

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์  
เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่องเครื่องกลอย่างง่ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

## The Design Thinking Based Learning Management to Develop Creativity for Sustainability about Simple Machines for Grade 8 Students

ศิริลักษณ์ ไช้แก้ว และ สกนชัย ชะนูนันท์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

Siriluck Khaikaew and Skonchai chanunan

Naresuan University, Thailand

Corresponding Author, E-mail: siriluckk65@nu.ac.th

\*\*\*\*\*

### บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน และ 2) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน และชิ้นงานของนักเรียน

ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวทางการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ การเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อนักเรียน ลักษณะของสถานการณ์จะต้องเอื้อต่อแนวคิดการแก้ปัญหาที่นำองค์ความรู้ด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมมาประยุกต์ใช้ ประกอบกับควรมีแหล่งข้อมูลด้านวัฒนธรรมท้องถิ่น, วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย และข้อมูลต้นทุนของวัสดุในการสร้างโมเดลชิ้นงาน ทั้งนี้ระยะเวลาในการสร้างแนวคิดของนักเรียนควรมีอย่างเพียงพอ และครูควรมีการตรวจสอบแนวคิดที่แต่ละกลุ่มได้เลือก 1 แนวคิดก่อนนำไปสร้างโมเดลชิ้นงานจริง อีกทั้งให้อิสระกับนักเรียนในการเลือกใช้วัสดุสำหรับสร้างโมเดลชิ้นงาน และควรชี้แจงเพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียนในเรื่องของเกณฑ์การประเมินโมเดลชิ้นงานเพื่อให้ นักเรียนสามารถสะท้อนข้อคิดเห็นได้ตรงตามประเด็นที่ครูกำหนด และ 2) นักเรียนมีพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเพิ่มขึ้นในทั้ง 6 องค์ประกอบและแต่ละองค์ประกอบอยู่ในระดับ 4

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน; ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน;  
เครื่องกลอย่างง่าย

\* วันที่รับบทความ : 26 เมษายน 2567; วันแก้ไขบทความ 9 พฤษภาคม 2567; วันตอบรับบทความ : 16 พฤษภาคม 2567

Received: April 26 2024; Revised: May 9 2024; Accepted: May 16 2024

## Abstract

The purposes of classroom action research were 1) to study the design thinking-based learning management for the development of creativity for sustainability on the topic of simple machines, and 2) to study the results of the development of creativity for sustainability following the design thinking-based learning management. The research instruments included three lesson plans, reflective learning management, activity sheets, creativity for sustainability assessment and students' projects (model).

The results revealed that 1) for the learning management of design thinking-based learning to develop creativity for sustainability, teachers should emphasize selecting situations that are students' daily lives or situations that impact them, the characteristics of the situations should support problem-solving ideas that apply social, economic, and environmental knowledge. Teachers should prepare information on local cultural, materials that reduce waste generation, and information on the cost of materials for creating model. Students should have sufficient time to develop their ideas, and teachers should review the ideas before proceeding to create the model. Additionally, students should be given the freedom to choose materials for creating the model. It's important to explain the assessment criteria for the model pieces to ensure students understand how their work will be evaluated based on the points set by the teacher. 2) Students who received learning management using design thinking-based learning have increased development of creativity for sustainability across all six components, with each component at level 4.

**Keywords:** Design thinking-based learning management; Creativity for sustainability; Simple Machines

## บทนำ

การปฏิวัติอุตสาหกรรม 4.0 จะช่วยเปิดช่องทางใหม่สำหรับความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่ขับเคลื่อนด้วยวิทยาศาสตร์ ทำให้โลกต้องหันไปพึ่งทรัพยากรหมุนเวียน ความเฉลียวฉลาดและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์จะช่วยให้บรรลุความยั่งยืนในระยะยาว อาจกล่าวได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นหัวใจสำคัญของความยั่งยืน โดยมีรากฐานมาจากแนวทางปฏิบัติทางสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม (Hans, 2019 : 65 -73) ในช่วงหลายปีที่ผ่านมากลุ่มนักการศึกษา นักวิชาการและหน่วยงานของรัฐได้ระบุและส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญและควรพัฒนาซึ่งหนึ่งในนั้นคือ ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งถือเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่ในภาคอุตสาหกรรมต้องการนวัตกรรมความสามารถในการคิดนอกกรอบ ความสามารถปรับเข้ากับวิธีต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการใหม่ที่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ (Kristen, 2019 : online) ส่งผลให้การทำงานในอาชีพต่าง ๆ มีลักษณะเป็นงานสร้างสรรค์มากขึ้น การสร้างสรรค์ จึงเป็นจุดเน้นในการเรียนรู้ของผู้เรียนทุกระดับการศึกษา ศักยภาพด้านการสร้างสรรค์จะเป็นปัจจัยกำหนดให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานใด ๆ ได้อย่างมีคุณภาพและยั่งยืน (วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล, 2567 : 4) อีกทั้งช่วยให้นักเรียนปรับตัวเข้ากับโลกที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและรวดเร็วได้ การสนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ของ

นักเรียนสามารถช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาสังคมที่พวกเขาอาศัยอยู่ ทั้งในปัจจุบันและในฐานะบุคคลที่ต้องทำงานในอนาคต (OECD, 2022 : 7)

นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์ยังถือเป็นคุณลักษณะสำคัญของชีวิตมนุษย์ทั้งในปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากเป็นหนึ่งในความสามารถหลักเพื่อการบรรลุความยั่งยืน หากไม่มีความสามารถนี้กระบวนการพัฒนาอย่างยั่งยืนอาจไม่สามารถทำได้เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์จะช่วยหาวิธีการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน (Francisco, Zamora Polo and Jesus, Sanchez Martin, 2019 : 1 - 15) หากพิจารณาถึงทรัพยากรของโลกที่เหลืออยู่จะพบว่าทางเลือกในการใช้ทรัพยากรหมุนเวียนนั้นเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ดังนั้นความเฉลียวฉลาดและความคิดสร้างสรรค์ในการศึกษาด้านสุขภาพ วิทยาศาสตร์ วัฒนธรรม การสื่อสารและข้อมูลถือเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) ในวาระปี 2030 (Hans, 2019 : 65 -73)

วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่มีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 92) หากแต่การพัฒนาอย่างรวดเร็วของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทำให้เกิดการเข้าถึงทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่เคยปรากฏมาก่อนจึงอาจนำมาซึ่งความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ ผู้ที่กำหนดนโยบายต่าง ๆ จึงเรียกร้องให้มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมและทำให้เกิดความยั่งยืน (Meadows, 1972 อ้างถึงใน Rabab Saleh and Alexander Brem, 2023 : 1) ประกอบกับทิศทางการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย ให้ความสำคัญกับการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสมัยใหม่ และความคิดสร้างสรรค์ ควบคู่กับการรักษาความสมดุลระหว่างการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากฐานทรัพยากรธรรมชาติและหลากหลายทางชีวภาพ (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2565 : 4)

ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตในโลกยุคปัจจุบัน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ โดยในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ องค์ความรู้เรื่อง งานกำลังและเครื่องกลอย่างง่าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ตัวอย่างเช่น การยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก การลำเลียงของขึ้นที่สูง เป็นต้น แต่การจัดการเรียนรู้นั้นปัจจุบันยังเป็นการบรรยายโดยใช้เนื้อหาจากหนังสือเรียนเป็นหลัก ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพียงแนวคิด หลักการ ขาดการนำความรู้ที่ได้มาปรับใช้สร้างสิ่ง

ใหม่ที่มีประโยชน์ ขาดการสร้างสรรคขึ้นงานที่นำความรู้ในเรื่องที่ผู้เรียนศึกษามาใช้ ขาดกระบวนการคิดไตร่ตรองถึงผลกระทบของขึ้นงานหรือสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันว่ามีผลกระทบต่อด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐกิจ และด้านสังคม ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญขององค์ความรู้เรื่องเครื่องกลอย่างง่าย จึงทำให้ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ควรเน้นให้ผู้เรียนได้คิดค้นสิ่งใหม่ ออกแบบสร้างสรรค์ผลงานจากการนำเอาความรู้ในเรื่องที่เรียนมาปรับใช้ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันโดยขึ้นงานที่นักเรียนได้ออกแบบหรือสร้างสรรค์ขึ้นมานั้นจะต้องอยู่ในบริบทของความยั่งยืน และอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตประจำวัน จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยพบว่า มีแนวทางการจัดการเรียนรู้หลากหลายวิธี การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) คือ กรอบความคิดและแนวทางในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาาร่วมกัน โดยทั่วไปแล้วการจัดการเรียนรู้จะวิเคราะห์และมุ่งเน้นการออกแบบ การกระตุ้นคิดให้ผู้เรียนตั้งคำถาม คิดแตกต่าง ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความเห็นอกเห็นใจ ความอยากรู้อยากเห็น รวมถึงความคิดสร้างสรรค์อีกทางหนึ่ง (teaching & learning lab, 2015 : 1) จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนโดยผ่านการลงมือสร้างสรรค์ขึ้นงานในบริบทที่มีความเกี่ยวข้องกับความยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

## ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research Methodology) ในรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยดำเนินการตามกรอบแนวคิดของ Kemmis & McTaggart, 1998 (อ้างอิงในสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2562 : 48-49) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นสังเกตผล (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนความคิด (Reflect)

1. **ผู้เข้าร่วมการวิจัย** ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น 38 คน โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง (**Purposive Sampling**) จากห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบทำการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีคุณสมบัติเป็นนักเรียนมีความเอาใจใส่ต่อการเรียน มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 **แผนการจัดการเรียนรู้** ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องเครื่องกลอย่างง่าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง ในหัวข้อสถานการณ์ เรื่อง **Water delivery** (การสร้างอุปกรณ์รดน้ำในสภาวะภัยแล้ง) **Trash pickup** (การสร้างอุปกรณ์เก็บขยะสำหรับนักเรียนในโรงเรียน) และ **Zero Heroes** ลดขยะ (การสร้างของเล่นหรือของที่ระลึกเนื่องในงานเทศกาลกินปลาประจำปี) ทั้งนี้ได้มีการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และศึกษานิเทศก์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา 2 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งพบว่าผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ และผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหาเรื่องเครื่องกลอย่างง่าย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ

2.2 **แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้** นำมาใช้ในการบันทึกตลอดการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา ปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาในการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้วิจัยและครูประจำการเป็นผู้บันทึก เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป

2.3 **ใบกิจกรรม** นักเรียนใช้บันทึกและตอบคำถามในด้านการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ ด้านการเลือกวัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (สิ่งแวดล้อม) ด้านการนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ (สังคม) ด้านการประมาณการต้นทุนในการสร้างชิ้นงาน (เศรษฐกิจ) และการประเมินข้อดี ข้อจำกัด ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

2.4 **โมเดลชิ้นงานนักเรียน** คือ ภาระงานของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ได้แก่ โมเดลอุปกรณ์รดน้ำ โมเดลอุปกรณ์เก็บขยะ และโมเดลอุปกรณ์ของเล่นหรือของที่ระลึก

2.5 **แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน** เป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถามตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน 6 องค์ประกอบ ใช้ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลหลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ โดยงานวิจัยนี้ให้ทำแบบทดสอบโดยใช้กระดาษ และมีลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบเขียนตอบ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างจากสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ จากนั้นจะให้นักเรียนระบุปัญหาและลักษณะของชิ้นงานที่

ต้องการออกแบบ รวมถึงระบุวัตถุประสงค์ที่ใช้ วัฒนธรรมท้องถิ่นที่นำมาประยุกต์ในการสร้างชิ้นงาน การคำนวณต้นทุนในการสร้างชิ้นงาน และประเมินข้อดี ข้อจำกัดข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

