

Research Article

The Development of Creative Problem-Solving Skills of Grade 8 Students through Problem-Based Learning on Renewable Energy

Watcharakorn Sungsi*

M.Ed. (Science Education), Master's student
Faculty of Education, Naresuan University.

Suriya Chapoo

Ph.D. (Science Education), Lecturer
Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University.

Sirinuch Jindaruk

Ph.D. (Energy Technology), Assistant Professor
Department of Physics, Faculty of Science, Naresuan University.

*Corresponding author: watcharakorns63@nu.ac.th

Received: November 4, 2025/ **Revised:** March 24, 2026/ **Accepted:** April 7, 2026

Abstract

This action research aimed to examine a problem-based learning (PBL) approach and to develop the creative problem-solving skills of Grade 8 students in the topic of renewable energy. The target group consisted of 21 Grade 8 students selected through purposive sampling. The research instruments included lesson plans, a semi-structured classroom observation form, activity worksheets, and students' work artifacts. Qualitative data were analyzed using content analysis, and data credibility was ensured through methodological triangulation. The findings revealed that the problem-based learning approach designed to enhance creative problem-solving skills consisted of seven stages: problem identification, problem clarification, data collection, generating problem-solving approaches, implementing solutions, evaluation and decision-making, and presentation and reflection. The results also indicated that the problems used in learning activities should be relevant and closely related to students' real-life contexts in order to effectively promote creative problem-solving. Furthermore, students demonstrated improvement in creative problem-solving skills across components. The most developed component was the generation of diverse and creative ideas for problem-solving, followed by the evaluation and refinement of proposed solutions.

Keywords: Problem based learning, Creative problem solving, Renewable energy

บทความวิจัย

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พลังงานทดแทน เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วัชรกรณ์ สังขศรี*

หลักสูตรวิทยาศาสตรศึกษา, นิติระดับปริญญาโท
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

สุริยา ชาปู้

ปร.ด.วิทยาศาสตรศึกษา, อาจารย์ประจำ
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ศิรินุช จินดารักษ์

วท.ด. เทคโนโลยีพลังงาน, ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

*ผู้ประสานงาน: watcharakorns63@nu.ac.th

วันรับบทความ: 4 พฤศจิกายน 2568/ วันแก้ไขบทความ: 24 มีนาคม 2569/ วันตอบรับบทความ: 7 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน และเพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง พลังงานทดแทน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 21 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง ใบกิจกรรม และชิ้นงาน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Method Triangulation) ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มี 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนกำหนดปัญหา ขั้นตอนทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูล กำหนดแนวทางการคิดแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา ขั้นประเมินและตัดสินใจ และขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน ตามลำดับ ทั้งนี้ ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรเป็นปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียน และมีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรง จะส่งผลให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ และ นักเรียนสามารถพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ โดยพิจารณาแต่ละองค์ประกอบ พบว่า การสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาในการแก้ปัญหา และการสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มากที่สุด รองลงมาคือการประเมินและปรับปรุงแนวคิดในการแก้ปัญหาในการแก้ปัญหา ตามลำดับ

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พลังงานทดแทน

บทนำ

โลกในศตวรรษที่ 21 เผชิญกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและสภาพแวดล้อม ส่งผลให้สังคมต้องการพลเมืองที่มีความสามารถในการคิด วิเคราะห์ และปรับตัวต่อปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น การจัดการศึกษาจึงไม่อาจมุ่งเน้นเพียงการถ่ายทอดความรู้เชิงเนื้อหา แต่ต้องพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต โดยเฉพาะทักษะการคิดขั้นสูง อันประกอบด้วย การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา (Panich, 2012) อย่างไรก็ตาม ท่ามกลางทักษะที่หลากหลายในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยเห็นว่า “การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์” เป็นทักษะที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นทักษะที่บูรณาการกระบวนการคิดหลายมิติ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเผชิญสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้อย่างเป็นรูปธรรม

การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) เป็นกระบวนการคิดที่ผสมผสานการคิดเอกนัย (Convergent Thinking) และการคิดไดเกนัย (Divergent Thinking) เข้าด้วยกันอย่างเหมาะสม เพื่อสร้างแนวทางแก้ไขปัญหาที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพ (Wongkatathum, 2015) กระบวนการดังกล่าวครอบคลุมการทำความเข้าใจปัญหา การสร้างแนวคิด การคัดเลือกและประเมินแนวทางแก้ไข (Baumgartner, 2020) ซึ่งแตกต่างจากการแก้ปัญหาในลักษณะทั่วไปที่มุ่งเพียงการทำให้สถานการณ์กลับสู่สภาวะปกติ ทั้งนี้ การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะชีวิตที่ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันทางปัญญาให้กับผู้เรียน (Torrance, 1966) และสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566–2570) ที่มุ่งเน้นการพัฒนานวัตกรรมและศักยภาพกำลังคนเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง (Office of the National Economic and Social Development Council Thailand, 2022)

ในบริบทของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้กำหนดให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควบคู่กับทักษะการคิดขั้นสูง โดยเน้นการสืบเสาะหาความรู้ การใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ และการแก้ปัญหาย่างเป็นระบบ (Ministry of Education, 2017) เนื้อหา “พลังงานทดแทน” เป็นประเด็นสำคัญที่เชื่อมโยงทั้งมิติทางวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาอย่างยั่งยืน เนื่องจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นทรัพยากรที่มีจำกัด ขณะที่หลายประเทศ เช่น เดนมาร์ก ได้กำหนดเป้าหมายใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างเต็มรูปแบบ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2020) สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศไทยตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (Office of the National Economic and Social Development Council Thailand, 2022) ดังนั้น ประเด็นพลังงานทดแทนจึงเป็นบริบทที่เหมาะสมในการออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์จริง

