบบนวัตกรรม ($M = 2.50$, $SD = 0.67$) ในระดับดีมาก รองลงมา คือ ศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลในการสร้างนวัตกรรม ($M = 2.31$, $SD = 0.64$) ในระดับดี และการลงข้อสรุปของความคิดริเริ่มเชิงนวัตกรรม ($M = 2.30$, $SD = 0.70$) ในระดับดี ตามลำดับดังภาพที่ 1 และตารางที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงผลของการยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา

ที่มา: ผู้วิจัย

เมื่อพิจารณาระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ ของนักเรียนทั้ง 5 ด้าน โดยการเรียงลำดับของค่าเฉลี่ยที่มีค่ามากที่สุดไปยังค่าเฉลี่ยที่มีค่าน้อยสุดของแต่ละด้าน โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 1 ดังนี้

ด้านที่ 1 ความคิดริเริ่มเชิงนวัตกรรม พบว่า ค่าเฉลี่ยที่มีค่ามากที่สุดในด้านที่ 1 คือ นักเรียนในกลุ่มที่ 1, 6 และ 7 ($M = 2.67$, $SD = 0.47$) ในระดับดีมาก ลำดับถัดมา คือ กลุ่มที่ 3 และ 8 ($M = 2.67$, $SD = 0.46$) ในระดับดีมาก ประการถัดมา คือ กลุ่มที่ 2 ($M = 2.33$, $SD = 0.47$) ในระดับดี และกลุ่มที่ 9 ($M = 2.33$, $SD = 0.45$) ในระดับดี ประกอบกับกลุ่มที่ 10 ($M = 2.00$, $SD = 0.82$) ในระดับดี อีกทั้งกลุ่มที่ 4 ($M = 1.67$, $SD = 0.45$) ในระดับพอใช้ และค่าเฉลี่ยที่มีค่าน้อยที่สุด คือ กลุ่มที่ 5 ($M = 1.33$, $SD = 0.47$) ในระดับพอใช้ ตามลำดับ

ด้านที่ 2 นวัตกรรมเชิงเทคโนโลยี ค่าเฉลี่ยที่มีค่ามากที่สุดในด้านที่ 1 คือ นักเรียนในกลุ่มที่ 1, 3 และ 10 ($M = 3.00$, $SD = 0.00$) ในระดับดีมาก ลำดับถัดมา คือ กลุ่มที่ 2, 6, 7 และ 8 ($M = 2.67$, $SD = 0.47$) ในระดับดีมาก ประการถัดมา คือ กลุ่มที่ 5 และ 9 ($M = 2.67$, $SD = 0.46$) ในระดับดีมาก และค่าเฉลี่ยที่มีค่าน้อยที่สุด คือ กลุ่มที่ 4 ($M = 2.33$, $SD = 0.47$) ในระดับดี ตามลำดับ

ด้านที่ 3 ประสิทธิภาพนวัตกรรม พบว่า ค่าเฉลี่ยที่มีค่ามากที่สุดในด้านที่ 1 คือ นักเรียนในกลุ่มที่ 1 และ 3 ($M = 3.00$, $SD = 0.00$) ในระดับดีมาก ลำดับถัดมา คือ กลุ่มที่ 2, 6 และ 7 ($M = 2.67$, $SD = 0.47$)

ในระดับดีมาก ประการถัดมา คือ กลุ่มที่ 3 ($M = 2.66$, $SD = 0.47$) ในระดับดีมาก นำมาสู่กลุ่มที่ 4 และ 10 ($M = 2.33$, $SD = 0.47$) ในระดับดี พร้อมกับกลุ่มที่ 9 ($M = 2.33$, $SD = 0.46$) ในระดับดี และค่าเฉลี่ยที่มีค่าน้อยที่สุด คือ กลุ่มที่ 5 ($M = 2.00$, $SD = 0.46$) ในระดับดี ตามลำดับ

ด้านที่ 4 คุณภาพนวัตกรรม คือ ค่าเฉลี่ยที่มีค่ามากที่สุดในด้านที่ 1 คือ นักเรียนในกลุ่มที่ 1, 3, 6, 7 และ 8 ($M = 3.00$, $SD = 0.00$) ในระดับดีมาก ลำดับถัดมา คือ กลุ่มที่ 10 ($M = 2.66$, $SD = 0.46$) ในระดับดีมาก ลำดับถัดมา คือ กลุ่มที่ 3 ($M = 2.66$, $SD = 0.47$) ในระดับดีมาก ประกอบร่วมกับกลุ่มที่ 4 และ 9 ($M = 2.33$, $SD = 0.47$) ในระดับดี ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยที่มีค่าน้อยที่สุด คือ กลุ่มที่ 5 ($M = 2.00$, $SD = 0.47$) ในระดับดี ตามลำดับ

