

Development Mathematical Connection Skill of Surface Area and Volume Using Project Based Learning with Graphic Organizer

for the Mathayomsuksa 2 Students

การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

โดยใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

Yodchai Gulgate^{1,*}

ยอชชาย กุลเกต^{1,*}

¹Department of Mathematic, Suphanburi College of Dramatic Arts, Banditpatanasilpa Institute.

¹กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาลัยนาฏศิลปสุพรรณบุรี สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์

Article Info

Article history:

Received: August 7th, 2025

Revised: October 19th, 2025

Accepted: October 21st, 2025

Published: December 31st, 2025

Keywords:

Project-Based Learning,

Graphic Organizer,

Mathematical Connection Skills,

Surface Area and Volume

Corresponding Author:

Yodchai Gulgate

Suphanburi College of Dramatic

Arts,

Banditpatanasilpa Institute

Email: adamasgg@gmail.com

ABSTRACT

This research aimed to achieve three primary objectives: (1) to examine the enhancement of students' mathematical connection skills related to surface area and volume through the innovative implementation of project-based learning integrated with graphic organizer techniques; (2) to compare the mathematics learning achievements of Mathayomsuksa 2 students before and after the application of this engaging educational approach; and (3) to compare students' attitudes toward mathematics following the implementation of this combined method. The study involved 20 students from Mathayomsuksa 2 and employed a variety of carefully designed instruments, including: (1) a comprehensive unit plan focused on surface area and volume, (2) an assessment of mathematical connection skills, (3) a mathematics achievement test, and (4) an attitude questionnaire. Data analysis utilized mean, standard deviation, and a dependent t-test. The findings were compelling: (1) students demonstrated strong mathematical connection skills after the intervention, (2) their learning achievements showed a significant improvement at the .05 level, and (3) there was a notable positive shift in their attitudes toward mathematics, also reaching statistical significance at the .05 level.

This is an open access article under
the CC BY-NC-SA license.



คำสำคัญ:	บทคัดย่อ
โครงการเป็นฐาน, เทคนิคผังกราฟิก, ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์, พื้นที่ผิวและปริมาตร	การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังการใช้วิธีสอนแบบโครงการเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงการเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก และ 3) เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงการเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร 2) แบบประเมินทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบ 4) แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent ผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังการใช้วิธีสอนแบบโครงการเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก อยู่ในระดับดี 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงการเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงการเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1. บทนำ (Introduction)

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญในการพัฒนามนุษย์ให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างเป็นระบบ รวมไปถึงการตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงได้อย่างรอบคอบและสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (Office of the Basic Education Commission, 2017) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงต้องพัฒนาผู้เรียนในทุกๆ ด้าน ทั้งในด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านเจตคติ การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะมุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งจะช่วยกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการคิดสร้างสรรค์ นอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักและเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจและนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Suntronnun & Sumirattana, 2023) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นหัวข้อสำคัญในเรขาคณิตระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ต้องการการเชื่อมโยงความรู้หลายแนวคิด เช่น การคำนวณพื้นที่รูปเรขาคณิต การ

[201]

วารสารนวัตกรรมวิชาการ

ปีที่ 1 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2568, 200–217

ประยุกต์ใช้สูตร การจินตนาการเชิงพื้นที่ และการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาผลการเรียนรู้และการสังเกตการณ์สอนในห้องเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการเชื่อมโยงความรู้เหล่านี้เข้าด้วยกัน มักเรียนรู้เป็นส่วน ๆ แยกจากกัน และไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมที่เน้นการบรรยายและการท่องจำสูตร ไม่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ นักเรียนจึงขาดโอกาสในการสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างแนวคิดต่าง ๆ จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2566 ระดับประเทศ พบว่า มีคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 29.96 เมื่อเทียบคะแนนอยู่ในอันดับที่ 4 จาก 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้ (Office of the Regional Education Office 15, 2024) ประกอบกับรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของวิทยาลัยนาฏศิลปสุพรรณบุรี ปีการศึกษา 2566 พบว่า ผลการทดสอบรายวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 25.38 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศ คือ 29.96 จำแนกคะแนนตามมาตรฐานการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยาลัยนาฏศิลปสุพรรณบุรี พบว่า คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของนักเรียนที่เทียบกับคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ และ สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 21.27 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิทยาลัยนาฏศิลปสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 พบว่า นักเรียนจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 64.52 มีผลการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (เกรด 1–2.5) จากปัญหาข้างต้น อาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุและปัจจัยหลายประการ เช่น เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด วิเคราะห์ค่อนข้างน้อย ครูไม่รู้จักการใช้เทคนิควิธีสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ การจัดทำสื่อการเรียนรู้ และการประเมินผลที่ยังไม่สามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนารูปแบบการสอนที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

การศึกษาแนวคิดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning :PBL) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ ช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านความรู้และทักษะ ผ่านการทำงานที่มีการค้นคว้า การใช้ความรู้ในชีวิตจริง นำเสนอผลงานที่แสดงออกถึงศักยภาพจากการเรียนรู้ นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทักษะนี้เกิดจากการที่ครูออกแบบการจัดการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือทำ แล้วการเรียนรู้ก็จะเกิดจากภายในใจ และสมองของตนเอง มีการเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจงหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่ผู้เรียนกำหนดด้วยตนเองช่วยให้ผู้เรียนมีอิสระมากขึ้น สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองสนใจ เป็นการสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนและมีความรับผิดชอบในการเรียนมากขึ้น รวมทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกทักษะในการปฏิบัติงาน ผู้เรียนรู้จักวิธีทำงานอย่างมีระบบและแผนงานที่ดี มีโอกาสได้ฝึกฝนกระบวนการในการค้นหาความรู้ ตลอดจนผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงในแง่ของวิธีการทำงานอย่างมีระบบ และ มีความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้น การเรียนรู้แบบโครงงานจึงเป็นวิธีการเรียนรู้หนึ่งที่ผู้สอนส่วนใหญ่เลือกที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมให้แก่ผู้เรียน

อีกทั้ง ผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิคผังกราฟิก (Graphic Organizers) เป็นเทคนิควิธีการที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่างๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นๆ ได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น และจดจำได้นาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเนื้อหาสาระหรือข้อมูลต่างๆ ที่ผู้เรียนประมวลมานั้นอยู่ในลักษณะการจัดกระจาย ซึ่งผังกราฟิกทำหน้าที่ช่วยจัดการกับเนื้อหา ข้อมูล และความคิดที่นักเรียนมีอยู่ในสมอง เป็นเครื่องมือจัดระบบความคิด โดยใช้เส้นวาดเข้าช่วย ในรูปแบบของตาราง (Table) แผนภาพ (Picture) แผนภูมิ (Chart) เส้นเวลา (Timeline) แผนผังและเส้นโยง (Diagram and Flowchart) รูปพีระมิด (Pyramid) เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และข้อมูลจากความคิดในสมองมาจัดวางได้อย่างเป็นระบบตามรูปแบบต่างๆ มีลักษณะเด่นในการเก็บข้อมูล ความคิด ข้อเท็จจริง เป็นแบบแผนแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงอย่างชัดเจน จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกหลากหลายรูปแบบนั้น ผู้วิจัยเลือกเทคนิคผังกราฟิกทางคณิตศาสตร์แบบ Four Corner and a Diamond Graphic Organizers (Limond, 2012) ที่พัฒนาแนวคิดมาจาก Zollman (2009) เป็นเครื่องมือช่วยพัฒนาความเข้าใจและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีพื้นที่ให้นักเรียนเขียนสื่อสารแสดงกระบวนการแก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้ของตนเอง เน้นให้นักเรียนมีการจัดการระบบความคิดเชื่อมโยงกันระหว่างข้อมูล และมีกระบวนการปัญหาที่ปรับเปลี่ยนได้สามารถกลับไปทบทวนวิธีการของตนเองในแต่ละขั้นตอนได้ ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ใจความสำคัญ (Main Idea) เป็นพื้นที่สำหรับเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการ ส่วนที่ 2 เชื่อมโยง (Connections) เป็นพื้นที่สำหรับเขียนข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนด และตรวจสอบว่านักเรียนเคยแก้ปัญหาลักษณะนี้หรือไม่ ส่วนที่ 3 ระดมความคิด (Brainstorm) เป็นพื้นที่สำหรับให้เขียนยุทธวิธีและวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ส่วนที่ 4 แก้ปัญหา (Solve) เป็นพื้นที่สำหรับเขียนแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน และ ส่วนที่ 5 เขียนสรุป (Write) เป็นพื้นที่สำหรับเขียนสรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหา และ เหตุผลที่ใช้ในการหาคำตอบ โดยนักเรียนสามารถบันทึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาลงในส่วนใดก่อนก็ได้และสามารถบันทึกย้อนกลับในส่วนต่างๆ ได้นอกจากส่วนใจความสำคัญ (Zollman, 2009) ที่สอดคล้องกับทักษะปฏิบัติด้านนาฏดุริยางคศิลป์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิทยาลัยนาฏศิลปสุพรรณบุรี ในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงสู่กับงานดนตรีนาฏศิลป์ที่เป็นบริบทของการศึกษาเฉพาะทางตามหลักสูตรสถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์

จากเหตุผลและความสำคัญข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจนำนวัตกรรมวิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียน พร้อมทั้งส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่านักเรียนจะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องดังกล่าวไปเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ให้เข้ากับงานดนตรีนาฏศิลป์ตามบริบทการศึกษาเฉพาะทางตามหลักสูตรสถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ เป็นพื้นฐานส่งเสริมให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ดีเป็นลำดับต่อไป รวมถึงประยุกต์ใช้ความรู้ให้เข้ากับสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีความหมายในชีวิตประจำวันอย่างมืออาชีพ

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย (Research Objectives)

2.1 เพื่อศึกษาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังการใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

2.3 เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

3. กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

เทคนิคผังกราฟิก Four Corner and a diamond graphic organizers เป็นผังกราฟิกทางคณิตศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning : PjBL) ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการบันทึกขั้นตอน กระบวนการ หรือ วิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการจัดการเรียนการสอน ด้วยภาษาของนักเรียนเอง ทั้งนี้ นักเรียนจะสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน กับศาสตร์สาขาวิชาอื่นๆ ได้ โดยเฉพาะการเชื่อมโยงความรู้ในงานด้านดนตรีนาฏศิลป์ กำหนดกรอบแนวคิดตามแผนภูมิด้านล่าง ดัง Figure 1.