อย่างไรก็ตาม จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ไม่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ ตั้งสมมติฐาน หรือประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม เมื่อศึกษาบริบทการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน พบว่าครูผู้สอนส่วนใหญ่ใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย (Lecture-Based Instruction) หรือการเรียนรู้เชิงรับ (Passive Learning) เป็นหลัก โดยเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาเพื่อการสอบมากกว่าการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติ ส่งผลให้นักเรียนมีบทบาทเป็นเพียงผู้รับความรู้ ขาดการมีส่วนร่วมทางปัญญา และไม่ได้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนช่องว่างระหว่างเป้าหมายของหลักสูตรกับการปฏิบัติจริงในชั้นเรียนอย่างชัดเจน

จากปัญหาดังกล่าว การปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้จึงเป็นประเด็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) เป็นแนวทางที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงเป็นจุดเริ่มต้น กระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ ค้นคว้า และร่วมกันเสนอแนวทางแก้ไขอย่าง

หลากหลาย โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Khammani, 2013) ลักษณะดังกล่าวเอื้อต่อการพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เนื่องจากผู้เรียนต้องใช้ทั้งการคิดอเนกนัยเพื่อสร้างแนวคิด และการคิดเอกรนัยเพื่อคัดเลือกแนวทางที่เหมาะสม

ทั้งนี้ เพื่อให้การพัฒนาการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับบริบทจริงของโรงเรียน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งเป็นระเบียบวิธีวิจัยที่มุ่งพัฒนาการปฏิบัติในสถานการณ์จริงอย่างเป็นระบบ ผ่านวงจรการวางแผน ปฏิบัติ สังเกต และสะท้อนผล (Kemmis & McTaggart, 1988; Lewin, 1946) เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พลังงานทดแทน เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อันเป็นการตอบสนองต่อปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียน และสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรและทิศทางการพัฒนาประเทศในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์การวิจัย

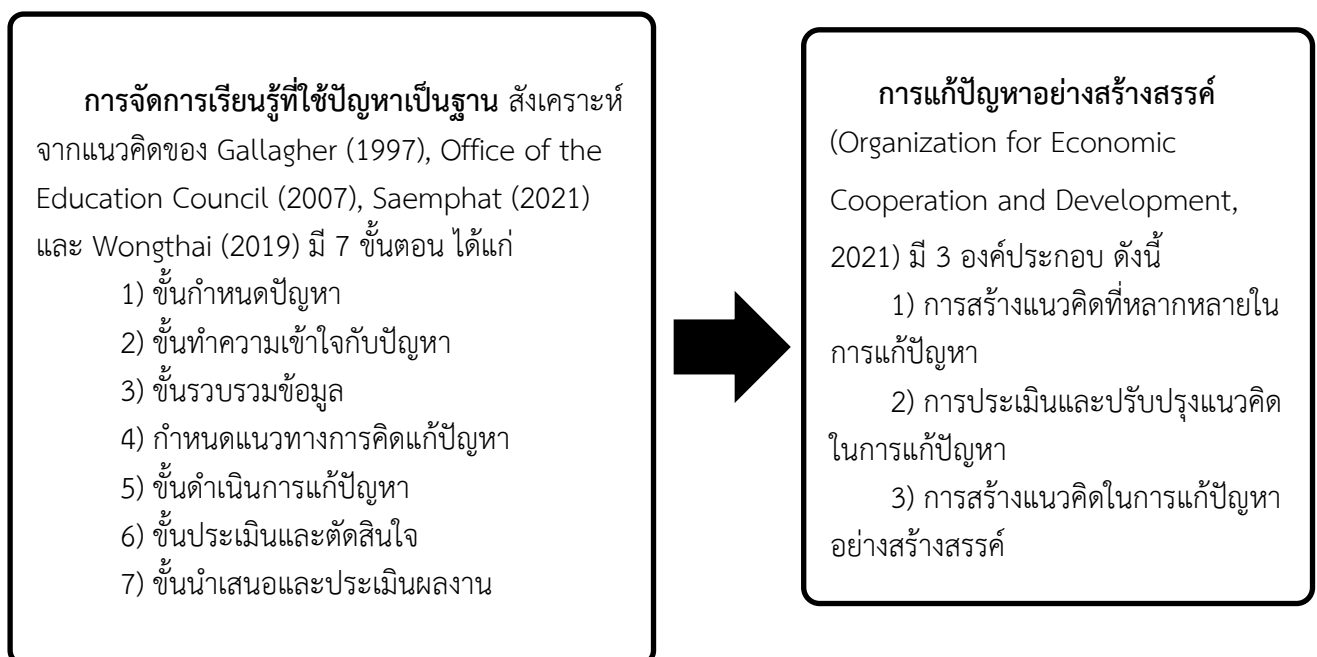
1. เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พลังงานทดแทน เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พลังงานทดแทน ที่พัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พลังงานทดแทน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีกรอบแนวคิดการวิจัย ดังต่อไปนี้