ด้านที่ 5 การสื่อสารทางนวัตกรรม พบว่า ค่าเฉลี่ยที่มีค่ามากที่สุดในด้านที่ 1 คือ นักเรียนในกลุ่มที่ 3 และ 7 ($M = 2.67$, $SD = 0.47$) ในระดับดีมาก ลำดับถัดมา คือ กลุ่มที่ 1, 6 และ 8 ($M = 2.66$, $SD = 0.47$) ในระดับดีมาก ประการถัดมา คือ กลุ่มที่ 2, 4, 5 และ 10 ($M = 2.33$, $SD = 0.47$) ในระดับดีมาก ร่วมกับกลุ่มที่ 9 ($M = 2.33$, $SD = 0.46$) ในระดับดี และค่าเฉลี่ยที่มีค่าน้อยที่สุด คือ กลุ่มที่ 4 ($M = 2.33$, $SD = 0.12$) ในระดับดี ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลของการยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา

เกณฑ์การ ประเมิน นวัตกรรม	กลุ่มที่										ค่าเฉลี่ย (M)/SD และ ระดับ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. ความคิดริเริ่มเชิงนวัตกรรม (9 คะแนน)											
1.1 ศึกษา ค้นคว้า หาข้อมูลในการ สร้างนวัตกรรม	3	2	3	2	1	2	2	2	3	3	2.31 (0.64) ดี
1.2 กระบวน ออกแบบนวัตกรรม	3	3	3	2	2	3	3	3	2	1	2.50 (0.67) ดี
1.3 การลงข้อสรุป ของความคิดริเริ่ม เชิงนวัตกรรม	2	2	2	1	1	3	3	3	2	2	2.30 (0.70) ดี
รวมคะแนนราย ด้าน	8	8	8	5	4	8	8	8	7	6	

เกณฑ์การ ประเมิน นวัตกรรม	กลุ่มที่										ค่าเฉลี่ย (M)/SD และ ระดับ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ค่าเฉลี่ยรายด้าน (M)	2.67	2.33	2.67	1.67	1.33	2.67	2.67	2.67	2.33	2.00	2.30 (0.16)
SD	0.47	0.47	0.46	0.45	0.47	0.47	0.47	0.46	0.45	0.82	ดี
2. นวัตกรรมเชิงเทคโนโลยี (9 คะแนน)											
2.1 การใช้ เทคโนโลยีใน การเรียนรู้อย่าง สร้างสรรค์และมี คุณธรรม	3	2	3	2	3	2	2	2	3	3	2.50 (0.50) ดี
2.2 การใช้ เทคโนโลยีใน การทำงานและ นำเสนอ ผลงาน อย่างสร้างสรรค์	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2.70 (0.46) ดีมาก
2.3 การใช้ เทคโนโลยีใน การแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.00 (0.00) ดีมาก
รวมคะแนนราย ด้าน	9	8	9	7	8	8	8	8	8	9	
ค่าเฉลี่ยรายด้าน (M)	3.00	2.67	3.00	2.33	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	3.00	2.73
SD	0.00	0.47	0.00	0.47	0.46	0.47	0.47	0.47	0.46	0.00	0.02
3. ประสิทธิภาพนวัตกรรม (9 คะแนน)											
3.1 การนำมาใช้ เป็นต้นแบบ นวัตกรรมได้จริง	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2.70 (0.44) ดีมาก

เกณฑ์การ ประเมิน นวัตกรรม	กลุ่มที่										ค่าเฉลี่ย (M)/SD และ ระดับ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3.2 นวัตกรรม สามารถช่วย แก้ปัญหาตามความ ต้องการหรือสภาพ ปัญหา	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2.71 (0.45) ดีมาก
3.3 การทดลอง นวัตกรรมอย่าง สร้างสรรค์	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2.30 (0.46) ดี
รวมคะแนนราย ด้าน	9	8	9	7	6	8	8	8	7	7	
ค่าเฉลี่ยรายด้าน (M)	3.00	2.67	3.00	2.33	2.00	2.67	2.66	2.67	2.33	2.33	2.56 (0.18)
SD	0.00	0.47	0.47	0.47	0.46	0.47	0.47	0.47	0.46	0.47	ดีมาก
4. คุณภาพนวัตกรรม (9 คะแนน)											
4.1 สรุปความคิด และหลักการเชิง สร้างสรรค์ได้ ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงประเด็น	3	1	3	2	1	2	2	2	3	3	2.20 (0.75) ดี
4.2 การเชื่อมโยง ความคิดรวบยอด ได้ ถูกต้อง ตามลำดับขั้น ความสัมพันธ์กับ นวัตกรรมที่ ออกแบบ	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2.70 (0.46) ดีมาก
4.3 ความคิด สร้างสรรค์ในการ	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2.50 (0.50)

