

การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐาน
ตามแนวคิด Green STEM ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ G-STEM-DT Model
ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

Developing Problem-solving Competency through Community-based Science
Projects Using Green STEM Principles and the Design Thinking Process
(G-STEM-DT Model) for Vocational Certificate Students

สุพร สีเงินยวง
Suporn Singoenyuan

แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยเทคนิคสตูล จังหวัดสตูล 91000
General Subjects Departmen, Science Department, Satun Technical College, Satun 91000
Corresponding Author: E-mail: su595psu@gmail.com
Received : 7 April 2026; Revised : 2 June 2026; Accepted : 24 June 2026

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด Green STEM ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียน 2) เปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหานักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น รวมทั้งเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนกลุ่มประเภทวิชาอุตสาหกรรม และกลุ่มประเภทวิชาบริหารธุรกิจ การวิจัยครั้งนี้มีลักษณะเป็นการวิจัยและพัฒนา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ชุดกิจกรรม และแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหา กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสตูล ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ (20000-1301) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 65 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t-test) ปรากฏผลการวิจัยดังนี้

1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.10/80.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

2) สมรรถนะการแก้ปัญหานักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด Green STEM ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนกลุ่มประเภทวิชาบริหารธุรกิจมีสมรรถนะการแก้ปัญหา สูงกว่ากลุ่มประเภทวิชาอุตสาหกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากธรรมชาติและพื้นฐานการเรียนรู้ของนักเรียนสายบริหารธุรกิจถูกฝึกฝนให้มีทักษะการทำความเข้าใจลูกค้าและการบริการเป็นทุนเดิม ทำให้กลุ่มบริหารธุรกิจสามารถระบุปัญหาได้ลึกซึ้งและนำเสนอผลงานดีกว่า

คำสำคัญ : Green STEM กระบวนการคิดเชิงออกแบบ สมรรถนะการแก้ปัญหา การคิดเชิงออกแบบ

Abstract

The objectives of this research were to: 1) develop problem-solving competency through community-based science projects using Green STEM and students' design thinking process and 2) compare students' problem-solving competency before and after participating in the developed learning activities, as well as compare the problem-solving competency of students in the Industrial Trade Program and those in the Business Administration Program. This study employed a research and development (R&D) design. The research instruments included lesson plans, activity packages, and a problem-solving competency test. The target group consisted of 65 vocational certificate students at Satun Technical College enrolling in the Basic Science for Careers Course (20000-1301) during the first semester of the 2025 academic year, selected through purposive sampling. Data were analyzed by mean ($\bar{X}$), standard deviation (S.D.), and t-test. The research findings were as follows

1) The developed learning activity packages demonstrated an efficiency (E1/E2) of 81.10/80.27, which exceeded the established 80/80 criterion.

2) Students' problem-solving competency significantly increased following participation in project-based science learning using a community-based approach grounded in the Green STEM framework and integrated with the design thinking process ($p < .05$). In addition, students in the Business Administration program achieved significantly higher problem-solving competency scores than those in the Industrial program ($p < .05$), possibly due to their prior learning experiences related to customer understanding and service-oriented practices, which may have enhanced their ability to identify problems and communicate project outcomes effectively.

Keywords: Green STEM, design thinking process, problem-solving competency, G-STEM-DT Model

1. บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 [1] ได้ระบุสาระสำคัญในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งส่งเสริมกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา สมรรถนะการแก้ปัญหาจึงมีความสำคัญระดับประเทศในฐานะทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ประชากรจำเป็นต้องมีเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเทคโนโลยีอย่างยั่งยืน สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 [2] ที่มุ่งเน้นการผลิตและพัฒนาากำลังคนให้มีสมรรถนะปฏิบัติงานได้จริงโดยเฉพาะนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพซึ่งเป็นกำลังหลักของตลาดแรงงานจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจและแก้ปัญหาในงานอาชีพและชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในหมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ รหัสวิชา 20000-1301 ซึ่งมีผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอนหลัก กำหนดให้นักเรียนต้องมีสมรรถนะในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพและชีวิตประจำวัน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และการตัดสินใจและแก้ปัญหาในงานอาชีพด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ผ่านการประยุกต์ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ [2] เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและบริบททางสังคมที่มุ่งสู่ความยั่งยืน