โดยก่อนนำไปใช้ได้มีการนำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องในการประเมินความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ความถูกต้องของเนื้อหาและให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) ซึ่งแบบทดสอบในงานวิจัยครั้งนี้มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนทุกข้อ โดยมีค่าดัชนี IOC มากกว่า 0.5 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 แปลผลได้ว่า มีความสอดคล้องในการประเมินความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนและความถูกต้องของเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงข้อคำถามในบางข้อให้ชัดเจนและสอดคล้องกับองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ทำการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ รวม 12 ชั่วโมง โดยทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานผ่านแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อเครื่องกลอย่างง่าย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในระหว่างวงจรปฏิบัติการผู้วิจัยและครูประจำการจะบันทึกสภาพปัญหาที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ และแนวทางแก้ไขลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนจะบันทึกข้อมูลจากการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนลงในใบกิจกรรม พร้อมลงมือสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานตามระยะเวลาที่กำหนด เมื่อเสร็จสิ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการแล้วนักเรียนจะนำส่งใบกิจกรรมและชิ้นงาน จากนั้นผู้วิจัยจะนำมาวิเคราะห์ หลังจากนั้นนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นรายบุคคล

### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และชิ้นงานของนักเรียน แล้วนำมาวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้โดยการตีความเพื่อหารูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อหาแนวทางปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้ โดยมีลำดับการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้ 1) อ่านแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากผู้วิจัยและครูประจำการ รวมถึงใบกิจกรรมอย่างละเอียดและพิจารณาโมเดลชิ้นงานของนักเรียนประกอบ แล้วบันทึกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน 2) ใส่รหัส (Code) โดยการใส่รหัสแสดงการกระทำหรือลักษณะของข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่มีความกระชับ

ง่ายต่อการหารูปแบบความสัมพันธ์ 3) คัดเลือกรหัสที่มีความสัมพันธ์กันมาสรุปเป็นลักษณะ (Categories) และ 4) นำลักษณะมาสังเคราะห์เป็นประเด็น

**4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2** ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการจากใบกิจกรรมของนักเรียน และจากการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบคำถามปลายเปิด จำนวน 7 ข้อ วัด 6 องค์ประกอบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียด จากนั้นตรวจให้ระดับความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในแต่ละองค์ประกอบตามระดับที่ให้ไว้ในเกณฑ์ ซึ่งแบ่งระดับของแต่ละองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็น 4 ระดับ คือ ระดับ 4 ระดับ 3 ระดับ 2 และระดับ 1 ตามลำดับ

**ตารางที่ 1** ตารางแสดงเกณฑ์การวิเคราะห์องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียน

องค์ประกอบ	รหัส	ระดับ/คำนิยาม	ตัวอย่างความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน
1. การสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา	D1	ระดับ 1 : ไม่มีการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา	S00 : นักเรียนไม่มีการเขียนแสดงคำตอบ
	D2	ระดับ 2 : สร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา 1 แนวคิด	S00 : นักเรียนไม่มีการเขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา 1 แนวคิด
	D3	ระดับ 3 : สร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันได้ 2 แนวคิด	S37 : โมเดลอุปกรณ์รดน้ำแบบรอกรดน้ำและแบบกะลาสุ่ม
	D4	ระดับ 4 : สร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันได้ 3 แนวคิด	S08 : โมเดลอุปกรณ์เก็บขยะแบบมีรูตจับ แบบพลั่วและแบบรถเก็บขยะ
2. การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ได้	C1	ระดับ 1 : ไม่มีการสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	S00 : นักเรียนไม่มีการสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
	C2	ระดับ 2 : ออกแบบแนวคิดที่แปลกใหม่ต่างจากชิ้นงานที่มีอยู่ก่อน อย่างน้อย 1 จุดและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้	S29 : ออกแบบที่คีบขยะซึ่งแตกต่างจากที่มีอยู่ก่อนโดยเพิ่มแผ่นฟองน้ำตรงจุดหมุนให้ใช้งานได้คล่องขึ้น
	C3	ระดับ 3 : ออกแบบแนวคิดที่แปลกใหม่ต่างจากชิ้นงานที่มีอยู่ก่อน อย่างน้อย 2 จุดและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้	S36 : ออกแบบอุปกรณ์รดน้ำซึ่งแตกต่างจากที่มีอยู่ก่อนโดยทำให้เคลื่อนที่ได้และใช้วัสดุรีไซเคิลมาทำเป็นตัวบรรจุน้ำ