เกณฑ์การ ประเมิน นวัตกรรม	กลุ่มที่										ค่าเฉลี่ย (M)/SD และ ระดับ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
สร้างนวัตกรรม ผ่านแนวคิดและ สอดคล้องกับ บริบทต่าง ๆ											ดี
รวมคะแนนราย ด้าน	8	6	8	7	6	8	8	8	8	8	
ค่าเฉลี่ยรายด้าน (M)	2.67	2.00	2.67	2.33	2.00	2.67	2.67	2.67	2.33	2.66	2.46 (0.21)
SD	0.47	0.81	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.46	ดี
5. การสื่อสารทางนวัตกรรม (9 คะแนน)											
5.1 การเขียน ลำดับหรือขั้นตอน ของการถ่ายทอด ความรู้ความเข้าใจ จากนวัตกรรมที่ สร้างขึ้น ด้วย ภาษาของตนเอง พร้อมยกตัวอย่าง ประกอบได้	3	2	3	2	3	2	2	2	3	3	2.50 (0.50) ดี
5.2 การนำเสนอ ผ่านถ่ายทอด ความรู้ความเข้าใจ จากนวัตกรรมที่ สร้างขึ้น ด้วยภาษา ของตนเองพร้อม ยกตัวอย่าง ประกอบได้	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2.60 (0.49) ดีมาก

เกณฑ์การประเมินนวัตกรรม	กลุ่มที่										ค่าเฉลี่ย (M)/SD และระดับ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5.3 การถ่ายทอดความคิด ความรู้สึก และแสดงทัศนะจากนวัตกรรมที่สร้างขึ้นด้วยภาษาของตนเองพร้อมยกตัวอย่างประกอบได้	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2.30 (0.46) ดี
รวมคะแนนรายด้าน	8	6	8	6	7	8	8	8	7	7	
ค่าเฉลี่ยรายด้าน (M)	2.66	2.33	2.67	2.30	2.33	2.66	2.67	2.66	2.33	2.33	2.45 (0.12) ดี
SD	0.47	0.47	0.47	0.12	0.47	0.46	0.47	0.47	0.46	0.47	
ค่าเฉลี่ย (M) ของรายด้าน 5 ด้าน /SD และระดับสมรรถนะ									2.50 (0.18) ระดับดี		

ตารางที่ 2 เกณฑ์ระดับคุณภาพเฉลี่ยของการประเมินนวัตกรรมสร้างสรรค์

เกณฑ์การประเมิน	
คะแนน	ระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์
2.51 - 3.00	ดีมาก
2.00 - 2.50	ดี
1.51 - 2.00	พอใช้
1.00 - 1.50	ปรับปรุง

โดยปรับปรุงเกณฑ์ระดับคุณภาพเฉลี่ยของการประเมินนวัตกรรมสร้างสรรค์ จากงานวิจัยของ รัฐติพล สีหะวงษ์และคณะ (2567)

ตารางที่ 3 ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคต สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน

ขั้นตอนการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	สิ่งที่ได้รับการจัดการเรียนรู้	สิ่งที่ควรพัฒนาจากการจัดการเรียนรู้
ขั้นระบุปัญหา	- นักเรียนสามารถวิเคราะห์ เข้าใจกับปัญหาหรือภารกิจที่ครูมอบให้และแสดงทัศนะและความคิดเห็นเชิงสร้างสรรค์ต่อปัญหาที่เลือกศึกษา - นักเรียนมีการปรึกษากันภายในกลุ่ม จนเกิดกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนมีการเขียนหรือสร้างแผนผังความคิดเพื่อการวางแผนการแก้ไขปัญหาผ่านการใช้ ChatGPT, Miro AI, Notion AI เป็นต้น - นักเรียนเชื่อมโยงปัญหากับบริบทในชีวิตประจำวันได้	- ควรมีการเพิ่มความสามารถในการมองปัญหาเชิงระบบหรือนำกลวิธีอื่นๆเข้าร่วมในการจัดการเรียนรู้ - เน้นการเสริมทักษะการตั้งคำถามที่มีความลุ่มลึกและสร้างประเด็นท้าทายให้กับนักเรียน - ครูสนับสนุนให้นักเรียนฝึกอธิบายความสำคัญของปัญหาในด้านต่างๆ เช่น ปัญหาที่อาจจะก่อให้เกิดผลกระทบทั้งเชิงตรงและอ้อม ตามลำดับ
ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหา	- นักเรียนมีการค้นคว้าข้อมูลได้จากหลายแหล่ง ทั้งออนไลน์และเอกสารประกอบการเรียนต่างๆ รวมทั้งสื่อสิ่งพิมพ์ที่นักเรียนสนใจในการสืบค้นข้อมูล ผ่าน ChatGPT, DeepL, Scholarcy, Gemini เป็นต้น - นักเรียนใช้เทคโนโลยีในการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำไปเป็นแนวคิดในการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น Google Forms, Form AI, Monkey Learn, NLP AI เป็นต้น - นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและเปรียบเทียบในการจัดการกับปัญหาผ่านการใช้ ChatGPT 4.0, Claude, Notion AI เป็นต้น	- ครูควรเน้นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลผ่านฐานข้อมูลที่ได้รับรองมาตรฐาน - ครูมีการพัฒนาการจัดระเบียบข้อมูลอย่างเป็นระบบรวบรวมข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหา - ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลในการอธิบายปัญหาที่เกี่ยวข้องกับภารกิจที่ครูได้รับมอบหมายได้ลึกซึ้งขึ้น
ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ไขปัญห	- นักเรียนมีการคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหาที่ได้รับ เช่น การใช้คำสั่ง Prompt ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหา - นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกวิธีแก้ปัญหได้อย่างมีตรรกะ พร้อมกับการใช้เหตุผลประกอบการพิจารณาสู่การ	- ครูควรส่งเสริมการใช้เกณฑ์หรือกลวิธีในการออกแบบวิธีการแก้ไขปัญห นำมาสู่การเลือกวิธีการแก้ปัญหที่ดีที่สุด - ครูควรให้นักเรียนร่วมการฝึกฝนการวิเคราะห์ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากทางเลือกที่เลือก

ขั้นตอนการกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม	สิ่งที่ได้จากการจัดการเรียนรู้	สิ่งที่ควรพัฒนาจาก การจัดการเรียนรู้
	ออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหา เช่น การใช้ ChatGTP 4.0 3. นักเรียนได้แนวทางที่จะเลือกวิธีการออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหา สอดคล้องกับบริบทและมีความเป็นไปได้สูง	3. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนการอภิปรายกลุ่มเพื่อการหาวิธีการออกแบบเพื่อการแก้ไขปัญหาอย่างรอบด้าน
ขั้นวางแผนการดำเนินการ แก้ไขปัญหา	1. นักเรียนสามารถวางแผนการดำเนินการแก้ไขปัญหาและแสดงแนวคิดอย่างเป็นรูปธรรมผ่าน Notta และ Gemini เป็นต้น 2. นักเรียนใช้เทคโนโลยีนำมาปรับใช้ในการวางแผนการดำเนินการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม เช่น ChatGPT, Tableau หรือ Google Sheets มาประยุกต์ใช้ในการวางแผน 3. นักเรียนมีจินตนาการในการวางแผนผลงานในการสร้าต้นแบบมีความสอดคล้องกับแนวคิดและปัญหาที่ตั้งไว้โดยนำ Gemini มาปรับใช้	1. ครูควรฝึกให้นักเรียนวางแผนการดำเนินการแก้ไขปัญหาการมีประสิทธิภาพ โดยมีการยกตัวอย่างประกอบหรือวางแผนร่วมกับนักเรียน 2. ครูจำเป็นต้องส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงหรือนวัตกรรมใหม่ๆ ในการสร้างแนวทางวางแผนการดำเนินการแก้ไขปัญหา
ขั้นทดสอบ ประเมินผลและ ปรับปรุงการแก้ไขปัญหา	1. นักเรียนสามารถทดสอบต้นแบบของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นและบันทึกผลอย่างเป็นระบบ 2. นักเรียนสามารถระบุข้อผิดพลาดและปรับปรุงต้นแบบได้บางส่วน 3. นักเรียนได้เรียนรู้จากการลองผิดลองถูกเพื่อพัฒนาผลงานให้ดีขึ้น โดยมรการใช้ การใช้ Chat GTP 4.0 ร่วมกับคำสั่ง Prompt ในการสร้างวิธีทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงการแก้ไขปัญหา	1. ครูควรที่จะมีการพัฒนาทักษะการวิเคราะห์ผลจากการทดลองนวัตกรรม เพื่อปรับปรุงอย่างมีหลักฐานรองรับ 2.การทดสอบควรมีความหลากหลายให้สอดคล้องกับนวัตกรรมที่นักเรียนสร้างขึ้น
ขั้นตอนการนำเสนอหรือผล การแก้ไขปัญหา	1. นักเรียนสามารถถ่ายทอดแนวคิดและนวัตกรรมได้ด้วยภาษาของตนเอง 2. นักเรียนมีการนำเสนอและอธิบายนวัตกรรมที่สร้างได้อย่างชัดเจน พร้อมยกตัวอย่างประกอบได้ผ่าน Canva AI, Sora (OpenAI), Copilot เป็นต้น 3. นักเรียนใช้เทคโนโลยีช่วยนำเสนอได้ดี เช่น Canva Reel หรือ Padlet	1. ครูควรส่งเสริมการตอบคำถามหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการนำเสนอ 2. ครูเพิ่มกิจกรรมจำลองการสื่อสารในสถานการณ์จริง เช่น นำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญหรือการนำเสนอในระบที่ที่สูงขึ้น

2. ผลการศึกษาเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคตเพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า โดยภาพรวมเจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.52$, $S.D. = 0.67$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านผ่านการจัดลำดับเจตคติ 5 ลำดับ พบว่า ด้านที่มีมากที่สุดคือ กิจกรรมในการจัดการเรียนรู้มีการใช้สื่อที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น มีเจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.75$, $S.D. = 0.71$) รองลงมา คือ ด้านเนื้อหาที่มีความน่าสนใจและสร้างความสนใจในการเรียน มีเจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.68$, $S.D. = 0.45$) ลำดับถัดมา คือ นักเรียนสามารถศึกษาเรียนรู้จากสื่อที่หลากหลายตามความสนใจของนักเรียน มีเจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.65$, $S.D. = 0.35$) อีกทั้งในด้านของการเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในกลุ่มและห้อง มีเจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.60$, $S.D. = 0.29$) และด้านประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันโดยมีเจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.59$, $S.D. = 0.19$) ตามลำดับ

อภิปรายผล

1. ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคตเพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ หลังจากการจัดการจัดการเรียนรู้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี โดยเฉพาะด้านนวัตกรรมเชิงเทคโนโลยี พบว่า นักเรียนมีระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์เป็นลำดับแรก เนื่องมาจากนักเรียนมีการใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พร้อมกับการใช้เทคโนโลยีในการทำงานและนำเสนอผลงานอย่างสร้างสรรค์ เช่น การนำ Chat GPT 4.0 และ Gemini เข้ามาช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหา นำมาสู่แนวทางในการสร้างนวัตกรรมได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ อดิรัตน์ อูราวันและอังคณา ตุงคะสมิต (2568) พบว่า Generative AI เปรียบดังเครื่องมือในการความช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถเข้าถึงแหล่งความรู้และแก้ปัญหาพร้อมกับแนวทางในการสร้างชิ้นงานได้ ประกอบกับนักเรียนมีการใช้เทคโนโลยีในการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น เพื่อนำไปเป็นแนวคิดในการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ (จุติมา เมทนีธร, 2567) กล่าวว่า การใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อสนับสนุน การแก้ปัญหาเชิงบูรณาการสามารถช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหาได้ครอบคลุมมากขึ้น และพัฒนาแนวทางแก้ไขที่ตอบโจทย์ความยั่งยืนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผสานการนำ Generative AI เช่น Gencraft, Presentations.ai, Veed.io, Runwayml, และ Anissa เป็นต้น (Bleching, J., 2023) มาใช้ในสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยาเพื่อการสร้างนวัตกรรมอย่างสร้างสรรค์

ลำดับถัดมาคือประสิทธิภาพนวัตกรรม ซึ่งนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาตามความต้องการหรือสภาพปัญหา พร้อมกับการนำมาใช้เป็นต้นแบบนวัตกรรมได้ ซึ่งสอดคล้องกับ นุสรา แสงชาติ และสุภัทรา คงเรือง (2568) พบว่า ประสิทธิภาพนวัตกรรมที่มีความเหมาะสมจะทำให้นักเรียน

มีความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น ประกอบกับการทดลองนวัตกรรมอย่างสร้างสรรค์ยังช่วยให้นักเรียนสร้างนวัตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ นำมาสู่การทดสอบต้นแบบของนวัตกรรมที่สร้างขึ้น (Jaiboae, and Yurayat, 2021) และบันทึกผลอย่างเป็นระบบ รวมทั้งระบุข้อผิดพลาดและปรับปรุงต้นแบบ เพื่อพัฒนาผลงานให้ดีขึ้น ประการต่อมา คือ คุณภาพนวัตกรรม โดยพบว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดได้ถูกต้อง ตามลำดับ ผสานความสัมพันธ์กับนวัตกรรมที่ออกแบบรวมทั้งสร้างนวัตกรรมผ่านแนวคิดและสอดคล้องกับบริบทต่าง ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมหญิง เพ็ชรสุวรรณ และ สิริณภา กิจเกื้อกูล (2567) กล่าวว่า การพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต้องมีการวางแผนของขั้นตอน เพื่อทำให้นักเรียนให้นักเรียนสามารถที่จะพัฒนาความคิด มุ่งสู่ทักษะด้านการความสัมพันธ์ของหลักการ วิชา ความรู้กับนวัตกรรม และตกตะกอนความคิดได้

อีกทั้งยังพบว่าการสื่อสารทางนวัตกรรม โดยนักเรียนสามารถการนำเสนอผ่านถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากนวัตกรรมที่สร้างขึ้นด้วยภาษาของตนเองพร้อมยกตัวอย่างประกอบการสื่อสารในสิ่งที่นักเรียนนำเสนอต่อครูและเพื่อนในชั้นเรียน สอดคล้องกับซูลิณี พาหุรัตน์ (2565) พบว่า ความสามารถในการสื่อสารหรืออธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถแสดงถึงข้อมูล โดยมีการนำเทคโนโลยีผสานกับการใช้ความรู้ที่ได้รับจากการระดมความคิดและนำเสนอต่างรอบตัวของนักเรียนมาร่วมอธิบาย เพื่อทำให้ผู้อื่นเข้าใจ พร้อมกับนักเรียนมีการเขียนการเขียนลำดับหรือขั้นตอนของการถ่ายทอดความรู้จากนวัตกรรมที่สร้างขึ้น ทำให้เกิดเข้าใจมากยิ่งขึ้น (James, A. B., & Filgo, E. H., 2023) และลำดับสุดท้าย คือ ความคิดริเริ่มเชิงนวัตกรรม โดยเป็นสิ่งที่ได้จากการจัดเรียนรู้ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างกระบวนการออกแบบนวัตกรรม ร่วมกับการศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลในการสร้างนวัตกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2560) กล่าวว่าความสามารถในการคิดค้นการผลิตนวัตกรรมจะเป็นฐานเนื่องจากความคิดริเริ่มเชิงนวัตกรรม เป็นกระบวนการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยฝ่ายเริ่มจากการระดมสมองเพื่อสร้างแนวคิดอย่างหลากหลายนำไปสู่การลงมือปฏิบัติจริงด้วยการสร้างต้นแบบและและการลงข้อสรุปของความคิดริเริ่มเชิงนวัตกรรม เพราะการคิดเชิงนวัตกรรมเป็นพื้นฐานของการสร้างนวัตกรรมยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้เรียน (เตชินี ทิมเจริญ และคณะ, 2565) ประกอบกับ Taimur, S., & Onuki, M. (2020) พบว่า การใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงบูรณาการเพื่อความยั่งยืนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Albay, E. M. & Eisma, D. V., 2025)

2. ผลการศึกษาเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคตเพื่อยกระดับสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ เรื่อง สะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทางชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องมาจากกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่ครูได้จัดขึ้นมีการใช้สื่อที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น พร้อมกับสื่อเทคโนโลยีได้สร้างความสนใจของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนสามารถศึกษาเรียนรู้จากสื่อที่หลากหลาย อีกทั้งในด้านการเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในกลุ่มและห้องเรียน ซึ่งสอดคล้องกับบุษรา แสงชาติ และสุภัทรา คงเรือง (2568) เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีสื่อประกอบเป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้