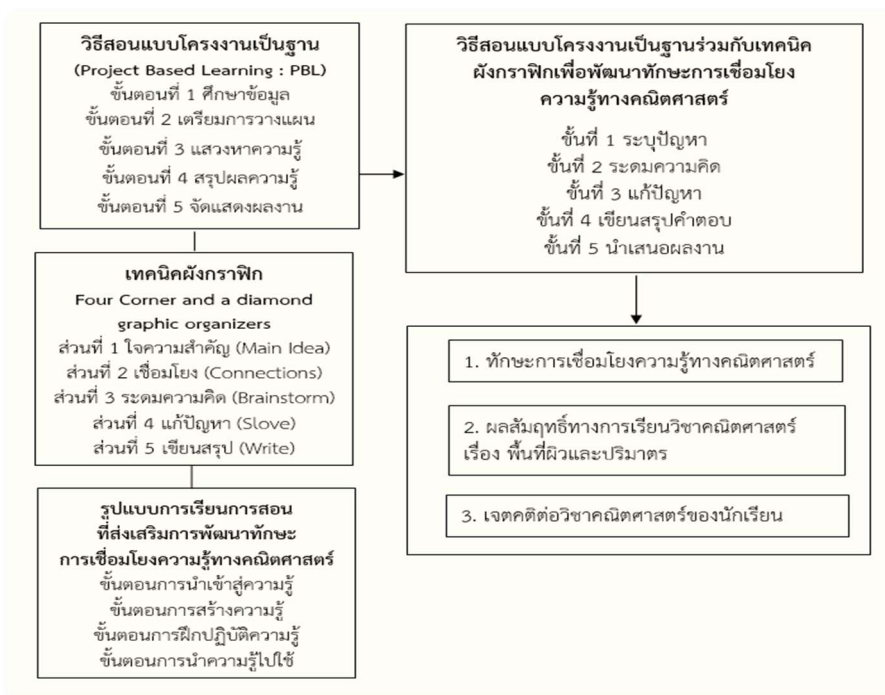


Figure 1. Conceptual Framework

4. การทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

4.1 วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐาน

งานวิจัยนี้วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลรายละเอียดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จำนวน 5 ขั้นตอน (Office of the Education Council, 2007; Panich, 2012; Suwannarat & Thipkhiri, 2015; Yoelao, 2014) ดังนี้

Table 1. Analysis and Synthesis of Project-Based Learning Details into Project-Based Learning Instructional Steps.

This Study	Office of the Education Council (2007)	Panich (2012)	Yoelao (2014)	Suwannarat and Thipkhiri (2015)
Problem Identification	1. Presentation	1. Define	1. Providing Basic Knowledge	1. Thinking of Topics or Problems to be Studied
Brainstorming	2. Planning	2. Plan	2. Stimulating Interest	2. Planning the Project
Problem Solving	3. Implementation	3. Do	3. Cooperative Grouping 4. Knowledge Seeking	3. Implementing the Project
Writing Conclusions	4. Evaluation	4. Review	5. Summarizing What has been Learned	4. Report Writing
Presentation	–	Presentation	Presentation	Exhibition/ Presentation

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูล ครูให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงการก่อนการเรียนรู้เนื่องจากการทำโครงการมีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนและความรอบคอบ

ขั้นตอนที่ 2 เตรียมการวางแผน ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยต้องคิดหรือเตรียมกิจกรรมที่ดึงดูดให้นักเรียนสนใจใคร่รู้ถึงความสนุกสนาน ในการทำโครงการหรือกิจกรรมร่วมกันด้วย กิจกรรมนั้นอาจเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว

ขั้นตอนที่ 3 แสวงหาความรู้ ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผน ดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมการวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง ระดมความคิดและหารือแบ่งหน้าที่ เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน เมื่อนักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามข้อตกลงของกลุ่ม สามารถขอคำปรึกษาจากครูเป็นระยะ นักเรียนร่วมกันเขียนรูปเล่มสรุปรายงานจากโครงการที่ตนปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 4 สรุปผลความรู้ ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถาม ถาถามนักเรียน เพื่อนำไปสู่การสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ โดนเน้นทบทวนว่างานหรือกิจกรรมหรือพฤติกรรมแต่ละขั้นตอน ได้ให้บทเรียนอะไรบ้าง ทั้งขั้นตอนที่เป็นความสำเร็จ และ ความล้มเหลวมาทำความเข้าใจและกำหนดวิธีทำงานใหม่ที่ถูกต้องเหมาะสม รวมทั้งเอาเหตุการณ์ระทึกใจ หรือเหตุการณ์ที่ภาคภูมิใจ ประทับใจมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในขั้นตอนนี้ เป็นการเรียนรู้แบบทบทวนไตร่ตรอง (Reflection)