อย่างไรก็ตามปัญหาหลักที่พบในบริบทของสถานศึกษาอาชีวศึกษาในปัจจุบัน คือนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพยังคงมีข้อจำกัดและปัญหาด้านสมรรถนะการแก้ปัญหาอย่างมาก โดยไม่สามารถระบุปัญหาจริงได้อย่างชัดเจน ขาดทักษะการออกแบบกระบวนการศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาที่ประยุกต์ใช้ได้จริง จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านอาชีวศึกษา (V-Net) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสตูล ระหว่างปีการศึกษา 2564-2566 ด้านสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนซึ่งเป็นสมรรถนะที่จำเป็นในการเข้าสู่อาชีพ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านสมรรถนะการแก้ปัญหาต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างต่อเนื่อง โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 47.50, 50.95 และ 41.27 ตามลำดับ [3-5] รวมทั้งการทดสอบเบื้องต้นด้านทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพด้วยผู้วิจัยเองระหว่างปีการศึกษา 2564-2566 พบข้อมูลที่สอดคล้องกันคือ ร้อยละของนักเรียนที่มีทักษะการแก้ปัญหาต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 มีจำนวนค่อนข้างสูงคิดเป็นร้อยละ 94.26, 94.02 และ 84.37 ตามลำดับ โดยสาเหตุรากเหง้าของปัญหานี้เกิดจากการขาดโครงสร้างการเรียนรู้แบบเป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์ อาชีพ และชุมชนเข้าด้วยกัน ทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังคงติดอยู่ในห้องเรียน และขาดความหมายต่อนักเรียน การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ จึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญ เพราะจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการสืบเสาะและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเพื่อให้โครงงานวิทยาศาสตร์มีบริบทที่ชัดเจนและจับต้องได้ ซึ่งการใช้ชุมชนเป็นฐาน จึงเป็นหัวใจสำคัญในการเปลี่ยนชุมชนให้เป็นห้องปฏิบัติการจริง ทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและสร้างประโยชน์ต่อท้องถิ่น

นอกจากนี้แนวโน้มการศึกษาทั่วโลกยังมุ่งเน้นการบูรณาการหลักวิทยาศาสตร์สีเขียว หรือ Green STEM เข้าสู่ห้องเรียนดังที่องค์กรระดับสากลได้เน้นย้ำ [6] รวมถึงการบูรณาการเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์อย่างยั่งยืนเข้ากับการจัดการเรียนรู้จะช่วยยกระดับความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงประจักษ์ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ [7, 8] ทั้งนี้การจะขับเคลื่อนองค์ประกอบทั้งหมดให้สำเร็จได้จำเป็นต้องมีกระบวนการทำงานที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้วิจัยจึงได้นำกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาเป็นแกนหลักเชื่อมโยง เนื่องจากเป็นกระบวนการที่เน้นความเข้าใจในผู้ใช้การระบุปัญหาที่แท้จริง (Define) การระดมความคิด (Ideate) การสร้างต้นแบบ (Prototype) และการทดสอบ (Test) ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของการแก้ปัญหาในชุมชนที่ต้องการความยืดหยุ่น ดังนั้นการหลอมรวมโครงงานวิทยาศาสตร์ชุมชนเป็นฐาน Green STEM และกระบวนการคิดเชิงออกแบบเข้าด้วยกัน จึงนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมกิจกรรมการเรียนรู้โมเดล G-STEM-DT Model การวิจัยนี้จึงมุ่งหวังที่จะตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดลดังกล่าวในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสตูล เพื่อสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์ที่แสดงถึงพัฒนาการกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนและผลกระทบเชิงบวกต่อชุมชนอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ในบริบทของการจัดการอาชีวศึกษาซึ่งมีความหลากหลายของสาขาวิชาชีพ ผู้วิจัยยังเล็งเห็นความจำเป็นในการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่มประเภทวิชาอุตสาหกรรมและกลุ่มประเภทวิชาบริหารธุรกิจ การเปรียบเทียบดังกล่าวไม่ได้มีนัยยะเพื่อตัดสินว่านักเรียนกลุ่มประเภทวิชาอุตสาหกรรมจะมีสมรรถนะการแก้ปัญหาที่เหนือกว่ากลุ่มประเภทวิชาบริหารธุรกิจ แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลลัพธ์ที่เกิดจากธรรมชาติของวิชาชีพ ประสบการณ์เดิม และทักษะเฉพาะทางที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยพื้นฐานแล้วนักเรียนกลุ่ม

