# การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (PjBL) เพื่อยกระดับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางเคมี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*

# THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF PROJECT-BASED LEARNING (PJBL) ACTIVITIES TO ENHANCE CHEMICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY AND LEARNING ACHIEVEMENT AMONG GRADE 11 STUDENTS

**อภิสิทธิ์ รอดพูล[1], ปาริชาติ ประเสริฐสังข์[2], ธวัชชัย เหล่าสงคราม[3] และ ฤทธิ์ชาติ อาจกล้า[4]**

Apisit Rodpool[1], Parichart Prasertsang[2], Thawatchai Laosongkram[3] and Ritchard ArtKla[4]

**[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด**

**[2]สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด**

**[3-4] สาขาคณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด**

[1]Program in Science Education, Faculty of Liberal Arts and Science, Roi Et Rajabhat University, Thailand[1]

[2]Program in Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Roi Et Rajabhat University, Thailand[2]

[3-4]Program in Mathematics and English, Faculty of Education, Roi Et Rajabhat University, Thailand[3]

Corresponding Author's Email: Surachaiartkla@reru.ac.th

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PjBL) เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 การวิจัยใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลังเรียน (One-Group Posttest-Only Design) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 19 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 2) แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางเคมี มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว

* Received 30 March 2026; Revised 19 May 2026; Accepted 13 July 2026

ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.58/79.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางเคมีเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 เล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน, การคิดแก้ปัญหาทางเคมี, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

## Abstract

This study aimed to 1) develop and evaluate the efficiency of project-based learning (PjBL) activities on the topic of Chemistry and Problem Solving based on the 75/75 criterion, 2) compare students' chemical problem-solving ability with the 75 percent criterion, and 3) compare students' learning achievement with the 75 percent criterion. The study employed a One-Group Posttest-Only Design. The sample consisted of 19 Grade 11 students enrolled in the second semester of the 2025 academic year and selected through cluster random sampling. The research instruments included: 1) project-based learning lesson plans, 2) a chemical problem-solving ability test with a reliability coefficient of 0.70, and 3) a learning achievement test with a reliability coefficient of 0.82. Data were analyzed using mean, standard deviation, percentage, and one-sample t-test.

The findings revealed that: 1) the efficiency of the project-based learning activities was 87.58/79.82, which exceeded the established 75/75 criterion; 2) students' average chemical problem-solving ability was slightly higher than the 75 percent criterion, although no statistically significant difference was found at the .05 level; and 3) students' learning achievement was significantly higher than the 75 percent criterion at the .05 level.

**Keywords:** Project-based learning, Problem-solving ability in chemistry, Academic achievement, Science education

## บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการพัฒนาประเทศในทุกมิติ โดยเฉพาะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุคแห่งความก้าวหน้าทางวิทยาการและเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงมิได้มุ่งเน้นเพียงการถ่ายทอดองค์ความรู้เชิงเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังมุ่งพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ควบคู่กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการดำรงชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง แต่ผลการศึกษาหลายงานวิจัยพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในรายวิชาเคมีซึ่งมีลักษณะเนื้อหาที่เป็นนามธรรมและต้องอาศัยการเชื่อมโยงแนวคิดเชิงเหตุผล ผู้เรียนจำนวนมากยังคงเน้นการจดจำสูตรและกฎเกณฑ์มากกว่าการทำความเข้าใจเชิงแนวคิด ส่งผลให้ไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Zhang & Ma, 2023) ปัญหาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการลงมือปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PjBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาหรือสถานการณ์จริง ผ่านกระบวนการสืบค้นข้อมูล การทำงานร่วมกัน และการสร้างชิ้นงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งช่วยส่งเสริมทั้งความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน งานวิจัยจำนวนมากรายงานว่า PjBL สามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและการเรียนรู้อย่างมีความหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งศึกษาผลของ PjBL ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือทักษะการคิดในภาพรวม ขณะที่การศึกษาที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางเคมีควบคู่กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายยังมีจำนวนจำกัด โดยเฉพาะในบริบทของสถานศึกษาขนาดเล็กหรือโรงเรียนในต่างจังหวัด ซึ่งมีข้อจำกัดด้านรูปแบบการจัดกิจกรรมและทรัพยากรการเรียนรู้ นับเป็นช่องว่างของงานวิจัยที่ควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติม

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโรงเรียนเชื้อจรูญวิทย์ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด โดยในปีการศึกษา 2565–2567 มีนักเรียนที่มีผลการเรียนระดับ 3 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 43.24, 33.33 และ 46.88 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้

ผู้เรียนยังขาดทักษะในการวิเคราะห์โจทย์ การเชื่อมโยงความรู้ และการประยุกต์ใช้แนวคิดทางเคมีในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ยังคงเน้นการบรรยายและการทำแบบฝึกหัด ส่งผลให้ผู้เรียนมีโอกาสในการลงมือปฏิบัติและการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองค่อนข้างจำกัด

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PjBL) เพื่อยกระดับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมุ่งหวังให้ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบริบทของการศึกษาไทยในปัจจุบัน และสามารถยกระดับคุณภาพผู้เรียนให้เท่าทันต่อความท้าทายในศตวรรษที่ 21

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหากับเกณฑ์ร้อยละ 75

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา กับเกณฑ์ร้อยละ 75

## สมมติฐานการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. ระบุรูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

, **2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตอำเภออาจสามารถ จังหวัดร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2568 จำนวน 4 โรงเรียน จำนวน 8 ห้อง จำนวนนักเรียน 251 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนเชื้อจรูญวิทย์ ตำบลอาจสามารถ อำเภออาจสามารถ จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 1 ห้องเรียน โดยมีนักเรียน จำนวน 19 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

**3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

3.1 แผนจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาเคมี จำนวน 5 แผน เป็นเวลา 15 ชั่วโมง ไม่รวมเวลาในการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

3.2 แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปรับปรุงตามแนวคิดของ Weir (1974: 16-18) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ รวม 30 คะแนน

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาเคมี ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ รวม 30 คะแนน

**4. การสร้างเครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ**

**4.1 แผนจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน**

4.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเอกสารที่เกี่ยวข้องในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อใช้เป็นกรอบในการออกแบบการจัดการเรียนรู้

4.1.2 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30214 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกำหนดขอบเขตเนื้อหาในบทที่ 10 เรื่อง กรด-เบส จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมเคมี 4

4.1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

4.1.4 ออกแบบและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา จำนวน 5 แผน รวมเวลา 15 ชั่วโมง

4.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

4.1.6 และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรม และการวัดประเมินผล พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 อยู่ในระดับมากที่สุด

4.1.7 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเชื้อจรูญวิทย์

**4.2 แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา**

4.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รวมถึงคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30214 เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการสร้างแบบวัด

4.2.2 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้และศึกษาทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยอ้างอิงแนวคิดของ Weir เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบเครื่องมือ

4.2.3 ออกแบบและสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา จากนั้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.2.4 นำแบบวัดที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

4.2.5 นำแบบวัดที่ผ่านการพิจารณาความสอดคล้องแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย จากนั้นวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (D) พบว่าข้อสอบมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.35–0.76 ค่าอำนาจจำแนก (D) 0.22–0.67 คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวน 6 ข้อ

4.2.6 ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s alpha coefficient) ได้ค่าเท่ากับ 0.70 และจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

**4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

4.3.1 วิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ อันเป็นกรอบในการสร้างแบบทดสอบ

4.3.2 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

4.3.3 กำหนดโครงสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้/ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

4.3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกรด–เบส รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 45 ข้อ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

4.3.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และความถูกต้องของภาษา พร้อมปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.3.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามแต่ละข้อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่าผ่านเกณฑ์จำนวน 45 ข้อ โดยมีค่า (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

4.3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการพิจารณาความสอดคล้องแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย จากนั้นวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (D) พบว่าข้อสอบมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.53–0.76 ค่าอำนาจจำแนก (D) 0.22–0.78 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ

4.3.8 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบอิงเกณฑ์ ของ Kuder-Richardson Methods โดยใช้สูตร KR-20 พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 และจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

**5. การเก็บรวบรวมข้อมูล**

5.1 เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน 19 คน

5.2 ชี้แจงทำความเข้าใจและสร้างข้อตกลงในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