ขั้นตอนที่ 5 จัดแสดงผลงาน ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรมหรือจัดเวลาให้นักเรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้นและนักเรียนอื่นๆ ในโรงเรียนได้ชมผลงาน และเรียนรู้กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในการทำโครงการ การแสดงผลงานควรจัดให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเขียนรายงาน

4.2 เทคนิคผังกราฟิก

เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนมีศักยภาพมากยิ่งขึ้น โดยใช้ในการจัดบันทึก และนำเสนอข้อมูล หรือความรู้ในลักษณะแผนภาพ ที่เป็นรูปธรรม ใช้การเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ช่วยให้ถ่ายทอดเรื่องราวต่างๆ ได้ง่าย รวดเร็ว จดจำในสิ่งที่เรียนรู้ได้นาน ทำให้ผู้เรียนมีความคิดที่เป็นระบบ ผังกราฟิกเปลี่ยนความเข้าใจออกมาเป็นรูปธรรม ผู้สอนสามารถใช้ผังกราฟิกทำให้ผู้เรียนเกิดความกระฉับในสิ่งที่เรียน และใช้กระบวนการคิดทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ในขณะเดียวกันผู้เรียนก็ใช้ผังกราฟิกเป็นกลยุทธ์ทางปัญญาสำหรับการเรียนและทำความเข้าใจกับสิ่งที่เรียน ด้วยสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนให้เข้ากับโครงสร้างทางปัญญาที่ผู้เรียนแต่ละคนมีอยู่ สามารถประยุกต์ใช้ผังกราฟิกในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างมีระบบตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ (Clark, 1990)

ผังกราฟิก (Graphic Organizers) มีหลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทมีลักษณะการนำเสนอข้อมูลที่ต่างกันไป การใช้ผังกราฟิกจึงควรเลือกเพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์และเพื่อสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจของผู้นำเสนอข้อมูลได้ตามต้องการ (Kaemmanee, 2017) ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านเสนอประเภทของผังกราฟิกไว้ตามวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูล (Kaemmanee, 2017; Beyer, 1997; Clark, 1990; Fisher, 2010; Zollman, 2009) ประกอบด้วย 1. ผังกราฟิกเพื่อพัฒนาความคิดรวบยอด 2. ผังกราฟิกแสดงความสัมพันธ์ 3. ผังกราฟิกแสดงความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงของสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น 4. ผังกราฟิกที่นำเสนอข้อมูลที่มีการเรียงลำดับข้อมูล โดยสัมพันธ์กับระยะเวลา พัฒนาการ กระบวนการ ขั้นตอน หรือความสัมพันธ์ในลักษณะต่างๆ 5. ผังกราฟิกที่นำเสนอข้อมูลที่เป็นการจัดหมวดหมู่ หรือจำแนกประเภท

สำหรับงานวิจัยเรื่องนี้ได้ศึกษาผังกราฟิกตามแนวคิดของ Four corner and a diamond graphic organizers (Limond, 2012) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับเขียนขั้นตอน หรือ วิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เน้นให้นักเรียนมีการจัดระบบความคิดของตนเอง วิเคราะห์ความเชื่อมโยงข้อมูล มีความยืดหยุ่นในกระบวนการคิด อธิบายความคิดของตนได้สมเหตุสมผลแล้วทบทวนกระบวนการคิดของตนในแต่ละขั้นตอนได้ทีพัฒนาจาก Four-Square Writing Method (Gould & Gould, 1999; Limond, 2012) นำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นผังกราฟิกประกอบด้วยพื้นที่สำหรับเขียนข้อความ 5 องค์ประกอบ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ใจความสำคัญ (Main Idea) เป็นพื้นที่สำหรับเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ส่วนที่ 2 เชื่อมโยง (Connections) เป็นพื้นที่สำหรับเขียนข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนด และนักเรียนเคยแก้สถานการณ์ในลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่

ส่วนที่ 3 ระดมความคิด (Brainstorm) เป็นพื้นที่สำหรับเขียนกลยุทธ์ วิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ส่วนที่ 4 แก้ปัญหา (Solve) เป็นพื้นที่สำหรับเขียนแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน

ส่วนที่ 5 เขียนสรุป (Write) เป็นพื้นที่สำหรับเขียนสรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาและเหตุผลที่ใช้หาคำตอบ

4.3 การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ซึ่งกำหนดไว้ทั้งในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จเกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ หรือ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ใน 3 ลักษณะ คือ

- 1) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์
- 2) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับเนื้อหาสาระวิชาอื่น

3) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จำเป็นจะต้องผนวกเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องเข้าไว้ด้วยกัน โดยต้องพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ และมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้นๆ เพื่อจะนำไปใช้ศึกษาต่อในเรื่องถัดไป (Sangpom, 2015) รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เกิดจากการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ที่ประสบผลสำเร็จ 3 วิธี ดังนี้ 1) วิธี IMPROVE 2) รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์ และ 3) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การสอนเชิงบริบท ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบนั้น มีขั้นตอนร่วมกันโดย Khunwiset (2021) ได้สังเคราะห์เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน (Khunwiset, 2021; Kaemmanee, 2017; Clark, 1990; Crawford, 2001; Mevarech & Kramarski, 1997) ดังนี้

1) ขั้นตอนการนำเข้าสู่ความรู้ ครูนำเสนอปัญหาหรือแบบฝึกหัดที่ใช้ความรู้เดิมที่มีความสัมพันธ์หรือความจำเป็นกับความรู้ใหม่ให้ผู้เรียนได้ทบทวนเพื่อให้ผู้เรียนได้มีความคุ้นชิน และสามารถนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้

2) ขั้นตอนการสร้างความรู้ ครูนำเสนอปัญหาบริบทใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมในครั้งที่ 1 และให้นักเรียนร่วมกันสังเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อนำมาสร้างเป็นข้อสรุป หรือความรู้ใหม่ โดยครูเป็นผู้ตรวจสอบและขอชี้แนะซึ่งในขั้นตอนที่ 1 และ 2 จะเน้นพัฒนาทักษะ การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านของการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

3) ขั้นตอนการฝึกปฏิบัติความรู้ นักเรียนฝึกการนำความรู้ที่สรุปมาจากขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้กับบริบทหรือปัญหาที่คุ้นเคยอาจเป็นในรูปแบบของการแก้ปัญหาสถานการณ์หรือกิจกรรม เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยและสามารถใช้ได้อย่างถูกต้องซึ่งในครั้งนี้จะเน้นการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านของการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้ปัญหา

4) ขั้นตอนการนำความรู้ไปใช้ นักเรียนฝึกการนำความรู้ที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 2 มาใช้กับบริบท หรือ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคย รวมถึงปัญหาหรือบริบทในชีวิตจริง ด้วยการยกตัวอย่างแบบฝึกหัด หรือ การแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้จะเน้นการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านการยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ

4.4 พื้นที่ผิวและปริมาตร

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ของกระทรวงศึกษาธิการ และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2562) ที่เป็นหลักสูตรเฉพาะทางของสถานศึกษา สังกัดสถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ กระทรวงวัฒนธรรม งานวิจัยนี้จึงได้นำ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มากำหนดเป็นหัวข้อการเรียนรู้ (Topic) ที่สอดคล้องกับหัวข้อวิจัย การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวมทั้งวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างหัวข้อ การเรียนรู้ (Topic) กับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ค. 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ ตัวชี้วัดข้อที่ 1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอกในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง ตัวชี้วัดข้อที่ 2 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

จำนวน 12 ชั่วโมง สร้างเป็นแผนหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 4 หน่วย ใช้เวลาสอน 6 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ดังนี้

หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร (จำนวน 2 ชั่วโมง)

หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม (จำนวน 3 ชั่วโมง)

หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรทรงกระบอก (จำนวน 3 ชั่วโมง)

หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เรื่อง การเชื่อมโยงความรู้กับงานดนตรีนาฏศิลป์ (จำนวน 4 ชั่วโมง)

5. วิธีดำเนินงานวิจัย (Research Methodology)

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 39 คน วิทยาลัยนาฏศิลปสุพรรณบุรี สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 วิทยาลัยนาฏศิลปสุพรรณบุรี สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 20 คน ที่ได้มาโดยวิธีการสุ่มห้องเรียน โดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้วิธีการจับสลาก เนื่องจากทุกห้องเรียนมีการจัดนักเรียนแบบละความสามารทำให้สภาพพื้นฐานทางการเรียนของนักเรียนแต่ละห้องเรียนไม่แตกต่างกัน

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

แผนหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 4 หน่วย ใช้เวลาสอน 6 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) มีค่าเฉลี่ยในภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.92

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 1 ฉบับ ใช้ประเมินรายกลุ่ม มีลักษณะเป็นมาตรประเมินค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ใช้ประเมินขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) หน่วยที่ 2–4 หน่วยละ 1 ครั้ง แต่ละครั้งมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน รวมประเมินทั้งหมด 3 ครั้ง มีค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 1.00 ทุกรายการประเมิน

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 1 ฉบับ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยมีการสลับข้อและสลับตัวเลือก ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดการให้ค่าคะแนน คือ คำตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน รวมจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ในด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.35–0.69 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25–0.68 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

2.3 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อวิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีลักษณะเป็นมาตรประเมินค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 15 ข้อ ประกอบด้วยข้อคำถามที่มี