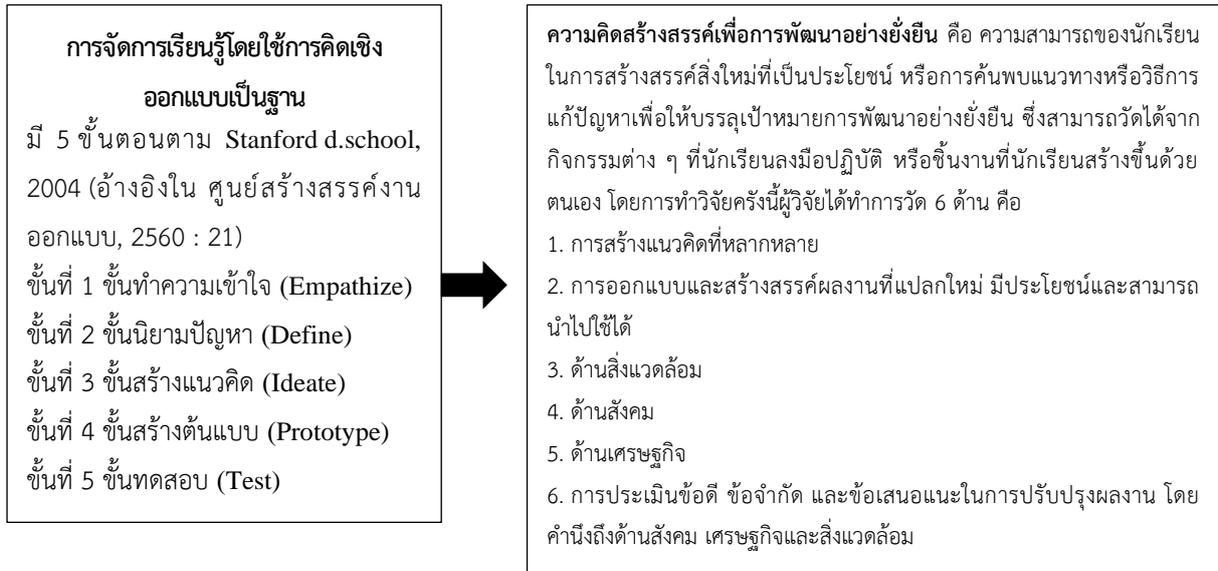
องค์ประกอบ	รหัส	ระดับ/คำนิยาม	ตัวอย่างความคิดสร้างสรรค์เพื่อการ พัฒนาอย่างยั่งยืน
	C4	ระดับ 4 : ออกแบบแนวคิดที่แปลกใหม่ ต่างจากชิ้นงานที่มีอยู่ก่อน อย่างน้อย 3 จุดและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้	S36 : ออกแบบอุปกรณ์รดน้ำซึ่งแตกต่าง จากที่มีอยู่ก่อนโดยใช้กะละเป็นตัวบรรจุ น้ำ สามารถปักลงดินได้ และมีลักษณะ คล้ายกับส้ม
3. การเลือกใช้วัสดุที่ลดการ เกิดของเสีย (ด้าน สิ่งแวดล้อม)	N1	ระดับ 1 : ไม่สามารถเลือกใช้วัสดุที่ลด การเกิดของเสียได้เลย	S00 : นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้วัสดุที่ ลดการเกิดของเสียได้เลย
	N2	ระดับ 2 : เลือกใช้วัสดุในการสร้าง ชิ้นงานที่ไม่สามารถรีไซเคิลวัสดุชิ้นนั้นได้ 2 ชนิด	S00 : เลือกใช้วัสดุในการสร้างชิ้นงานที่ไม่ สามารถรีไซเคิลวัสดุชิ้นนั้นได้ 2 ชนิด
	N3	ระดับ 3 : เลือกใช้วัสดุในการสร้าง ชิ้นงานที่ไม่สามารถรีไซเคิลวัสดุชิ้นนั้นได้ 1 ชนิด	S02 : ใช้แผ่นพลาสติกรองกระถาง กะลามะพร้าว
	N4	ระดับ 4 : เลือกใช้วัสดุในการสร้าง ชิ้นงานที่ลดการเกิดของเสียทั้งหมด	S27 : ใช้ไม้กระถินมาแกะสลักให้เป็นหุ่น ใช้กะลามะพร้าวทำบ่อน้ำ และใช้ไม้ไผ่ทำ แพ
4. การนำสถานการณ์หรือ วัฒนธรรมท้องถิ่นมา ประยุกต์ในการสร้างสรรค์ ผลงาน (ด้านสังคม)	U1	ระดับ 1 : ไม่นำสถานการณ์หรือ วัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในชิ้นงาน เลย	S01 : นักเรียนไม่ได้ ระบุ หรือ เลือก สถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมา ประยุกต์ในการสร้างชิ้นงานเลย
	U2	ระดับ 2 : นำสถานการณ์หรือ วัฒนธรรมที่บุคคลอื่นรู้จักกันอย่าง กว้างขวางมาประยุกต์ได้ถูกต้อง บางส่วน	S33 : การใช้กะลาทำกระถางสำหรับ แขวนต้นไม้ขนาดเล็ก แต่นักเรียนระบุว่า เป็นวัฒนธรรมการจัดต้นไม้ให้สวยงาม
	U3	ระดับ 3 : นำสถานการณ์หรือ หรือ วัฒนธรรมที่บุคคลอื่นรู้จักกันอย่าง กว้างขวางมาประยุกต์ได้อย่างถูกต้อง	S04 : นำไม้ไผ่มาทำเป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ ได้แก่ รางส่งน้ำในอุปกรณ์รดน้ำ
	U4	ระดับ 4 : นำสถานการณ์หรือ วัฒนธรรมท้องถิ่นของตนเองมา ประยุกต์ในการสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง	S12 : การใช้คันเบ็ดตกปลาบริเวณแม่น้ำ เจ้าพระยา

องค์ประกอบ	รหัส	ระดับ/คำนิยาม	ตัวอย่างความคิดสร้างสรรค์เพื่อการ พัฒนาอย่างยั่งยืน
5. กระบวนการประมาณ การต้นทุนในการสร้างสรรค์ ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ)	O1	ระดับ 1 : ไม่มีการระบุราคาของวัสดุที่ ใช้และไม่สามารถคำนวณต้นทุนออกมา ได้อย่างถูกต้อง	S00 : นักเรียนไม่ได้ระบุราคาวัสดุรวมถึง ไม่คำนวณต้นทุน
	O2	ระดับ 2 : ระบุราคารวมที่ใช้สร้างสรรค์ ผลงานและไม่แสดงวิธีการคำนวณ ต้นทุน	S18 : ระบุตัวเลขราคารวมในแต่ละแบบ ร่างโมเดลอุปกรณ์เก็บขยะแต่ไม่ระบุ รายละเอียดราคาวัสดุ และไม่แสดงวิธีการ คำนวณต้นทุน
	O3	ระดับ 3 : ระบุราคาของวัสดุที่ใช้แต่ไม่ แสดงวิธีการคำนวณต้นทุน	S23 : ระบุราคาของวัสดุแต่ละชนิดที่ใช้ ในแต่ละแบบร่างโมเดลของโมเดลของที่ ระลึกแต่ไม่คำนวณต้นทุนออกมา
	O4	ระดับ 4 : ระบุราคาของวัสดุที่ใช้และ แสดงวิธีการคำนวณต้นทุนออกมาได้ อย่างถูกต้อง	S09 : ระบุราคาของวัสดุแต่ละชนิดที่ใช้ ในแต่ละแบบร่างโมเดลของที่ระลึกและ คำนวณต้นทุนออกมาได้อย่างถูกต้อง
6. การประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงผลงาน โดย คำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม	E1	ระดับ 1 : ไม่มีการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และไม่สามารถให้ ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข แนวคิดโดยการคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมได้	S00 : ไม่มีการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และไม่สามารถให้ข้อเสนอแนะในการ ปรับปรุงแก้ไขแนวคิดโดยการคำนึงถึง ด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมได้
	E2	ระดับ 2 : ประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือข้อเสนอแนะในการแก้ไขชิ้นงาน โดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจ หรือ สิ่งแวดล้อมได้ 1 ด้าน	S06 : ข้อดี คือ ใช้วัสดุจากธรรมชาติมา ทำ ข้อจำกัด คือ ปริมาณของขยะที่เก็บได้ ยังน้อย ข้อเสนอแนะคือ ทำให้บริเวณลิม ยวากว่านี้เพื่อเพิ่มปริมาณขยะที่เก็บ
	E3	ระดับ 3 : ประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือข้อเสนอแนะในการแก้ไขชิ้นงาน โดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจ หรือ สิ่งแวดล้อมได้ 2 ด้าน	S23 : ข้อดี คือ เก็บขยะได้หลายชนิด ใช้ วัสดุที่รีไซเคิลได้ ราคาประหยัด ข้อจำกัด คือ มีความทนทานต่ำ ข้อเสนอแนะ คือ ทำให้มีความแข็งแรงมากขึ้น
	E4	ระดับ 4 : ประเมินข้อดี หรือข้อจำกัด หรือข้อเสนอแนะในการแก้ไขชิ้นงาน โดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจ หรือ สิ่งแวดล้อมได้ครบทุกด้าน	S08 : ข้อดี คือ ตั้งใจไว้ได้ ใช้วัสดุจาก ธรรมชาติ นำมาชีพท้องถิ่นมาปรับใช้ใน ผลงาน ทำให้ราคาไม่แพง ข้อจำกัด คือ กลไกไม่ค่อยแข็งแรง ข้อเสนอแนะ คือ