ประเภทวิชาอุตสาหกรรมอาจมีความถนัดในขั้นตอนการลงมือปฏิบัติและการสร้างต้นแบบเชิงกลหรือวิศวกรรม ในขณะที่นักเรียนกลุ่มประเภทวิชาบริหารธุรกิจอาจมีความโดดเด่นในด้านการวิเคราะห์ข้อมูล การทำความเข้าใจผู้ใช้หรือการนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาเชิงระบบ การศึกษาเปรียบเทียบนี้จึงเป็นการมุ่งหาคำตอบว่า นวัตกรรม G-STEM-DT Model ซึ่งเป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่นและบูรณาการหลากหลายศาสตร์จะสามารถส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาให้แก่ นักเรียนที่มีพื้นฐานแตกต่างกันได้อย่างไร และผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยเป็นข้อมูลสารสนเทศเชิงประจักษ์ในการปรับปรุงแบบการสอนและการตั้งโจทย์ปัญหาในชุมชนให้สอดคล้องกับความถนัดของแต่ละสาขาวิชาชีพในอนาคตได้อย่างเหมาะสม

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด Green STEM ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
- 2.2 เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด Green STEM ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
- 2.3 เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างกลุ่มประเภทวิชาอุตสาหกรรม และกลุ่มประเภทวิชาบริหารธุรกิจ หลังได้รับการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด Green STEM ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

3. สมมติฐานการวิจัย

- 3.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด Green STEM ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
- 3.2 สมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด Green STEM ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 3.3 สมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มประเภทวิชาอุตสาหกรรมหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด Green STEM ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สูงกว่านักเรียนกลุ่มประเภทวิชาบริหารธุรกิจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. วิธีดำเนินการวิจัย

- 4.1 การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) ผสมผสานกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ผู้วิจัยจึงได้สรุปกรอบแนวคิดการสร้างและพัฒนานวัตกรรม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กรอบแนวคิดการสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด G-STEM-DT Model

ระยะการดำเนินการ	วัตถุประสงค์การวิจัย	การดำเนินการ	เครื่องมือการวิจัย	ผลลัพธ์การวิจัย
ระยะที่ 1: การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและวิเคราะห์ปัญหา (Research: R1)	ข้อที่ 2.1	- ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านอาชีวศึกษา (V-net) และผลการทดสอบทักษะการแก้ปัญหาในรายวิชาการระหว่างปีการศึกษา 2564-2566 - ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ รหัสวิชา 20000-1301 หลักสูตร ปวช. พุทธศักราช 2567 เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสมรรถนะรายวิชาโดยเน้นการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- แบบวิเคราะห์เอกสารหลักสูตร - ผลการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียน	- ข้อมูลพื้นฐานจุดประสงค์การเรียนรู้ และกรอบโครงสร้างเนื้อหาสำหรับการสร้างนวัตกรรมที่เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์ อาชีพ และบริบทชุมชน
ระยะที่ 2: การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม (Development: D1)	ข้อที่ 2.1	- นำข้อมูลจากระยะที่ 1 มาบูรณาการกระบวนการคิดเชิงออกแบบ กับหลักวิทยาศาสตร์สีเขียว (Green STEM) พัฒนานวัตกรรมเป็นโมเดล G-STEM-DT Model 6 ขั้นตอน - จัดทำร่างแผนการจัดการเรียนรู้ และชุดกิจกรรม - นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง (IOC) และทดลองใช้ (Try-out) เพื่อหาประสิทธิภาพ	- ร่างโมเดล G-STEM-DT - ร่างแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมจำนวน 24 ชั่วโมง - แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ (IOC)	- นวัตกรรมการเรียนรู้ G-STEM-DT Model ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมที่ผ่านการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญ และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
ระยะที่ 3: การทดลองใช้และประเมินผลนวัตกรรม (Research & Development: R2 & D2)	ข้อที่ 2.2 และ 2.3	นำนวัตกรรมที่ได้จากระยะที่ 2 ไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับปวช. กลุ่มประเภทวิชาอุตสาหกรรม และบริหารธุรกิจ จำนวน 65 คน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาก่อน-หลังเรียน	- แผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ G-STEM-DT Model - แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหา	- ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาก่อนและหลังเรียน รวมถึงระหว่างกลุ่มประเภทวิชา - ข้อค้นพบและแนวทางในการปรับปรุงนวัตกรรมเพื่อพัฒนาสมรรถนะ

โดยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นฐานตามแนวคิด G-STEM-DT Model ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนการเรียนรู้ มีรายละเอียดของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐาน
ตามแนวคิด G-STEM-DT Model