ภาพประกอบ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



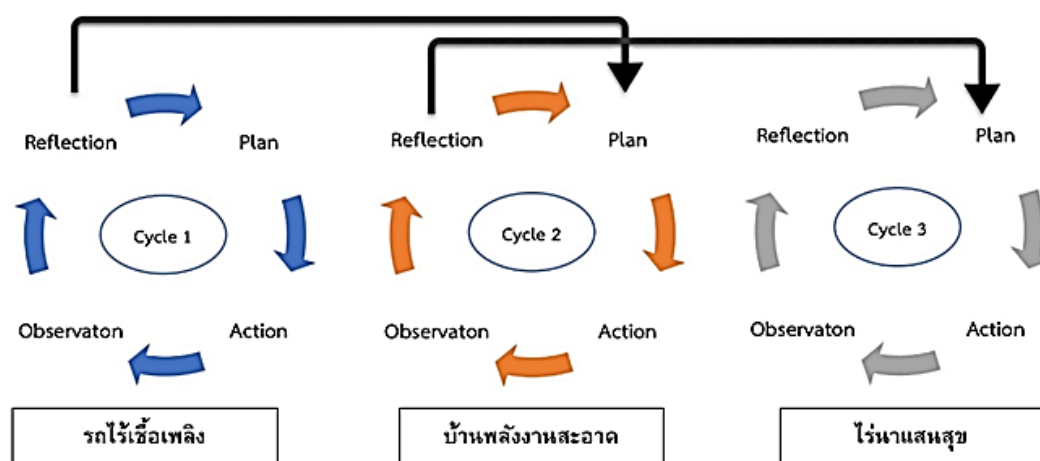
วิธีดำเนินการวิจัย

จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. แบบแผนการวิจัย ได้แก่ การวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis, et al. (2014) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ วางแผน (Plan) ปฏิบัติ (Act) สังเกต (Observe) และสะท้อนผล (Reflect) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิจัย 3 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรปฏิบัติการใช้เวลา 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ดังภาพประกอบ 2

ภาพประกอบ 2

การเก็บข้อมูลแต่ละวงจรปฏิบัติการ



2. กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 21 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จากนั้นนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และครูผู้สอนประจำการ ตรวจสอบความเหมาะสม ความสอดคล้องของเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง ประกอบด้วย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พลังงานทดแทน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ดังนี้

3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รถไร้เชื้อเพลิง จำนวน 4 ชั่วโมง (วงจรปฏิบัติการที่ 1)

3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บ้านพลังงานสะอาด จำนวน 4 ชั่วโมง (วงจรปฏิบัติการที่ 2)

3.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ไร่นาสวนสุข จำนวน 4 ชั่วโมง (วงจรปฏิบัติการที่ 3)

ทั้งนี้แผนการจัดการเรียนรู้นี้ได้พัฒนาและปรับปรุงจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์และครูประจำการ โดยได้ปรับปรุงแบบกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ให้มีความน่าสนใจและท้าทายมากยิ่งขึ้น

3.2 แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง นำมาใช้ในการจดบันทึกตลอดการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหในการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้วิจัยและครูประจำการเป็นผู้บันทึก เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

3.3 ใบกิจกรรม นักเรียนใช้จัดบันทึกและเขียนคำตอบเพื่อแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3.4 ชิ้นงานนักเรียน คือภาระงานของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ได้แก่ โมเดลรถไฟเหาะเพลิง โมเดลบ้านพลังงานสะอาด โมเดลไร่นาแสนสุข

3.5 แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล หลังจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ โดยมีการกำหนดปัญหาเป็นสถานการณ์ จากนั้นให้นักเรียนคิดและเขียนคำตอบในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3.6 บันทึกวีดิทัศน์จากโทรศัพท์มือถือตลอดการจัดการเรียนรู้ เป็นข้อมูลสำรองในการวิเคราะห์ข้อมูล ในกรณีที่ผู้วิจัยไม่สามารถเก็บข้อมูลรวบรวมข้อมูลในระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้ทั้งหมด

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 3 สัปดาห์รวม 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงการเปลี่ยนแปลงและสร้างข้อตกลงร่วมกัน จากนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการจัดการเรียนรู้ 3 วงจรปฏิบัติการ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยและครูประจำการใช้แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างในการจดบันทึกสภาพปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาของการจัดการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนได้รับใบกิจกรรมเพื่อใช้ในการบันทึกและเขียนตอบคำถาม โดยหลังจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการนักเรียนมีโอกาสนำไปปรับปรุง และส่งใบกิจกรรมพร้อมกับชิ้นงาน จากนั้นผู้วิจัยจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และเมื่อจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว นักเรียนจะทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นรายบุคคล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ใบกิจกรรมของนักเรียน แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และชิ้นงานนักเรียนโดยอ่านสิ่งที่ผู้วิจัยและครูประจำการบันทึกลงในแบบสังเกตแบบกึ่งโครงสร้าง จากนั้นลดและแยกข้อมูล หาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ สรุปภาพรวมเพื่อปรับปรุงแนวทางการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป และใช้การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าด้านข้อมูล (Methodological Triangulation) โดยเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้างของครูประจำการ เพื่อยืนยันความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล

5.2 ในการศึกษาผลการพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยอ่านสิ่งที่นักเรียนบันทึกลงในใบกิจกรรม จากนั้นรวบรวมข้อมูล เปรียบเทียบคำตอบของนักเรียนจากใบกิจกรรมกับนิยามขององค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และสรุปพัฒนาการความถี่ของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในแต่ละองค์ประกอบของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการดังตาราง 1 ใช้การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าด้านข้อมูล (Methodological Triangulation) โดยเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ชิ้นงานนักเรียนที่ได้จากการเปรียบเทียบกับชิ้นงานกลุ่มอื่น เพื่อยืนยันความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 1

เกณฑ์การวิเคราะห์องค์ประกอบของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน

หมวดหมู่	ระดับ	รหัส	คำนิยาม/ระดับ	ตัวอย่างพฤติกรรม
การสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CN)	1	CN1	ไม่มีการแนะนำวิธีการในการแก้ปัญหา	CN1 : ไม่เขียนหรือวาดภาพแสดงคำตอบ
	2	CN2	แนะนำวิธีการที่มีการผสมผสานระหว่างวิธีเก่าและวิธีที่แปลกใหม่ในการแก้ปัญหา	CN2 : รถที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และเสริมการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์
	3	CN3	แนะนำวิธีการที่แปลกใหม่ในการแก้ปัญหา	CN3 : รถที่ใช้พลังงานกล จากการเคลื่อนที่ของล้อรถสะสมเป็นพลังงานในการขับเคลื่อนล้อรถ

ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง พลังงานทดแทน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผ่านกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการจำนวน 3 วงจร โดยในแต่ละวงจรมีการสะท้อนผลการจัดกิจกรรม และนำผลสะท้อนดังกล่าวมาปรับปรุงพัฒนาในวงจรถัดไปอย่างเป็นระบบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากบันทึกการสังเกต ใบงานของนักเรียน ชิ้นงานโมเดล และการสนทนากลุ่มในชั้นเรียน ซึ่งผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลจากหลายแหล่ง (triangulation) พบพัฒนาการของผู้เรียนและกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องดังนี้

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหากับบริบทชีวิตของตนเองได้อย่างชัดเจน การแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจทำให้เกิดความล่าช้า และมีความเหลื่อมล้ำของจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่ม อีกทั้งการสืบค้นข้อมูลประสบข้อจำกัดด้านอุปกรณ์ ส่งผลให้กระบวนการเรียนรู้ในขั้นรวบรวมข้อมูลดำเนินไปอย่างไม่ราบรื่น นอกจากนี้ นักเรียนยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเชิงนวัตกรรม ทำให้แนวทางการแก้ปัญหาที่เสนอ มีลักษณะทั่วไปและยังไม่แสดงความแปลกใหม่อย่างเด่นชัด จากผลการสะท้อนดังกล่าว ผู้วิจัยได้ปรับปรุงการจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยเลือกสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียนมากขึ้น คือ การออกแบบบ้านจากพลังงานทดแทน จัดเตรียมเอกสารประกอบการสืบค้นเพิ่มเติม และประสานขออนุญาตให้นักเรียนสามารถนำสมาร์ตโฟนมาใช้ในการสืบค้นข้อมูล ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจปัญหาเพิ่มขึ้น มีการโต้ตอบและซักถามมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังพบว่านักเรียนบางส่วนไม่สามารถประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลได้อย่างเหมาะสม และแนวคิดเชิงนวัตกรรมที่เสนอส่วนใหญ่ยังเป็นแนวคิดที่มีการใช้แพร่หลายทั่วไป

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ลดบทบาทการชี้นำโดยตรง เปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าและตัดสินใจร่วมกันมากขึ้น พร้อมทั้งเลือกสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทชุมชนเกษตรกรรมของนักเรียน คือ การออกแบบไร่นาแสนสุข ที่ใช้พลังงานทดแทน ผลการจัดกิจกรรมพบว่านักเรียนสามารถอธิบายปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง เชื่อมโยงกับบริบทชุมชนของตนเองได้ชัดเจน และสามารถคัดเลือกข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น เห็นได้จากการอ้างอิงแหล่งข้อมูลในใบงานและการให้เหตุผลประกอบการเลือกข้อมูล นอกจากนี้ ชิ้นงานโมเดลมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และสามารถอธิบายหลักการทำงานได้เป็นระบบมากขึ้น แม้ระดับความแปลกใหม่ของแนวคิดยังคงเป็นการผสมผสานระหว่างแนวคิดเดิมกับแนวคิดใหม่ก็ตาม

เมื่อพิจารณาผลการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน พบประเด็นสำคัญดังนี้ ขั้นกำหนดปัญหา การเลือกสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทชีวิตจริงของผู้เรียนส่งผลโดยตรงต่อระดับความเข้าใจและการมีส่วนร่วม โดยในวงจรที่ 1 นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายความเชื่อมโยงของปัญหาราคาน้ำมันกับ

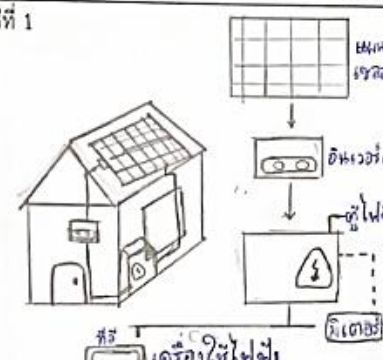
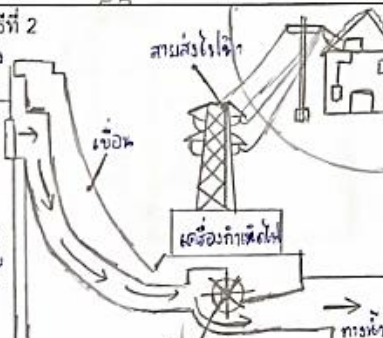
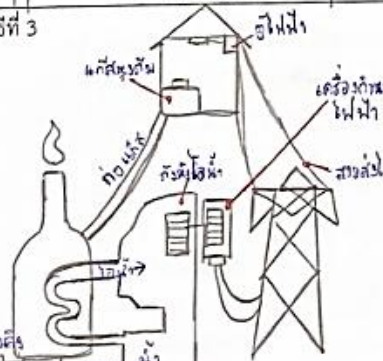
ชีวิตประจำวันได้ชัดเจน แต่เมื่อปรับสถานการณ์ให้ใกล้เคียงมากขึ้นในวงจรที่ 2 และ 3 นักเรียนสามารถอธิบายและยกตัวอย่างผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับตนเองและชุมชนได้อย่างชัดเจน ในขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา การให้ผู้เรียนเขียนความเข้าใจของตนเองก่อนการอธิบายกลุ่มในวงจรที่ 2 และ 3 ช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายสาระสำคัญของปัญหาได้ตรงประเด็นมากขึ้น สะท้อนจากเนื้อหาในใบงานที่มีความครบถ้วนและสอดคล้องกับโจทย์มากกว่าวงจรแรก ขึ้นรวบรวมข้อมูล การสนับสนุนทรัพยากรและการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล มีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาทักษะการสืบค้นเชิงวิพากษ์ โดยในวงจรที่ 3 นักเรียนสามารถเลือกใช้ข้อมูลจากแหล่งที่หลากหลายและให้เหตุผลประกอบการเลือกข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น