ความหมายทางบวก และ ข้อคำถามที่มีความหมายทางลบ พัฒนามาจากแบบวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของ Inpoolwong (2016) มีค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ 0.67 – 1.00

5.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยตัวแปร 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ 1. ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และ 3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการทดลอง เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมในด้านต่างๆ ดังนี้

- 1.1 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) หน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- 2) แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และ
- 4) แบบวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์

1.2 ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการวิจัยให้นักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างได้ทราบ และสอบถามความสมัครใจในการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ ซึ่งนักเรียนให้การตอบรับ ยินยอมและสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1.3 ผู้วิจัยทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียน โดยใช้เครื่องมือดังนี้

- 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 2) แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

2. ขั้นทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ และใช้เครื่องมือในการวิจัยที่เตรียมไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 2.1 ชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละเรื่องที่จะเรียน
- 2.2 เวลาที่ใช้ในการทดลอง 6 สัปดาห์ ๆ ละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง
- 2.3 การจัดช่วงเวลาในการเรียนแต่ละวัน จัดการเรียนการสอนตามตารางเรียนของนักเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์

2.4 เนื้อหาที่ใช้ในการสอน คือ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.5 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีขั้นตอนการสอนในแต่ละหน่วยการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นขั้นระบุ แยกแยะปัญหา ค้นหาข้อมูลและเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการ (Main Idea) และเชื่อมโยง (Connections) ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดกับประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 2 ระดมความคิด เป็นขั้นออกแบบวิธีการและเลือกกลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยใช้การระดมความคิด (Brainstorm) แสวงหาเชื่อมโยง

ขั้นที่ 3 แก้ปัญหา เป็นขั้นที่เขียนแสดงการดำเนินการแก้ปัญหา (Solve) อย่างเป็นลำดับขั้นตอน หรือสร้างผลงานชิ้นงานที่เป็นรูปธรรมลงมือปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 เขียนสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่จัดวิธีแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ได้ให้ง่ายต่อการเข้าใจ และเหตุผลที่ใช้ในการหาคำตอบเขียนสรุปคำตอบ

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงาน เป็นขั้นแลกเปลี่ยน สื่อสาร เกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา ข้อสรุป หรือ ผลงาน/ชิ้นงานของตนเองและผู้อื่นนำเสนอผลงาน

ภายหลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยประเมินทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน ประกอบด้วย ด้านที่ 1 การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และ ด้านที่ 2 การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับงานดนตรีนาฏศิลป์

3. ขั้นหลังการทดลอง ภายหลังเสร็จสิ้นการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียน โดยใช้เครื่องมือดังนี้

- 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 2) แบบวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์

5.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

งานวิจัยนี้ใช้สถิติค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน และใช้ค่าสถิติการทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent ในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

6. ผลการวิจัย (Results)

6.1 ผลการศึกษาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังการใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

Table 2. Results of the Study on Mathematical Connection Skill of Surface Area and Volume Using Project Based Learning with Graphic Organizer.

Unit	Mathematical Connection	Mathematical Connection with Music and Dance	Mean of Connection Skills (Full Score = 10)	$\bar{x}$	S.D.	Interpretation
2	3.40	3.40	6.80	3.40	0.28	Moderate
3	4.20	3.80	8.00	4.00	0.28	Good
4	4.60	4.80	9.40	4.70	0.42	Very Good
Overall	4.07	4.00	8.07	4.03	0.33	Good

จาก Table 1. พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในภาพรวมอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.03 ส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน เท่ากับ 0.33) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาเป็นรายหน่วย พบว่า หน่วยที่ 4 มีคะแนนมากที่สุด ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

6.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีความแตกต่างกันหรือไม่ ปรากฏรายละเอียดตามตารางดังนี้

Table 3. Results of the Comparison of Learning Achievement Before and After Using Project-Based Learning Combined with Graphic Organizer Techniques

Achievement	N	Scores	$\bar{x}$	S.D.	t	df	Sig
Pre-Test	20	30	8.90	2.20	58.19*	19	0.00
Post-Test	20	30	26.10	2.29			

*Statistically significant at the .05 level

จาก Table 3. พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 คะแนนก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 8.90 คะแนน และ คะแนนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 26.10 คะแนน

6.3 ผลการศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 3 ศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก อยู่ในระดับเห็นด้วย ปรากฏรายละเอียดตามตารางดังนี้

Table 4. Results of the Comparison of Attitudes Before and After Using Project-Based Learning Combined with Graphic Organizer Techniques

Attitudes	N	Items	$\bar{x}$	S.D.	t	df	Sig
ก่อนเรียน	20	15	2.45	1.32	13.23*	14	0.00
หลังเรียน	20	15	3.65	0.98			

จาก Table 4. พบว่า ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อ

ที่ 3 เจตคติก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.45 อยู่ในระดับไม่แน่ใจ และ เจตคติหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 อยู่ในระดับเห็นด้วย

7. สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

1. ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในภาพรวมอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.03 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.33) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาเป็นรายหน่วย พบว่า หน่วยที่ 4 มีคะแนนมากที่สุด ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 คะแนนก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 8.90 คะแนน และ คะแนนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 26.10 คะแนน

3. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 เจตคติก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.45 อยู่ในระดับไม่แน่ใจ และ เจตคติหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 อยู่ในระดับเห็นด้วย

8. อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

1. ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในภาพรวมอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.03 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.33) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาเป็นรายหน่วย พบว่า หน่วยที่ 4 มีคะแนนมากที่สุด ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน เริ่มตั้งแต่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นขั้นระบุแยกแยะปัญหา ค้นหาข้อมูลและเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการ (Main Idea) และ เชื่อมโยง (Connections) ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดกับประสบการณ์เดิม ขั้นที่ 2 ระดมความคิด เป็นขั้นออกแบบวิธีการและเลือกกลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยใช้การระดมความคิด (Brainstorm) แสวงหาเชื่อมโยง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เห็นคุณค่า นำไปสู่การวิเคราะห์แก้ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทด้านดนตรีนาฏศิลป์ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้งด้านการเชื่อมโยงความรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น คือ ด้านดนตรีนาฏศิลป์ และ การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tanyarattanasrisakul et al. (2022) ในงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่าทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ GPAS 5 steps สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้เนื่องจากกระบวนการ GPAS 5 steps มีขั้นตอนที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กันและมีจุดเด่นอยู่ที่ขั้นสังเกต รวบรวมข้อมูล (G) ซึ่งเป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง และ ขั้นวิเคราะห์และสรุปความรู้ (P) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาทาง

คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติและข้อมูล ผ่านกิจกรรม โดยนักเรียนต้องระบุว่าแต่ละขั้นตอนของการสร้างนวัตกรรมนั้นเกี่ยวข้องกับข้อมูลประเภทใด อย่างไร และนักเรียนสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นด้วยวิธีใด จึงทำให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งด้านการเชื่อมโยงระหว่างความรู้คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น นอกจากนี้งานวิจัยของ Khunwiset (2021) ในงานวิจัย เรื่อง การศึกษาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เนื่องจากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่มีการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การนำเข้าสู่ความรู้ ที่ใช้การเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ทำให้นักเรียนได้ร่วมกันทบทวนความรู้เดิมที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ ให้มีความพร้อมก่อนจะเชื่อมโยงความรู้ใหม่ ขั้นตอนที่ 2 การสร้างความรู้ ที่ให้นักเรียนได้ทดลอง ค้นหาสังเกต และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความรู้เดิมจากขั้นตอนที่ 1 และ ขั้นตอนที่ 4 การนำความรู้ไปใช้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงความรู้ที่ได้สร้างมากับโจทย์ใหม่ๆ ที่สร้างขึ้นด้วยตนเอง ตลอดจนเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์ชีวิตจริง เมื่อนำผลดังกล่าวมาพิจารณาในบริบทด้านนาฏดุริยางคศิลป์ จะพบว่ามีผลสอดคล้องกัน กล่าวคือ ศาสตร์ทางศิลป์โดยเฉพาะนาฏศิลป์และดุริยางคศิลป์ ล้วนต้องอาศัยความเข้าใจในเชิงโครงสร้าง พื้นที่และมิติ เช่น การจัดวางผู้แสดงบนเวที (Stage Blocking) จำเป็นต้องอาศัยการคำนวณพื้นที่ผิวของเวที การกำหนดระยะห่างของนักแสดง การออกแบบท่ารำหรือการจัดวงดนตรีก็ต้องใช้ความเข้าใจด้านปริมาตรเสียงและการสะท้อนเสียงในห้องแสดง การที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในงานนาฏดุริยางคศิลป์ได้ จึงสะท้อนถึงการพัฒนากิจกรรมบูรณาการข้ามศาสตร์ (Interdisciplinary Integration) อีกทั้ง งานวิจัยของ Gulgate (2020) ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมคิดเชิงนวัตกรรม โดยใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิทยาลัยนาฏศิลปสุพรรณบุรี ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความรู้เรื่องโครงงานเป็นฐานก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน ที่เป็นเช่นนี้เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาความรู้ ได้ทำกิจกรรมพัฒนากิจกรรมกระบวนการคิด และสามารถประยุกต์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในกระบวนการแสวงหา แก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้ได้ครบถ้วนกว่าการเรียนการสอนปกติ

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 คะแนนก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 8.90 คะแนน และ คะแนนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 26.10 คะแนน ที่เป็นเช่นนี้เพราะการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีกระบวนการขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นขั้นระบุ แยกแยะปัญหา ค้นหาข้อมูล และเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการ (Main Idea) และ เชื่อมโยง (Connections) ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดกับประสบการณ์เดิม ขั้นที่ 2 ระดมความคิด เป็นขั้นออกแบบวิธีการและเลือกกลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยใช้การระดมความคิด (Brainstorm) แสวงหาเชื่อมโยง ขั้นที่ 3 แก้ปัญหา เป็นขั้นที่เขียนแสดงการดำเนินการแก้ปัญหา (Solve) อย่างเป็นลำดับขั้นตอน หรือ สร้างผลงานชิ้นงานที่เป็นรูปธรรมลงมือปฏิบัติ ขั้นที่ 4 เขียนสรุปคำตอบ เป็น