4.2 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กลุ่มประเภทวิชาอุตสาหกรรมและบริหารธุรกิจ วิทยาลัยเทคนิคสตูล ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ รหัสวิชา 20000-1301 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 3 กลุ่มเรียน รวมทั้งสิ้น 65 คน ซึ่งมีผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 นักเรียนสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และสาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ จำนวน 15 คน กลุ่มที่ 2 นักเรียนสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง จำนวน 33 คน กลุ่มที่ 3 นักเรียนสาขาวิชาการตลาดและสาขาวิชาโลจิสติกส์ จำนวน 17 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการพัฒนาสมรรถนะโดยตรง

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1.1) แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานอาชีพ รหัสวิชา 20000-1301 จำนวน 1 หน่วย เรื่อง การแก้ปัญหาด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อความยั่งยืนของชุมชน รวมเวลา 24 ชั่วโมง โดยบูรณาการแนวคิด G-STEM-DT Model

1.2) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ G-STEM-DT Model ประกอบด้วย ใบความรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบ ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน และเป็นแบบทดสอบเชิงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในบริบทชุมชนสตูล

4.4 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

1) แผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา 20000-1301 เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมบูรณาการแนวคิด G-STEM-DT Model

จำนวน 24 ชั่วโมง นำนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม (E_1/E_2) [9] ตามเกณฑ์ 80/80

2) แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหา ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบเชิงสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในจังหวัดสตูล โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบอิงเกณฑ์ ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อ พบว่ามีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับด้วยสูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) [9] พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.87

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1) การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลอง One-group pretest-posttest design โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.1) ขั้นก่อนทดลอง (Pre-test) ทำการทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 65 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.2) ขั้นดำเนินการทดลอง จัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม G-STEM-DT Model โดยใช้ชุมชนเป็นฐาน จำนวน 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 24 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรม ดังนี้

(1) กระตุ้นความสนใจนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในวิถีชีวิต จากนั้นแบ่งกลุ่มและใช้สมุดบันทึกโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือหลักในการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนลงพื้นที่สำรวจชุมชนจริงเพื่อเก็บข้อมูล (ขั้นที่ 1-2)

(2) นำข้อมูลกลับมาสืบค้น ระดมความคิด และวางแผนออกแบบสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรมในห้องเรียน (ขั้นที่ 3-4)

(3) สร้างผลงานสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรม และทดสอบเก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ (ขั้นที่ 5)

(4) นักเรียนนำเสนอสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรมกลับไปนำเสนอและให้คนในชุมชนทดลองใช้จริง (ขั้นที่ 6) ตลอดทั้งกระบวนการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนจะเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) คอยตั้งคำถามชี้แนะ พร้อมทั้งบันทึกพฤติกรรมระหว่างเรียนเป็นระยะผ่านเกณฑ์รูปติดตามสภาพจริง

1.3) ขั้นหลังทดลอง (Post-test) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ทำการทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาด้วยแบบทดสอบหลังเรียน

2) การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติดังนี้

2.1) วิเคราะห์ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2.2) เปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาก่อนและหลังเรียนใช้สถิติค่าที (t-test) แบบ Dependent Sample และเปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่มประเภทวิชาอุตสาหกรรมและกลุ่มประเภทวิชาบริหารธุรกิจ ใช้สถิติค่าที t-test แบบ Independent Sample

5. ผลการวิจัย

5.1 การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด G-STEM-DT Model ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสตูล ผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด G-STEM-DT Model ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายการทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ร้อยละ
ประสิทธิภาพระหว่างเรียน (E_1)	50	40.55	81.10
ประสิทธิภาพหลังเรียน (E_2)	30	24.08	80.27

จากตารางที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด G-STEM-DT Model ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสตูล มีประสิทธิภาพระหว่างเรียน (E_1) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 40.55 คิดเป็นร้อยละ 81.10 ส่วนประสิทธิภาพหลังเรียน (E_2) มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.08 คิดเป็นร้อยละ 80.27

5.2 การเปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด G-STEM-DT Model ผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด G-STEM-DT Model

รายการทดสอบ	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) (คะแนน)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S. D.)	ค่าที (t-test)
ก่อนเรียน	30	9.55	2.54	64.61*
หลังเรียน	30	24.08	2.98	

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า สมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด G-STEM-DT Model อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 การเปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างกลุ่มสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม และกลุ่มสาขาวิชาพาณิชยกรรม หลังได้รับจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐาน ตามแนวคิด G-STEM-DT Model ผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างกลุ่มประเภทวิชาอุตสาหกรรม และกลุ่มประเภทวิชาบริหารธุรกิจหลังได้รับจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด G-STEM-DT Model