องค์ประกอบ	รหัส	ระดับ/คำนิยาม	ตัวอย่างความคิดสร้างสรรค์เพื่อการ พัฒนาอย่างยั่งยืน
			ปรับคานกับรอกให้แข็งแรง อาจใช้สกรูยึด ติดกับหุ่น และแกะสลักหุ่นให้สวยงาม

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบ และความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยมีกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้



หมายเหตุ : ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและสังเคราะห์ความหมายของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน จาก (Hans'd Orville, 2019 : 68), (Alexander Blem and Rogelio Puente-Diaz, 2020 : 2) และ (Rabab Saleh and Alexander Blem, 2023 : 1-12) และ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยนำเกณฑ์การออกแบบที่ยั่งยืนของ Allen and Tanner (2006 : 198) อ้างถึงใน Watson et al., (2017 : 6) ร่วมกับคูริดา อาจทะนงค์ (2565 : 30 - 32) เพื่อให้มีความเหมาะสมกับบริบทการศึกษา เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และเหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียน

แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## ผลการวิจัย

### 1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

**1.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Empathize)** เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ครูนำสถานการณ์ปัญหาซึ่งควรใช้ปัญหาที่มีความน่าสนใจ เกิดขึ้นจริงหรือเป็นสถานการณ์นักเรียนได้รับผลจากปัญหานั้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน ประกอบกับเป็นสถานการณ์ที่สามารถนำองค์ความรู้ด้านวัฒนธรรม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมมาประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความท้าทายในการลงมือแก้ปัญหา พบว่า เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์งานเทศกาลกินปลาที่เกิดขึ้นจริง ใกล้ตัวนักเรียนและนักเรียนมีประสบการณ์กับสถานการณ์นั้นมาก่อน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระตือรือร้นในการออกแบบ ทั้งนี้สมาชิกภายในกลุ่มจะต้องมีการสื่อสารกันเพื่อให้เข้าใจถึงอารมณ์ความรู้สึกของผู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือปัญหานั้น ๆ (สุวิมล ว่องวานิช, 2563 อ้างถึงใน พรภัทร จตุพร, 2563 : 8) เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลสำหรับใช้ในขั้นตอนการสร้างแนวคิดต่อไป

**1.2 ขั้นนิยามปัญหา (Define)** เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องนำข้อมูลที่ได้จากขั้นทำความเข้าใจปัญหามาพูดคุยกับสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อระบุปัญหาจากสถานการณ์ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นรวมถึงการระบุลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่ต้องการออกแบบให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาหรือเงื่อนไขที่ผู้สอนกำหนด

**1.3 ขั้นสร้างแนวคิด (Ideate)** เป็นขั้นตอนหลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ระบุปัญหาและลักษณะของโมเดลชิ้นงานที่ต้องการออกแบบเรียบร้อยแล้วนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องระดมความคิดเพื่อสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธีจำนวน 3 แนวคิด ทั้งนี้นักเรียนจะต้องนำความรู้หลักการเครื่องกลอย่างง่ายมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบแนวคิด ประกอบกับการศึกษาแหล่งข้อมูลด้านวัฒนธรรมท้องถิ่น, วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย และข้อมูลต้นทุนของวัสดุในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงาน จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดที่นำองค์ความรู้ข้างต้นมาปรับใช้ได้อย่างเต็มที่ โดยครูผู้สอนจะต้องเน้นย้ำกับนักเรียนว่าแนวคิดนั้นจะต้องมีความแตกต่างกัน 3 แนวคิด ไม่ซ้ำ และไม่ใช้การเปลี่ยนรายละเอียดบางจุดเท่านั้น ในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนจะต้องให้เวลากับนักเรียนในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอย่างอิสระ ให้มีการสื่อสาร การทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม โต้ตอบและถกเถียงกัน ซึ่งจะช่วยส่งผลให้เกิดแนวคิดใหม่ (Tsoukas, 2009 : 941 - 951) ทั้งนี้ไม่ควรมีแรงกดดันจากภายนอก (External Pressure) เช่น การแข่งขัน หรือการประเมินผลเข้ามาเกี่ยวข้อง (Amabile, 2012 : 1) เมื่อนักเรียนออกแบบโครงร่างแล้วนั้น ครูผู้สอนควรที่จะเข้าไปพูดคุย

สอบถามกับนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและความถูกต้องต่อการนำหลักการของเครื่องกลมาประยุกต์ใช้ในแต่ละโครงร่างที่ออกแบบ