ขั้นกำหนดแนวทางการคิดแก้ปัญหา แม้นักเรียนในระยะแรกยังไม่เข้าใจลักษณะของนวัตกรรมอย่างแท้จริง แต่เมื่อได้รับการฝึกคิดหลายแนวทางก่อนตัดสินใจเลือกแนวทางหลัก นักเรียนมีความยืดหยุ่นทางความคิดเพิ่มขึ้น และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดกับบริบทจริงได้มากขึ้น ดังภาพประกอบ 3

ภาพประกอบ 3

การสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาของนักเรียน

4. ให้นักเรียนเสนอแนวทางวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่มีความหลากหลาย แปลกใหม่และสามารถนำไปใช้ได้จริง

วิธีที่ 1 	ใช้แผงโซลาร์เซลล์เป็นแหล่งพลังงานที่สะอาด... ขจัดปัญหาที่เกี่ยวกับพลังงานที่ไม่สามารถใช้งานได้... ใช้พลังงานที่สะอาด ไม่สร้างมลพิษ... เพื่อลดต้นทุนค่าใช้สอย
วิธีที่ 2 	เป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติที่มีไม่หมดสิ้น... ใช้พลังงานสะอาด... สามารถผลิตไฟฟ้าได้ตลอดเวลา... ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ
วิธีที่ 3 	ใช้พลังงานลมเป็นพลังงานสะอาด... ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ... สามารถผลิตไฟฟ้าได้ตลอดเวลา... ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ

ขั้นตอนการแก้ปัญหา การปรับปรุงอุปกรณ์และการกำหนดให้มีการเขียนอธิบายแนวคิดควบคู่กับการสร้างชิ้นงาน ส่งผลให้โมเดลในวงจรที่ 3 มีความชัดเจนและสามารถสื่อสารแนวคิดได้ดีกว่าวงจรก่อนหน้านี้ และในขั้นประเมินและตัดสินใจ พบพัฒนาการด้านการอธิบายและการให้เหตุผลอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในวงจรที่ 3 นักเรียนมีการถกเถียงและเสนอแนวทางปรับปรุงผลงานของกลุ่มตนเองอย่างมีเหตุผลมากขึ้น ในขั้นสุดท้าย ชื่อนำเสนอและประเมินผลงาน แม้นักเรียนบางส่วนยังไม่กล้าเสนอแนะกลุ่มอื่นอย่างเต็มที่ แต่พบแนวโน้มของการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเพิ่มขึ้นตามลำดับของวงจรปฏิบัติการ กล่าวโดยสรุป แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องผ่านกระบวนการสะท้อนและปรับปรุงในแต่ละวงจร ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาเชิงบริบท สืบค้นข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณ เสนอแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย และมีพฤติกรรมการอธิบายและประเมินผลงานร่วมกันเพิ่มขึ้นอย่างเป็นลำดับ ข้อค้นพบดังกล่าวได้รับการยืนยันจากหลักฐานเชิงประจักษ์หลายแหล่งข้อมูลที่มีความสอดคล้องกัน อันสะท้อนถึงความน่าเชื่อถือของผลการวิจัยตามหลักการตรวจสอบแบบสามเส้าอย่างชัดเจน

ภาพประกอบ 4

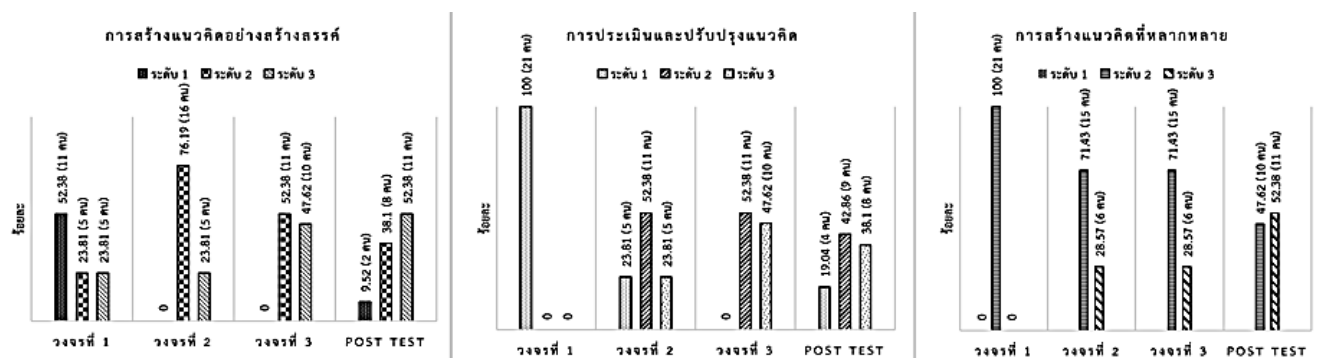
การนำเสนอและประเมินผลงานของนักเรียน



2. ผลการพัฒนากแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มี 3 องค์ประกอบดังนี้