รายการทดสอบ	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) (คะแนน)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S. D.)	ค่าที (t-test)
สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม	30	23.35	2.69	3.47*
สาขาวิชาพาณิชยกรรม	30	26.12	2.87	

* $p < .05$

จากตารางที่ 4 พบว่า สมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มประเภทวิชาบริหารธุรกิจหลังได้รับการเรียนรู้ด้วยโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด G-STEM-DT Model สูงกว่ากลุ่มประเภทวิชาอุตสาหกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. อภิปรายผลการวิจัย

6.1 แผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมดังกล่าวช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการโครงการวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องมาจากกระบวนการสร้างนวัตกรรมผ่านขั้นตอนการหาคุณภาพอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญไปจนถึงการทดลองใช้เพื่อปรับปรุงข้อบกพร่องสอดคล้องกับแนวคิดของ [9] ที่ระบุว่า การทดสอบประสิทธิภาพสื่อช่วยให้มั่นใจได้ว่านวัตกรรมนั้นสามารถถ่ายทอดความรู้ได้อย่างมีระบบ การที่ค่า E_1 และ E_2 สูงกว่าเกณฑ์เป็นผลมาจากกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่เน้นให้นักเรียนลงพื้นที่ชุมชนจริง ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมระหว่างเรียนช่วยให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนได้อย่างเป็นรูปธรรม ส่งผลให้คะแนนทดสอบหลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

6.2 การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในภาพรวม ผลการวิจัยพบว่า สมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก G-STEM-DT Model ได้บูรณาการกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ยึดมนุษย์เป็นศูนย์กลาง ทำให้นักเรียนได้ลงพื้นที่จริงเพื่อทำความเข้าใจผู้ได้รับผลกระทบ และระบุปัญหาที่แท้จริงก่อนนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐานที่เชื่อมโยงความรู้เชิงนามธรรมในห้องเรียนเข้ากับการปฏิบัติจริงในสังคม ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าและตระหนักถึงปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นในประเด็นเดียวกัน พบว่าผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาเกี่ยวกับบริบทของอาชีวศึกษาและการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เช่น งานวิจัยของ [10, 11] ที่ระบุว่า การใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบช่วยยกระดับทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและการทำงานร่วมกันของผู้เรียนสายวิชาชีพได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวช่วยทำลายกำแพงการเรียนรู้แบบเดิมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองผิดถูกผ่านการสร้างต้นแบบ และการทดสอบ ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาสมรรถนะเชิงประจักษ์อย่างแท้จริง และสอดคล้องกับ [12] ที่สรุปข้อมูลตรงกันว่า การฝึกให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาที่ซับซ้อน เพื่อสร้างกระบวนการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อนักเรียนได้ลงมือทำในสภาพแวดล้อมจริง

6.3 ความแตกต่างของสมรรถนะระหว่างกลุ่มสาขาวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มประเภทวิชาบริหารธุรกิจมีคะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มประเภทวิชาอุตสาหกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถือเป็นข้อค้นพบที่เหนือความคาดหมายเนื่องจากโครงการวิทยาศาสตร์และ Green STEM มักถูกมองว่าสอดคล้องกับทักษะของสายช่างอุตสาหกรรมที่เน้นการประดิษฐ์เชิงกลมากกว่า อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์เชิงลึกลงไปในระดับวิธีของ G-STEM-DT Model จะพบว่าหัวใจสำคัญของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในช่วง การทำความเข้าใจปัญหาชุมชนอย่างลึกซึ้งและการระบุปัญหาต้องอาศัยทักษะทางสังคมสูงมาก เช่น การสื่อสาร การสัมภาษณ์ การทำความเข้าใจความรู้สึกของผู้ใช้งาน และการวิเคราะห์ข้อมูลชุมชนซึ่งธรรมชาติและพื้นฐานการเรียนรู้ของนักเรียนสายบริหารธุรกิจถูกฝึกฝนให้มีทักษะการทำความเข้าใจลูกค้าและการบริการเป็นทุนเดิม ทำให้กลุ่มบริหารธุรกิจสามารถระบุปัญหาได้ลึกซึ้งและนำเสนอผลงานได้อย่างโดดเด่น