5.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา วิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้น จำนวน 15 ชั่วโมง ไม่รวมเวลาในการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

5.4 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานแล้ว ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

5.5 นำผลการการทดลองที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อสรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมายของการวิจัยต่อไป

**6. การวิเคราะห์ข้อมูล**

6.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดโดยใช้สูตร $E_1/E_2$

6.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้ t-test One-Samples

6.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้ t-test One-Samples

## ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหาตามเกณฑ์ 75/75

| คะแนน | คะแนนเต็ม | $\overline{X}$ | S.D. | ร้อยละ |
|---|---|---|---|---|
| ประสิทธิภาพของกระบวนการการจัดการเรียนรู้ ($E_1$) | 200 | 175 | 5 | 87.58 |
| ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_2$) | 30 | 23.95 | 2 | 79.82 |
| ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ($E_1/E_2$) = 87.58/79.82 | | | | |

จากตารางที่ 1 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง “เคมีกับการแก้ปัญหา” มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.58/79.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาการเรียนรู้ระหว่างเรียนและผลลัพธ์หลังเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 75

| การทดสอบ | n | คะแนนเต็ม | $\overline{X}$ | S.D. | ร้อยละ | t | Sig |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| หลังเรียน | 19 | 30 | 22.84 | 2 | 76.14 | 0.74 | .23 |

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางเคมีเฉลี่ยเท่ากับ 22.84 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 เพียงเล็กน้อย เมื่อทดสอบเปรียบเทียบกับเกณฑ์โดยใช้สถิติ One-Sample t-test พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาไม่แตกต่างจากเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 75

| การทดสอบ | n | คะแนนเต็ม | $\overline{X}$ | S.D. | ร้อยละ | t | Sig |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| หลังเรียน | 19 | 30 | 22.84 | 2.15 | 79.82 | 2.94* | .004 |

*$p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 23.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่กำหนด และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์โดยใช้สถิติ One-Sample t-test พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผล

1. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.58/79.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมทั้งกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและผลลัพธ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านกระบวนการสืบค้น ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ ตลอดจนมีการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยการวิเคราะห์หลักสูตร การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จึงส่งผลให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PjBL) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านประสบการณ์ตรงและการเรียนรู้เชิงรุก รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นงลักษณ์ งามใจ และนฤมล ภูสิงห์ (2567) วัสสิกา ซามงค์ (2566) และ ณัฐวิภา ลองจำนงค์ และไพศาล วรคำ (2564) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสามารถพัฒนาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ให้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดได้

2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางเคมีของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 เพียงเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความแตกต่างอย่างชัดเจนในเชิงสถิติ ทั้งนี้เป็นเพราะการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยระยะเวลาในการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและการเผชิญ

สถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย แม้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการระบุปัญหา วิเคราะห์ข้อมูล และเสนอแนวทางแก้ปัญหา แต่ผู้สอนยังคงมีบทบาทในการกำกับและให้คำแนะนำในบางขั้นตอน จึงอาจส่งผลให้ผู้เรียนยังไม่สามารถพัฒนาความเป็นอิสระในการคิดแก้ปัญหาได้เต็มศักยภาพ สอดคล้องกับแนวคิดของ Krajcik และ Shin (2020) รวมทั้ง OECD (2023) ที่อธิบายว่า การเรียนรู้แบบโครงงานจะช่วยส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อผู้เรียนมีบทบาทในการกำกับการเรียนรู้ของตนเองและเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อน นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังประยุกต์ใช้แนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาของ Weir ซึ่งประกอบด้วยการระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอวิธีการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์ มาเป็นกรอบในการจัดกิจกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบและมีเหตุผลมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยครั้งนี้แตกต่างจากงานวิจัยของ คุณัญญา เปรมอาษา และคณะ (2565) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเกิดจากความแตกต่างด้านระยะเวลาในการจัดกิจกรรม ลักษณะของกิจกรรม หรือบริบทของผู้เรียน ซึ่งอาจส่งผลต่อระดับการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกัน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เป็นเพราะกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ ตั้งแต่การกำหนดปัญหา การสืบค้นข้อมูล การทดลอง การวิเคราะห์ผล ไปจนถึงการนำเสนอผลงาน ซึ่งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงและการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งการทำงานร่วมกันและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มยังช่วยส่งเสริมทักษะการสื่อสาร การคิดวิเคราะห์ และการสะท้อนความคิดของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้งและสามารถเชื่อมโยงความรู้กับการปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับแนวคิดของ Thomas Markham ที่อธิบายว่า PjBL เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทั้งองค์ความรู้ ทักษะกระบวนการ และการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรัญญา โคกสีอำนวย และมนตรี วงษ์สะพาน (2567) และ Condliffe et al. (2017) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเรียนรู้เชิงลึกของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## องค์ความรู้ใหม่