ภาพประกอบ 5

ระดับการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์



1. การสร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังคงเสนอแนวคิดการแก้ปัญหาที่มีลักษณะเป็นการประยุกต์แนวคิดเดิมที่คุ้นเคย โดยเป็นการผสมผสานระหว่างแนวคิดเดิมกับแนวคิดใหม่ในระดับพื้นฐาน แนวคิดส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในกรอบของความรู้ที่เคยเรียนมาก่อน และยังไม่แสดงความหลากหลายในเชิงมุมมองหรือวิธีการแก้ปัญหาย่างเด่นชัด สะท้อนจากใบงานที่มีจำนวนแนวทางจำกัด และมีลักษณะคล้ายคลึงกันระหว่างกลุ่ม ภายหลังจากสะท้อนผลและปรับปรุงกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคล่องแคล่วและความยืดหยุ่นทางความคิดมากขึ้น โดยสามารถออกแบบบ้านพลังงานทดแทนที่ผสมผสานแนวคิดหลายรูปแบบเข้าด้วยกัน เช่น การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับการจัดการขยะอินทรีย์เพื่อผลิตพลังงานชีวมวล ทำให้จำนวนและความแตกต่างของแนวคิดเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด หลักฐานจากใบงานและการอภิปรายกลุ่มแสดงให้เห็นว่านักเรียนเริ่มขยายขอบเขตการคิดออกจากกรอบเดิม และเชื่อมโยงองค์ความรู้หลายด้านเข้าด้วยกัน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนสามารถเสนอแนวคิดได้ครบตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ อย่างน้อย 3 แนวทางต่อกลุ่ม แม้แนวคิดบางส่วนยังคงอ้างอิงแนวทางที่พบได้ทั่วไป แต่มีการประยุกต์ให้สอดคล้องกับบริบทชุมชนของตนเองมากขึ้น เช่น การนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจร ผลการทดสอบรายบุคคลพบว่า นักเรียนสามารถเสนอแนวทางลดการใช้ไฟฟ้าได้หลากหลายวิธี โดยอ้างอิงทรัพยากรพลังงานทดแทนที่มีอยู่จริงในบริเวณใกล้เคียง เช่น แหล่งน้ำในพื้นที่น้ำตกคลองลาน ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการถ่ายโอนความรู้สู่สถานการณ์ใหม่ และแสดงพัฒนาการด้านการคิดอย่างหลากหลายได้อย่างชัดเจน

2. การประเมินและปรับปรุงแนวคิดในการแก้ปัญหา

การประเมินและปรับปรุงแนวคิด พบพัฒนาการอย่างเป็นลำดับ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังไม่สามารถเสนอข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงผลงานของกลุ่มอื่นได้ ทั้งนี้เนื่องจากยังไม่คุ้นเคยกับกระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน และขาดพื้นฐานความเข้าใจในกลไกของปัญหาที่กำหนด เช่น กลไกการทำงานของเครื่องยนต์ ส่งผลให้การให้ข้อเสนอแนะยังไม่เกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนเริ่มมีความสามารถในการประเมินแนวคิดของเพื่อนมากขึ้น โดยสามารถชี้จุดเด่นและจุดที่ควรปรับปรุงได้ แม้บางส่วนยังไม่ตรงประเด็นทั้งหมด แต่สะท้อนถึงการเริ่มพัฒนาเกณฑ์ภายในสำหรับการตัดสินคุณภาพของแนวคิด การอภิปรายภายในชั้นเรียนมีความเข้มข้นมากขึ้น และมีการนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงผลงานจริง ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีพัฒนาการชัดเจนด้านการให้เหตุผลและการปรับปรุงแนวคิด โดยสามารถอภิปรายเชิงวิพากษ์ภายในกลุ่ม และเสนอแนวทางพัฒนาผลงานของตนเองและผู้อื่นได้อย่างเป็นระบบ แม้ยังต้องอาศัยการกระตุ้นจากผู้วิจัยเพื่อส่งเสริมความกล้าแสดงออก แต่คุณภาพของข้อเสนอแนะมีความลึกซึ้งมากขึ้น ภายหลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินรายบุคคลพบว่า นักเรียนสามารถเสนอแนวทางปรับปรุงโรงงานไฟฟ้าชีวมวลได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล สะท้อนถึงการพัฒนาทักษะการประเมินและการคิดเชิงปรับปรุงอย่างสร้างสรรค์

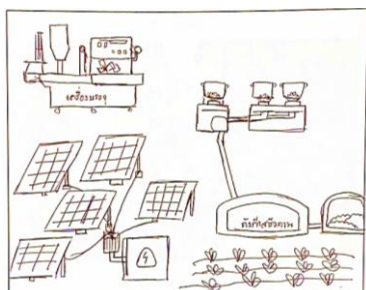
3. การสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

ในการสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนเริ่มแสดงพฤติกรรมความคิดเชิงสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นตามลำดับของวงจรปฏิบัติการ ในระยะแรก นักเรียนมีความพยายามสร้างแนวคิดใหม่ เช่น การออกแบบรถที่ใช้ชีวมวลเป็นแหล่งให้ความร้อนแทนเชื้อเพลิงไฮโดรเจน แม้ยังไม่สมบูรณ์ในเชิงกลไก แต่สะท้อนถึงความพยายามคิดนอกกรอบจากแนวทางทั่วไป ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนเข้าใจบริบทของปัญหามันพลังงานสะอาดมากขึ้น และสามารถออกแบบแนวทางที่ผสมผสานพลังงานทดแทนมากกว่าหนึ่งประเภทเข้าด้วยกัน แสดงถึงการบูรณาการองค์ความรู้หลายด้าน อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดด้านวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างโมเดลยังส่งผลต่อความชัดเจนในการสื่อสารแนวคิด เมื่อมีการปรับเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนสามารถออกแบบโมเดลไร่นาสวนผสมที่มีรายละเอียดชัดเจนมากขึ้น มีการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ ลม น้ำ และชีวมวลร่วมกันอย่างเป็นระบบ สะท้อนถึงความสามารถในการบูรณาการแนวคิดและสร้างภาพแทนของแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจร ผลการทดสอบรายบุคคลพบว่า นักเรียนสามารถออกแบบกระบวนการผลิตเนก้าวยโดยประยุกต์ใช้พลังงานทดแทน เช่น การใช้พลังงานแสงอาทิตย์แทนการอบ และการใช้พลังงานชีวมวลในการให้ความ

รื้อระดับตัวอย่างเหมาะสม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้สู่บริบทใหม่อย่างสร้างสรรค์ ดังภาพประกอบ 6

ภาพประกอบ 6

การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียน



ขั้นตอนที่ 1. ค้นหาสิ่งที่เกี่ยวข้องในโจทย์ หาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ที่ในโจทย์ให้ แสงได้เฉยๆ ก็ใช้ แสงไฟฟ้ก็ได้
ใช้หลอดไฟที่ไม่ใช่หลอดธรรมดา แต่ใช้หลอด LED

ขั้นตอนที่ 2. ตั้งคำถามต่อโจทย์ 2. ข้อสงสัย
ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ หรือใช้พลังงานไฟฟ้าก็ได้
ใช้หลอดไฟที่ไม่ใช่หลอดธรรมดา แต่ใช้หลอด LED

อภิปรายผล

จากผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยเห็นว่า การจัดการกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนมีความสำคัญต่อการส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนอย่างยิ่ง โดยสามารถอภิปรายได้ดังนี้

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยกำหนดปัญหาเกี่ยวกับราคาน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งแม้เป็นสถานการณ์จริง แต่จากบันทึกการสังเกตพบว่านักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตตนเองได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้การตั้งคำถามและการสร้างแนวคิดยังมีข้อจำกัด จากการสะท้อนผล ผู้วิจัยจึงปรับสถานการณ์ในวงจรที่ 2 และ 3 ให้สอดคล้องกับบริบทชีวิตของนักเรียนมากขึ้น ได้แก่ การออกแบบบ้านพลังงานสะอาด และการออกแบบไร่นาแสนสุขในชุมชนเกษตรกรรม ผลจากใบงานและการอภิปรายพบว่านักเรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น สามารถอธิบายปัญหาเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของตนเอง และเสนอแนวคิดได้หลากหลายกว่าเดิม ข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky (1978) ที่เสนอว่าการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเมื่อความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และสอดคล้องกับงานของ Hmelo-Silver (2004) ที่ระบุว่าปัญหาใน PBL ควรมีความหมายต่อผู้เรียนเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นเชิงประจักษ์ว่า “ความสอดคล้องเชิงบริบท” เป็นเงื่อนไขสำคัญของการกระตุ้นการคิดสร้างสรรค์

ในวงจรแรก ผู้วิจัยสังเกตว่านักเรียนจำนวนหนึ่งยังไม่เข้าใจโจทย์อย่างถ่องแท้ ส่งผลให้แนวคิดที่เสนอไม่ตรงประเด็น ผู้วิจัยจึงปรับกลยุทธ์โดยให้ผู้เรียนเขียนความเข้าใจของตนเองก่อนอภิปรายกลุ่มในวงจรถัดมา ผลการวิเคราะห์ใบงานพบว่า เนื้อหามีความครบถ้วนและตรงประเด็นมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าการจัดให้มี “พื้นที่สร้างความหมายส่วนบุคคลก่อนการแลกเปลี่ยนทางสังคม” ช่วยวางรากฐานของการคิดเชิงสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Savery & Duffy (1995) ที่เน้นว่าการสร้างความเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้งเป็นหัวใจของการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน และสนับสนุนแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ผ่านกระบวนการทางสังคมตามกรอบทฤษฎีสังคมวัฒนธรรม ในวงจรที่ 1 ข้อจำกัดด้านอุปกรณ์ส่งผลให้การสืบค้นข้อมูลล่าช้า และแนวคิดที่เสนอมีลักษณะจำกัด เมื่อผู้วิจัยปรับโดยจัดเตรียมเอกสารเพิ่มเติมและอนุญาตให้ใช้สมาร์ทโฟนในวงจรถัดมาพบว่านักเรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลที่หลากหลาย และเสนอแนวคิดที่มีความแตกต่างมากขึ้น หลักฐานจากใบงานและการอภิปรายแสดงให้เห็นว่าจำนวนแนวทางการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น และมีการอ้างอิงแหล่งข้อมูลประกอบการให้เหตุผล ผลดังกล่าวสะท้อนว่า “การเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย” เป็นปัจจัยส่งเสริมความคล่องแคล่วและความยืดหยุ่นทางความคิด ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดสร้างสรรค์

จากการสังเกตพฤติกรรมกลุ่มในวงจรที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยพบว่าการระดมความคิดเห็นและการอภิปรายเชิงสร้างสรรค์ภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดที่ซับซ้อนและหลากหลายมากขึ้น โดยเฉพาะการ