**1.4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype)** เป็นขั้นหลังจากที่นักเรียนออกแบบโครงร่างของโมเดลชิ้นงาน 3 แนวคิดนั้นแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มจะช่วยกันเลือก 1 แนวคิดเพื่อนำมาร่วมกันสร้างโมเดลชิ้นงาน โดยวัสดุในการสร้างชิ้นงานนั้นจะต้องสอดคล้องกับโครงร่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกแบบ ในระหว่างที่นักเรียนพัฒนานวัตกรรมต้นแบบ นักเรียนก็ได้พัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกัน (Fortus, 2004 : 1018 – 1110) ผู้สอนควรใช้เวลาแก่นักเรียนในการเตรียมวัสดุรวมถึงการลงมือสร้างโมเดลชิ้นงานเพื่อให้เกิดการสร้างสรรคโมเดลชิ้นงานที่ตรงกับเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหาและตรงกับความต้องการของนักเรียนมากที่สุด

**1.5 ขั้นทดสอบ (Test)** เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและทดสอบโมเดลชิ้นงานต่อหน้าครูและเพื่อนกลุ่มอื่น โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะใช้เวลาในการนำเสนอพร้อมทดสอบผลงานกลุ่มละ 5 นาที เมื่อนำเสนอและทดสอบผลงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนจะให้เพื่อนนักเรียนกลุ่มที่เหลืออยู่ให้ข้อคิดเห็นในประเด็นข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม จากนั้นให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้จากการสะท้อนผลของเพื่อนลงในใบกิจกรรมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจะต้องจัดบรรยากาศในการเรียนรู้แบบเสรีให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและการแสดงออก (สายสุนีย์ กลิ่นสุคนธ์, 2545 : 47 - 48) และกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขโมเดลชิ้นงานให้ครอบคลุมประเด็นด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม หลังจากที่ได้รับข้อสะท้อนจากเพื่อนกลุ่มอื่นแล้ว นักเรียนจะต้องมาพูดคุยระดมความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงโมเดลชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น โดยนักเรียนจะต้องบันทึกสิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุงพร้อมทั้งวาดโครงร่างของโมเดลชิ้นงานที่ปรับปรุงแล้วลงในใบกิจกรรม



รูปที่ 1 ตัวอย่างโมเดลของที่ระลึก จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 Zero Heroes ลดขยะ

**2. ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

การวิเคราะห์ข้อมูลของใบกิจกรรมและชิ้นงานของนักเรียนทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ได้ การเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) การนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ผลงาน (ด้านสังคม) กระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) และการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงผลงาน โดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังตาราง

**ตารางที่ 2** ตารางแสดงจำนวนร้อยละขององค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน	ระดับ	ระหว่างเรียน (ใบกิจกรรม,โมเดลชิ้นงาน)			Post – test (แบบทดสอบฯ)
		วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	
การสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา	4	68.42	84.21	84.21	71.05
	3	31.58	15.79	15.79	28.95
	2	0	0	0	0
	1	0	0	0	0
การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ได้	4	15.79	18.42	34.21	18.42
	3	34.21	47.37	0	39.47
	2	50.00	34.21	65.79	42.11
	1	0	0	0	0
ด้านสิ่งแวดล้อม	4	47.37	68.42	84.21	57.89
	3	52.63	31.58	15.79	42.11
	2	0	0	0	0
	1	0	0	0	0
ด้านสังคม	4	65.79	34.21	84.21	10.53
	3	18.42	47.37	15.79	34.21
	2	0	18.42	0	55.26
	1	15.79	0	0	0
ด้านเศรษฐกิจ	4	15.79	31.58	47.37	18.42

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการ พัฒนาอย่างยั่งยืน	ระดับ	ระหว่างเรียน			Post – test (แบบทดสอบฯ)
		(ใบกิจกรรม,โมเดลชิ้นงาน)			
		วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	
การประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงชิ้นงานโดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม	3	34.21	18.42	34.21	55.26
	2	50.00	50.00	18.42	26.32
	1	0	0	0	0
	4	0	0	18.42	13.16
	3	18.42	36.84	63.16	28.95
	2	81.58	63.16	18.42	57.89
	1	0	0	0	0

หมายเหตุ : ใบกิจกรรมและโมเดลชิ้นงานเก็บคะแนนเป็นกลุ่ม ส่วนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเก็บคะแนนเป็นรายบุคคล

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาในระดับ 4 ร้อยละ 84.21 กล่าวคือ นักเรียนสร้างแนวคิดการออกแบบโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ให้มีความหลากหลาย ได้แก่ การทำโมเดลปลาไหลลาน (แบบที่ 1) ที่นำหลักการของล้อและเพลามาประยุกต์ใช้ตรงบริเวณตัวไหลลาน โมเดลของเล่นรถปลาช่อน (แบบที่ 2) โดยการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายประเภทล้อและเพลามาใช้เพื่อให้ตัวปลาช่อนเคลื่อนที่ได้ และบอดกปลา (แบบที่ 3) ที่มีการนำหลักการของล้อและเพลาลิม และพื้นเอียงมาใช้ในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานให้ออกมาสวยงามอีกด้วย

นักเรียนมีพัฒนาการด้านการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ได้ในระดับ 4 ร้อยละ 34.21 นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในการสร้างโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึก โดยมีการออกแบบโมเดลที่นำวัฒนธรรมการดำเนินชีวิตในเรื่อง อาชีพการหาปลา มาผสมผสานในการสร้างโมเดลชิ้นงาน รวมถึงการนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน รอก ล้อและเพลามาประยุกต์ในการออกแบบ นอกจากนี้การเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติ ได้แก่ ไม้ไผ่ ไม้กระถิน อีกทั้งโมเดลของที่ระลึกของนักเรียนมีความแปลกใหม่และสามารถใช้ได้จริง

ในด้านการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย (ด้านสิ่งแวดล้อม) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับ 4 ร้อยละ 84.21 จากรูปที่ 1 จะเห็นว่า นักเรียนเลือกใช้วัสดุในการสร้างโมเดลของเล่นจากวัสดุธรรมชาติ ได้แก่ ไม้ไผ่ ซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ทั่วไปในจังหวัดสิงห์บุรีมาเป็นโครงหลัก นอกจากนี้นักเรียนยังนำวัสดุเหลือใช้ ได้แก่ แกนเทปใส มาสร้างสรรค์ผลงาน ประกอบกับนักเรียนได้นำความรู้หลักการเครื่องกลอย่างง่ายประเภทรอกมาปรับประยุกต์ให้โมเดลของเล่นสมจริงมากยิ่งขึ้น