นักเรียนเลือกเรียนตามความสนใจ อีกทั้งยังกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ มีรูปแบบสวยงาม การจัดลำดับเนื้อหาที่มีความเหมาะสม ประกอบกับการจัดการเรียนรู้ผ่านสื่อหรือเทคโนโลยีแห่งอนาคต เช่น Canva Padlet หรือ Youtube เป็นต้น จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ นำมาสู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนก่อทักษะนวัตกรรมได้ (กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ และคณะ, 2568)

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 โรงเรียนหรือครูผู้สอนสามารถนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคตไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะนวัตกรรมสร้างสรรค์ของผู้เรียนในรายวิชาการออกแบบเชิงวิศวกรรม สาขาเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและปลาย ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ผู้บริหารสถานศึกษาควรสนับสนุนการพัฒนาและใช้สื่อเทคโนโลยีแห่งอนาคต เช่น AI, Canva, Padlet เป็นต้น ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างแรงจูงใจและเสริมสร้างทักษะศตวรรษที่ 21 ให้กับนักเรียน

1.3 ควรส่งเสริมให้ครูพัฒนาทักษะด้านการใช้ Generative AI และเครื่องมือดิจิทัล เพื่อเพิ่มศักยภาพในการออกแบบการเรียนรู้และเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

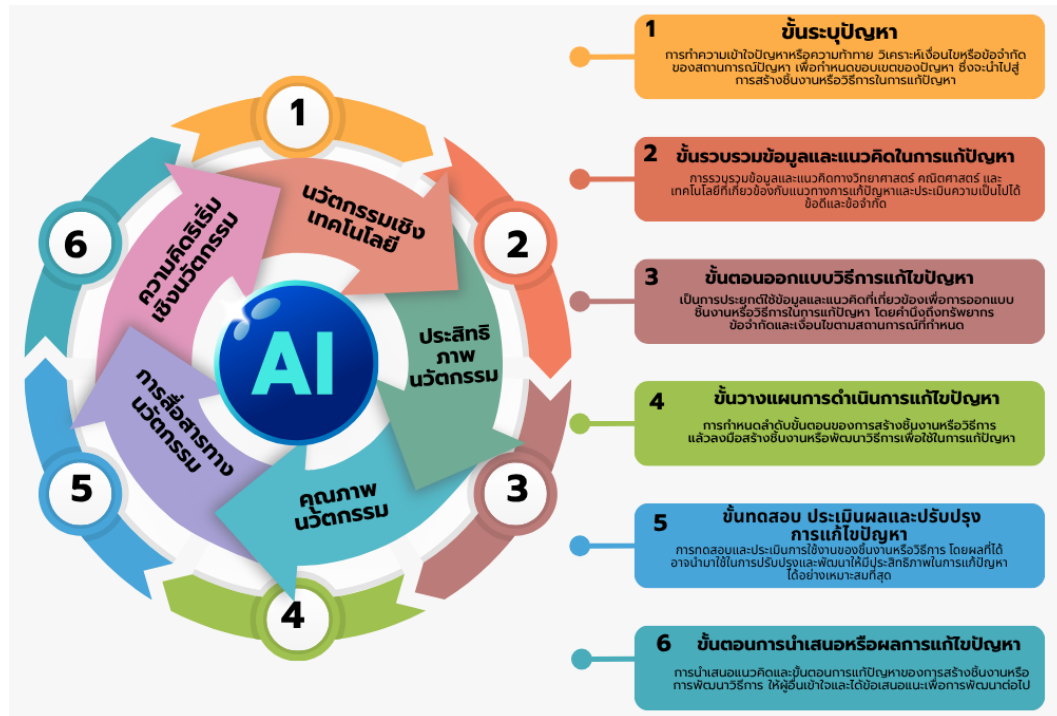
2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรขยายกลุ่มตัวอย่างไปยังนักเรียนในระดับชั้นอื่นหรือโรงเรียนต่างบริบท เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความสามารถด้านนวัตกรรมสร้างสรรค์

2.2 ควรศึกษาผลกระทบยาวของการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับนวัตกรรมแห่งอนาคตที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ การคิดเชิงวิพากษ์ และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน เป็นต้น

2.3 ควรศึกษาความคิดเห็นของครูผู้สอนหรือผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้เรียนและบริบทโรงเรียนมากยิ่งขึ้น