**ภาพที่ 1** ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานไม่เพียงส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางเคมีผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนได้ฝึกการตั้งคำถาม การวิเคราะห์ข้อมูล การวางแผนแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในรายวิชาเคมีสามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและการประยุกต์ใช้ความรู้ของผู้เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม เมื่อกิจกรรมการเรียนรู้ได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

## สรุป/ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถพัฒนาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีประสิทธิภาพ ($E_1/E_2$) เท่ากับ 87.58/79.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมทั้งกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและผลลัพธ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ผู้เรียนยังมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางเคมีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 แม้จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสามารถส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาได้ในระดับที่เหมาะสม ขณะเดียวกัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้ผ่านกระบวนการลงมือปฏิบัติจริง การสืบค้นข้อมูล และ

การทำงานร่วมกัน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเชิงแนวคิดและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้**

1) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสามารถส่งเสริมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหา และทักษะการทำงานร่วมกัน ดังนั้น ครูผู้สอนสามารถนำแนวทางดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

2) ครูผู้สอนควรวางแผนและเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ทั้งด้านแผนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ แนวทางการประเมินผล รวมถึงการชี้แจงขั้นตอนและบทบาทของผู้เรียนให้ชัดเจน เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน

3) ควรจัดสรรเวลาในการดำเนินกิจกรรมให้เหมาะสมและเพียงพอ โดยเฉพาะในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูล การพัฒนาชิ้นงาน และการนำเสนอผลงาน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนา ปรับปรุง และสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเองอย่างเต็มศักยภาพ

**ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป**

1) ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ หรือรายวิชาอื่นในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเปรียบเทียบผลการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในบริบทที่หลากหลาย

2) ควรศึกษาตัวแปรเพิ่มเติม เช่น ความพึงพอใจ เจตคติ แรงจูงใจในการเรียน หรือทักษะการทำงานร่วมกันของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

3) ควรดำเนินการวิจัยในระยะยาวหรือเปรียบเทียบกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่นเพื่อศึกษาความคงทนของการเรียนรู้และพัฒนาการด้านการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยให้เห็นผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

คุณัญญา เปรมอาษา, ดวงเดือน สุวรรณจินดา และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2565). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องสารประกอบคาร์บอนในสิ่งมีชีวิต ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนขนาดใหญ่ จังหวัดสุพรรณบุรี. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 37(3), 114–122.

ณัฐวิภา ลองจำนงค์ และไพศาล วรคำ. (2564). การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่อง

แสงเชิงรังสี เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารราชพฤกษ์, 19(3), 32–41.

นงลักษณ์ งามใจ และนฤมล ภูสิงห์. (2567). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้แรงไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารสิรินธรปริทรรศน์, 25(2), 2511–2522.

วัสสิกา ซามงค์. (2566). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ใน ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศรัญญา โคกสีอำนวย และมนตรี วงษ์สะพาน. (2567). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สาหร่ายแหนแดง ในรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, 16(1), 135–150.

Condliffe, B., Quint, J., Visher, M. G., Bangser, M. R., Drohojowska, S., Saco, L., & Nelson, E. (2017). Project-based learning: A literature review. MDRC.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023). PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education. OECD Publishing.

Shin, N., Bowers, J., Krajcik, J., & Damelin, D. (2021). Promoting computational thinking through project-based learning. Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 3(1), 1-15.

Weir, J. J. (1974). Problem-solving is everybody’s problem. The Science Teacher, 41(4), 16–18.

Zhang, L., & Ma, Y. (2023). Project-based learning in science education: A review. Journal of Science Education and Technology, 32(4), 1–14.