ด้านการนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ผลงาน (ด้านสังคม) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับ 4 ร้อยละ 84.21 นักเรียนได้นำลักษณะของปลาช่อนซึ่งเป็นปลาท้องถิ่นของจังหวัดสิงห์บุรีมาสร้างเป็นโมเดลของเล่น โดยใช้หลักการของเครื่องกลอย่างง่ายประเภทลิ้ม ล้อ และเพลมาประยุกต์ให้ตัวปลาช่อนเคลื่อนที่ได้ นอกจากนี้ยังทำพื้นที่ว่างเพื่อให้บรรจุสิ่งของหรือปลุกต้นไม้ได้

ด้านกระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (ด้านเศรษฐกิจ) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับ 4 ร้อยละ 47.37 นักเรียนได้ระบุวัสดุพร้อมประมาณการราคาของวัสดุแต่ละชนิดที่นำมาใช้สร้างสรรค์โมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกได้อย่างชัดเจนพร้อมกับคำนวณต้นทุนของวัสดุอุปกรณ์ในแต่ละแบบร่างออกมาได้อย่างถูกต้อง และในด้านของการประเมินข้อดี ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงผลงาน โดยคำนึงถึงด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับ 4 ร้อยละ 18.42 นักเรียนสามารถระบุข้อดี ของโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกได้โดยสะท้อนให้เห็นถึงด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ดังข้อคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มที่ 2 ว่า “...ข้อดีของชิ้นงาน (เรือประมง) ของเพื่อนคือ สามารถตั้งโชว์ได้ ใช้วัสดุจากธรรมชาติที่หาได้ตามท้องถิ่น แล้วก็สื่อถึงอาชีพจับปลา ค่าใช้จ่ายในการสร้างไม่แพง ข้อจำกัด คือ กลไกบริเวณคานกับรอกดูไม่ค่อยแข็งแรงเท่าไร ข้อเสนอแนะคือ ปรับให้กลไกแข็งแรง แล้วก็แกะสลักหุ่นให้คล้ายกับคนมากกว่านี้ครับ...”

### อภิปรายผลการวิจัย

ประเด็นที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผลการวิจัย พบว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานที่ช่วยเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิด (Ideate) ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) และขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ (Test) โดยในขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแนวคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องระดมความคิดเห็นกันเพื่อสร้างแนวคิดที่มีความหลากหลาย ไม่ซ้ำกัน 3 แนวคิดโดยแต่ละแนวคิดจะต้องนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาประยุกต์ด้วย ประกอบกับต้องคำนึงถึงเงื่อนไขที่ครูผู้สอนกำหนดไว้ในแต่ละสถานการณ์ ในระหว่างนั้นนักเรียนจะได้พูดคุย สื่อสาร โต้ตอบกับสมาชิกภายในกลุ่ม ซึ่งพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างแนวคิดที่มีความหลากหลายซึ่งแต่ละแนวคิดมีความแตกต่างกันซึ่งจะส่งผลต่อขั้นการสร้างต้นแบบ ซึ่งนักเรียนจะต้องพูดคุยกับสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อเลือก 1 แนวคิดจาก 3 แนวคิดที่มีความแตกต่างกันมาสร้างเป็นโมเดลชิ้นงาน ในระหว่างที่นักเรียนมีการสร้างโมเดลชิ้นงาน นักเรียนจะทำงานกันเป็นกลุ่ม มีการเสนอความคิดเห็น แบ่งหน้าที่กัน เพื่อให้โมเดลชิ้นงานสำเร็จและตรงกับความต้องการของกลุ่มตนเองมากที่สุด หลังจากที่นักเรียนสร้างโมเดลชิ้นงานเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องนำโมเดลชิ้นงานมานำเสนอและทดสอบ เพื่อรับฟังข้อคิดเห็นจากเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ในประเด็นข้อดี ข้อจำกัด และ

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานที่สอดคล้องกับด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งหลังจากได้รับฟังข้อคิดเห็นในแต่ละประเด็นแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องนำข้อคิดเห็นที่ได้ไปพูดคุยกันเพื่อปรับปรุงโมเดลชิ้นงานของกลุ่มตนเองซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนด้วยประกอบกับสถานการณ์ปัญหาที่นำมาให้นักเรียนควรเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนได้รับผลกระทบโดยตรง และมีความซับซ้อนเพื่อให้บทเรียนมีความน่าสนใจและนักเรียนเกิดความท้าทายในการสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหา นั้น รวมถึงสถานการณ์ที่นำมาจะต้องสามารถเชื่อมโยงแนวคิดด้านสังคม เช่น สถานการณ์นั้นจะต้องนำวัฒนธรรมที่มีอยู่ในท้องถิ่นไปผสมผสานในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานได้ ด้านเศรษฐกิจ คือ นักเรียนสามารถระบุราคาหรือประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานในแต่ละแบบร่างได้ และด้านสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ นักเรียนจะต้องเลือกใช้วัสดุในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม หรือเลือกใช้วัสดุที่ลดการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติ ลดการเกิดของเสีย หรือเลือกใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียนมาใช้ในการสร้างชิ้นงาน มาประยุกต์เข้าไปในสถานการณ์นั้นได้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดที่ตอบสนองต่อความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน 6 องค์ประกอบ ซึ่งพบว่า การออกแบบและสร้างสรรค์โมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกโดยใช้วัสดุจากธรรมชาติจะเป็นการเพิ่มความสร้างสรรค์และความสามารถในการลงมือปฏิบัติจริงของนักเรียน (Vivian M.Y., 2019 : 1) เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 Zere Heroes ลดขยะ ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนจะต้องออกแบบและสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงานของเล่นหรือของที่ระลึก เนื่องในงานเทศกาลกินปลาประจำปีของจังหวัด ซึ่งเป็นงานเทศกาลที่จัดขึ้นในทุก ๆ ปี และเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนเคยได้เผชิญด้วยตนเอง ประกอบกับบริบทของสถานการณ์ค่อนข้างเอื้อต่อการเชื่อมโยงแนวคิดด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม โดยเงื่อนไขของโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกที่ครูกำหนดให้แก่นักเรียนค่อนข้างมีความชัดเจน