ผสมผสานพลังงานทดแทนหลายรูปแบบเข้าด้วยกัน ผลดังกล่าวสอดคล้องกับ Tsoukas (2009) และ Montuori (2003) ที่เสนอว่าความคิดสร้างสรรค์เกิดจากปฏิสัมพันธ์และการต่อยอดความคิดระหว่างบุคคล มากกว่าการคิดอย่างโดดเดี่ยว นอกจากนี้ยังสะท้อนแนวคิดของ Kolb (1984) ที่มองว่าการเรียนรู้จากประสบการณ์และการสะท้อนคิดอย่างต่อเนื่องช่วยยกระดับกระบวนการคิด

เมื่อผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบและเลือกวัสดุสร้างโมเดลด้วยตนเอง โดยเฉพาะในวงจรที่ 3 ที่มีการปรับวัสดุให้เหมาะสมมากขึ้น พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นและพยายามปรับปรุงผลงานอย่างต่อเนื่อง ชิ้นงานมีรายละเอียดชัดเจนและสามารถอธิบายหลักการได้เป็นระบบ ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับ Amabile (2012) ที่ชี้ว่าบรรยากาศที่สนับสนุนความเป็นอิสระและแรงจูงใจภายในมีผลโดยตรงต่อความคิดสร้างสรรค์

ในวงจรแรก นักเรียนไม่สามารถให้ข้อเสนอแนะได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อผู้วิจัยปรับโดยสร้างบรรยากาศที่ปลอดภัยและกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็น พบว่าในวงจรที่ 2 และ 3 นักเรียนเริ่มอภิปราย วิพากษ์ และเสนอแนวทางปรับปรุงผลงานอย่างมีเหตุผลมากขึ้น ผลจากแบบทดสอบหลังเรียนรายบุคคลที่นักเรียนสามารถเสนอแนวทางปรับปรุงโรงงานไฟฟ้าชีวมวลหรือประยุกต์พลังงานทดแทนในกระบวนการผลิตแกลบ กว๊าย สะท้อนถึงการถ่ายโอนทักษะการประเมินสถานการณ์ใหม่ ข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Amabile (2012) เกี่ยวกับบทบาทของบรรยากาศทางบวก และสอดคล้องกับกรอบของ Hmelo-Silver (2004) ที่ระบุว่าการสะท้อนและประเมินเป็นหัวใจของวงจรการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานควรเลือกสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวและมีความหมายต่อผู้เรียน เพื่อกระตุ้นแรงจูงใจและส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนปรับปรุงแนวคิดได้หลายครั้ง และจัดบรรยากาศที่ปลอดภัยทางความคิดเพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างสร้างสรรค์ นอกจากนี้ ควรสนับสนุนแหล่งเรียนรู้และเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมความหลากหลายของแนวคิด

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยในอนาคตควรศึกษาการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีลักษณะเป็นวงจรย้อนกลับได้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถปรับปรุงหรือกำหนดแนวทางแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

- Amabile, T. M. (2012). *Componential theory of creativity*. Harvard Business School.
<https://www.hbs.edu/faculty/research/hbs-working-papers/Pages/item.aspx?num=12-096>
- Baumgartner, J. (2020). *The basics of creative problem solving – CPS*. JPB. Retrieved from
<https://www.jpbc.com/creative-problem-solving-process/>
- Gallagher, J. J. (1997). Problem-based learning: Where did it come from, what does it do, and where is it going?. *Journal for the Education of the Gifted*, 20(4), 332-362.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2020). *Hands-on Activities: Learner-Centered Learning*. Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. [in Thai]
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research planner*. Deakin University Press.

- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). *The action research planner: Doing critical participatory action research*. Springer.
- Khammani, T. (2013). *The Art of Teaching: Knowledge for Effective Learning Process Management* (17th ed.). Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34-46.
- Ministry of Education Thailand. (2017). *The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551* (Revised Edition B.E. 2560). Ministry of Education Thailand. [in Thai]
- Ministry of Education. (2017). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (Revised Edition B.E. 2560)*. Ministry of Education. [in Thai]
- Montuori, A. (2003). From strategic planning to strategic design: Reconceptualizing the future of strategy in organizations. *World Futures: The Journal of General Evolution*, 59(1), 3-20.
- Office of the Education Council. (2007). *Problem-based learning management*. Thailand. [in Thai]
- Office of the National Economic and Social Development Council Thailand. (2022). *The 13th National Economic and Social Development Plan (2023-2027)*. Office of the Prime Minister. [in Thai]
- Organization for Economic Cooperation and Development. (2021). *PISA 2021 CREATIVE THINKING FRAMEWORK (THIRD DRAFT)*. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA-2021-creative-thinking-framework.pdf>
- Panich, W. (2012). *Learning for the 21st century: Active learning and educational management* (3rd ed.). Sodsri-Saritwong Foundation. [in Thai]
- Saemphat, W. (2021). *The study of learning achievement and problem-solving ability of Grade 7 students through problem-based learning with small group discussion technique*. Nakhon Pathom Rajabhat University. [in Thai]
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). *Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework*. *Educational Technology*, 35(5), 31-38.
- Torrance, E. P. (1966). *The Torrance tests of creative thinking: Norms-technical manual*. Personnel Press.
- Tsoukas, H. (2009). A dialogical approach to the creation of new knowledge in organizations. *Organization Science*, 20(6), 941-957.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wongkatathum, P. (2015). Creative problem-solving thinking skills for 21st century of learning. *Journal of Education Khon Kaen University*, 38(2). Retrieved from <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDKKUJ/article/view/47932> [in Thai]
- Wongthai, O. (2019). Effects of problem-based learning on critical thinking and problem-solving in biology on the topic of cells of Grade 10 students. *Journal of Education Burapha University*, 27(2), 123-135. [in Thai]