องค์ความรู้ใหม่



ภาพที่ 2 นวัตกรรมเสริมพลังนวัตกรรมสร้างสรรค์ด้วยนวัตกรรมแห่งอนาคต
ที่มา: ผู้วิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. ผู้แต่ง.
- กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ. (2566). รูปแบบการนิเทศการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์เพื่อยกระดับ สถานศึกษาสู่องค์กรนวัตกรรมกรณศึกษา: กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถานศึกษาศรีทราสมุทร จังหวัดสมุทรสงคราม. *วารสารครุทรรศน์ (ออนไลน์)*, 3(2), 1–20.
- กิตติวัฒน์ ดิษฐประเสริฐ และคณะ. (2568). นวัตกรรมการบริหารวิชาการตามแนวคิดการบริหารนวัตกรรมใน ยุคดิจิทัลของสถานศึกษาระดับขั้นประถมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สมุทรสงคราม. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 13(2), 486-498.
- จตุมา เมทินีธ. (2567). ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างในการศึกษา: ChatGPT และ Gemini ในบทบาทของ เครื่องมือทางการศึกษา. *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 23(1), 85–98.
- ชลธิณี พาหุรัตน์. (2565). การศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลก ดารา ศาสตร์และอวกาศ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 17(3), 148–157.

- เตชินี ทิมเจริญ, เชษฐภูมิ วรรณไพศาล, & เพ็ชรี รูปะวิเชตร. (2565). การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนในวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงใหม่. *วารสารวิชาการธรรมทรรคน*, 22(3), 1–12.
- ธิดารัตน์ อูราริน, & อังคณา ตุงคะสมิต. (2568). การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน (Challenge-Based Learning) ร่วมกับ Generative AI รายวิชา ส33103 ประวัติศาสตร์สากลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารครุศาสตร์ปัญญา*, 4(2), 85–97.
- นุสรรา แสงชาติ, & สุภัทรา คงเรือง. (2568). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การคิดเชิงนวัตกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 13(1), 274–289.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). *วิธีวิจัยทางการศึกษา*. ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รัฐติพล สีหะวงษ์, สุภาณี เส็งศรี, ธงชัย เส็งศรี, วราพร อนันตวงศ์, & นิธิเดชน์ เชิดพุทธ. (2567). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานสะเต็มเป็นฐาน เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิจัยและนวัตกรรมสถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร*, 7(2), 254–271.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 7). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมหญิง เพ็ชรสุวรรณ, & สิริณา กิจเกื้อกูล. (2567). การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอผ้าอ่าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *Journal of Education and Innovation*, 26(2), 332–346.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579*. พริกหวานกราฟฟิค.
- Albay, E. M., & Eisma, D. V. (2025). Using design thinking for developing pre-service teachers' creativity in designing teaching plans to promote interactive learning in mathematics. *Learning and Instruction*, 96, 102070. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.102070>
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2014). Classroom contexts for creativity. *High Ability Studies*, 25(1), 53–69. <https://doi.org/10.1080/13598139.2014.905247>
- Blechinger, J. (2023). Reflections on information literacy in the ChatGPT era. *Pathfinder: A Canadian Journal for Information Science Students and Early Career Professionals*, 4(1), 163–172. <https://doi.org/10.29173/pathfinder78>

- Imjai, N., Aujirapongpan, S., Jutidharabongse, J., & Usman, B. (2024). Impacts of digital connectivity on Thailand's Generation Z undergraduates' social skills and emotional intelligence. *Contemporary Educational Technology*, 16(1), Article ep487.
<https://doi.org/10.30935/cedtech/14043>
- Jaiboae, A., & Yurayat, P. (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*, 4(11), 114–125.
- James, A. B., & Filgo, E. H. (2023). Where does ChatGPT fit into the framework for information literacy? *College & Research Libraries News*, 84(9), 334–341.
- Kadaruddin. (2023). Empowering education through generative AI: Innovative instructional strategies for tomorrow's learners. *International Journal of Business, Law, and Education*, 4(2), 618–625.
- Madunic, J., & Sovulj, M. (2024). Application of ChatGPT in information literacy instructional design. *Publications*, 12(2), 1–14.
<https://doi.org/10.3390/publications12020011>
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.
<https://doi.org/10.17226/13165>
- Taimur, S., & Onuki, M. (2020). Effective implementation of sustainability education in higher education settings via transformative learning approach: Literature review and framework proposal. In S. Orakci (Ed.), *Paradigm shifts in 21st century teaching and learning* (pp. 230–251). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3146-4.ch015>
- Zervas, I., & Stiakakis, E. (2024). Digital skills in vocational education and training: Investigating the impact of Erasmus, digital tools, and educational platforms. *Journal of Infrastructure Policy and Development*, 8(8), Article 8415.
<https://doi.org/10.24294/jipd.v8i8.8415>