**ประเด็นที่ 2 ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2** นักเรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในทุกองค์ประกอบเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 กล่าวคือนักเรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในด้านการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา มากที่สุด รองลงมาคือการเลือกใช้วัสดุที่ลดการเกิดของเสีย การนำสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน กระบวนการประมาณการต้นทุนในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่มีประโยชน์ และการประเมินข้อดีข้อจำกัด ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชิ้นงาน ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 บริบทของสถานการณ์มีความเป็นท้องถิ่นของจังหวัด ประกอบกับภาระชิ้นงานที่ผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนออกแบบและ

สร้างเป็นโมเดลของเล่นหรือของที่ระลึกซึ่งมีความใกล้เคียงกับวัยของนักเรียน จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการสร้างสรรค์โมเดลชิ้นงาน (Sternberg, 1995 : online) ทำให้นักเรียนมีพัฒนาของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของนักเรียนเป็นรายบุคคลแล้วนั้น พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการสร้างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหามากที่สุดซึ่งอยู่ในระดับ 4 ร้อยละ 71.05 และด้านการนำเสนอสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานมีพัฒนาการน้อยที่สุดซึ่งอยู่ในระดับ 4 ร้อยละ 10.53 ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าเป็นผลมาจากการที่นักเรียนต้องทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นรายบุคคล ขาดการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิกในกลุ่มทำให้ชิ้นงานที่นักเรียนตั้งใจออกแบบเป็นความคิดและประสบการณ์ของนักเรียนเพียงคนเดียว ซึ่งแต่ละคนอาจพบเจอประสบการณ์ที่น้อย (สุวิทย์ มูลคำ, 2547 อ้างถึงใน ศุภิตา อาจทะนงค์, 2565 : 101) ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการของการนำเสนอสถานการณ์หรือวัฒนธรรมท้องถิ่นมาประยุกต์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานอยู่ในระดับ 4 น้อยกว่าองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในด้านอื่น

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 สถานการณ์ที่นำมาใช้ควรมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนได้รับผลกระทบโดยตรง ประกอบกับต้องเป็นสถานการณ์ที่เอื้อต่อการนำวัฒนธรรมท้องถิ่นหรือการใช้วัสดุจากธรรมชาติมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

1.2 ในขั้นสร้างแนวคิด ครูควรตรวจแบบร่างที่นักเรียนได้เลือกก่อนนำไปสร้างโมเดลชิ้นงานจริง

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในครั้งต่อไป อาจปรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้เหลือเพียง 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจและนิยามปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแนวคิด ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างต้นแบบ และขั้นที่ 4 ขั้นทดสอบและประเมินผล

## เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- พรภัทร จตุพร. (2563). เครื่องมือการคิดออกแบบเพื่อส่งเสริมครุภัณฑ์คิดออกแบบ: การวิจัยการคิดออกแบบ. วิทยานิพนธ์. คณะครุศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2567). การเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ (Creative Learning). (4). กรุงเทพมหานคร: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์
- ศุธิดา อาจทะนงค์. (2565). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (TCDC). (2560). DESIGN THINKING: LEARNING BY DOING การคิดเชิงออกแบบเรียนรู้ด้วยการลงมือทำ. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2565. แหล่งที่มา: <https://resource.tcdc.or.th/ebook/Design.Thinking.Learning.by.Doing.pdf>.
- สายสุณีย์ กลิ่นสุคนธ์. (2545). ผลของการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ. สารนิพนธ์. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานয়กรฐมนตรี. (2565). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566—2570). ราชกิจจานุเบกษา.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2562). การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- Amabile, T.M. (2012). Componential theory of Creativity. *Working paper Harvard business School*. 12 (96), 4.
- Brem, A., & Diaz, R. P. (2020). Creativity, Innovation, Sustainability: A Conceptual Model for Future Research Efforts. *Journal of Sustainability*. 12 (3139), 1.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. w., & Mamlok – Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*. 41 (10), 1.
- Francisco, Z. P., & Jesus, S. M. (2019). Teaching for a Better World. Sustainability and Sustainable Development Goals in the Construction of a Change-Maker University. *Journal of Sustainability*. 11 (15), 1-15.
- Hans, D., (2019). The Relationship between Sustainability and Creativity. *Journal of Sustainable development*. 4 (1), 68.

- Kristen. (2019). Do You Have the 21<sup>st</sup> Century Skills Today Employers Are Seeking?. *Online*. Retrieved July 3, 2023. from: <https://www.rasmussen.edu/student-experience/college-life/21st-century-skills/>.
- Rabab, S. & Alexander B. (2023). Creativity for sustainability: An integrative literature review. *Journal of Cleaner Production*. 388 (135848), 1-11.
- Sternberg, L. (1995). Defying The Crowd: Cultivating Creativity In A Culture Of Conformity. *Online*. Retrieved March 15, 2024. from : <https://psycnet.apa.org/record/1995-97404-000>.
- Teaching & Learning Lab. (2015). Design thinking in Education. *Online*. Retrieved June 25, 2023. from : <https://tll.gse.harvard.edu/sites/projects.iq.harvard.edu/files/hgsetll/files/designthinkingeducation.pdf>.
- Tsoukas, H. (2009). A Dialogical Approach to the Creation of New Knowledge in Organizations. *Organization Science*. 20 (6), 941 – 951.
- Vivian M.Y.Cheng. (2019). Developing individual creativity for environmental sustainability: Using an everyday theme in higher education. *Journal of Thinking Skills and Creativity*. 33 (100567), 1.
- Watson, M. K., Barrella, E., Wall, T., Noyes, C., & Rodgers M. (2017). A Rubric to Analyze Student Abilities to Engage in Sustainable Design. *Journal of Advance in Engineering Education*. 6 (1), 1-25.