ในขณะที่กลุ่มอุตสาหกรรมมักมีความคุ้นเคยกับการมุ่งเน้นไปที่การสร้างชิ้นงานหรือเทคนิคการแก้ปัญหา
หน้างานทันที ทำให้ขาดความลุ่มลึกในขั้นตอนการทำความเข้าใจผู้ใช้งานประเด็นนี้สอดคล้องกับงานวิจัย
ด้านการบูรณาการข้ามศาสตร์ เช่น การศึกษาของ [13] ที่พบว่ากลุ่มผู้เรียนที่มีพื้นฐานสาขาบริหารธุรกิจ
หรือสังคมศาสตร์มักมีแนวโน้มที่จะปรับตัวเข้ากับกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นทำความเข้าใจผู้ใช้
และตีกรอบปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มวิศวกรรมศาสตร์หรือสายช่างที่มักมุ่งเน้นไปที่กระบวนการทางเทคนิคเป็นหลัก

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผล

- 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด G-STEM-DT Model ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.10/80.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80
- 2) สมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด G-STEM-DT Model อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- 3) สมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มประเภทบริหารธุรกิจหลังได้รับจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุมชนเป็นฐานตามแนวคิด G-STEM-DT Model สูงกว่ากลุ่มประเภทวิชาอุตสาหกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ครูผู้สอนควรปรับบริบทของปัญหาหรือสถานการณ์ในโครงงานให้สอดคล้องกับทักษะวิชาชีพเฉพาะทาง เช่น กลุ่มช่างอาจเน้นไปที่นวัตกรรมเชิงวิศวกรรมสีเขียว ส่วนกลุ่มพาณิชยกรรมอาจเน้นไปที่การจัดการธุรกิจหมุนเวียนในชุมชน
- 2) ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้มีการสร้างเครือข่ายร่วมกับปราชญ์ชาวบ้านหรือผู้ประกอบการในท้องถิ่น เพื่อให้นักเรียนได้รับข้อมูลเชิงลึกที่หลากหลายและเป็นปัญหาที่วิกฤตจริงในพื้นที่
- 3) ควรมีการวิจัยเชิงคุณภาพ เช่น การสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้สมรรถนะการแก้ปัญหาของกลุ่มช่างอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรมมีความแตกต่างกัน เพื่อนำมาพัฒนาโมเดลการสอนให้ครอบคลุมความถนัดที่แตกต่างกันได้ดียิ่งขึ้น
- 4) สถานศึกษาควรนำนวัตกรรมจัดการเรียนรู้ G-STEM-DT Model ไปกำหนดเป็นนโยบายหรือแนวทางปฏิบัติในการขับเคลื่อนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการในสถานศึกษาอาชีวศึกษาแห่งอื่น ๆ เพื่อยกระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียน

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562. (2562, 1 พฤษภาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 136 ตอนที่ 57 ก. หน้า 49-53.
- [2] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2567). *หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567*. กระทรวงศึกษาธิการ.
- [3] งานวัดผลและประเมินผล. (2564). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านอาชีวศึกษา (V-NET) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564*. วิทยาลัยเทคนิคสตูล.
- [4] งานวัดผลและประเมินผล. (2565). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านอาชีวศึกษา (V-NET) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564*. วิทยาลัยเทคนิคสตูล.

- [5] งานวัดผลและประเมินผล. (2566). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านอาชีวศึกษา (V-NET) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564. วิทยาลัยเทคนิคสตูล.
- [6] National Wildlife Federation. (2015). *Green STEM guidebook*. <https://www.nwf.org/~media/PDFs/Eco-schools/GreenSTEM/FINAL%20GREEN%20STEM%20GUIDEBOOK%20JUNE%203%202015.pdf>
- [7] Nguyen, N. L. (2025). The effect of integrating green sustainable science and technology into STEM learning to improve junior high school students' environmental literacy. *In. Sci. Ed. J*, 6(3), 232-239.
- [8] Yean, A. S., & Rahim, S. S. B. A. (2021). Greening STEM: A theoretical exploration for the Malaysian context. *Journal of International and Comparative Education*, 10(1), 22-38.
- [9] บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 10). สุวีริยาสาส์น.
- [10] Luka, I. (2014). Design thinking in pedagogy. *Journal of Education Culture and Society*, 5(2), 63-74.
- [11] Glen, R., Suciu, C., Baughn, C., & Anson, R. (2015). Teaching design thinking in business schools. *The International Journal of Management Education*, 13(2), 182-192.
- [12] ณภัทร วอนศิริ, เบญจพร ปัญพลังกูร, และจิระวรรณ เกษสิงห์. (2565). การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านการจัดการเรียนรู้การออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 24(3), 147-157.
- [13] Matthews, J., & Wrigley, C. (2017). Design and design thinking in business and management higher education. *Journal of Learning Design*, 10(1), 41-54.