ขั้นที่จัดวิธีแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ได้ให้ง่ายต่อการเข้าใจ และเหตุผลที่ใช้ในการหาคำตอบเขียนสรุปคำตอบ ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงาน เป็นขั้นแลกเปลี่ยน สื่อสาร เกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา ข้อสรุป หรือ ผลงาน/ชิ้นงานของตนเองและผู้อื่น นำเสนอผลงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kongwichian (2020) ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน โดยขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ ขั้นที่ 5 นำเสนอชิ้นงานและประเมินผล ที่ทำให้นักเรียนได้ใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถสร้างสรรค์ผลงานอาศัยฐานความรู้ดังกล่าว นอกจากนี้ Charnrit (2022) ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถการคิดและแปลงปัญหา ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete Pictorial Abstract เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครสวรรค์ เขต 2 ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยอาศัยการวัด การตวง และใช้สื่อวัตถุที่เป็นรูปธรรม จากนั้นเชื่อมโยงความรู้เข้ากับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ให้สามารถคิดและแปลงปัญหาสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเข้ากับบริบททางคณิตศาสตร์ได้

3. ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 เจตคติก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.45 อยู่ในระดับไม่แน่ใจ และ เจตคติหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 อยู่ในระดับเห็นด้วย ที่เป็นเช่นนี้เพราะวิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความรู้กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะในบริบทงานดนตรีนาฏศิลป์ ซึ่งสอดคล้องกับสาขาวิชาเอกของนักเรียน นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับการปฏิบัติจริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Inpoolwong (2016) ในงานวิจัย เรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อคณิตศาสตร์ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD โดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วย เนื่องจาขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD นักเรียนจะช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการฝึกทักษะการเรียนรู้ตามเรื่องนั้น สมาชิกในกลุ่มจะช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มอย่างเต็มที่เพื่อให้กลุ่มได้รางวัล ทำให้สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือกันเป็นอย่างดีที่สุด ช่วยกันเรียนไม่ว่าเรียนเก่งหรืออ่อน นอกจากนี้ งานวิจัยของ Wiwanthamongkhon & Chaona (2020) ในการวิจัย เรื่อง การศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกโดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้านเกี่ยวกับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ในด้านคุณภาพการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ได้รับความรู้และเกิดทักษะ เกิดกระบวนการคิด มีความคิดสร้างสรรค์ จากการลงมือปฏิบัติ อาจเป็นเพราะวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน

9. ข้อเสนอแนะงานวิจัย (Recommendation)

9.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัย พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ในภาพรวมอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.03 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.33) ทั้งนี้เนื่องมาจากวิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีการแก้ปัญหา เชื่อมโยงปัญหา สื่อสาร และสื่อความหมายออกมาเป็นชิ้นงานที่เป็นรูปธรรม ดังนั้น ครูควรจึงนำวิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกไปใช้สอนในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆ

2. จากผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.90 คะแนน และ คะแนนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.10 คะแนน ทั้งนี้เนื่องมาจากวิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสามารถเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับงานดนตรีนาฏศิลป์ ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ครูควรใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกในเรื่องอื่นๆ

3. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรอธิบายขั้นตอนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ทั้ง 5 ขั้นตอนอย่างละเอียดชัดเจน ควรมีการฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่มให้นักเรียนรู้จักบทบาทของตนเองในการร่วมกิจกรรมกลุ่ม

9.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก กับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบอื่นๆ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education กระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยครูจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์บูรณาการร่วมกับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ

10. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับจัดสรรงบประมาณจากโครงการทุนวิจัยการเรียนการสอน สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2568 รหัสโครงการ ร23/2568 ขอขอบคุณสถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ที่จัดสรรทุนวิจัย

11. เอกสารอ้างอิง (References)

- Beyer, B. K. (1997). *Improving Student's Thinking: A Comprehensive Approach*. Allyn & Bacon.
- Charnrit, M. (2022). *Development of Thinking and Problem Transformation Abilities Through Concrete Pictorial Abstract Learning Activities on Surface Area and Volume for Grade 9 Students Under Nakhon Sawan Primary Educational Service Area Office 2*. [Unpublished Master's thesis]. Nakhon Sawan Rajabhat University]. (In Thai)

- Clark, J. H. (1990). *Patterns of Thinking: Integrating Learning Skills in Content Teaching*. Allyn & Bacon.
- Crawford, M. (2001). *Teaching Contextually: Research, Rationale, and Techniques for Improving Student Motivation and Achievement*. CCI Publishing.
- Fisher, K. H. (2010). *The Impact of Graphic Organizers and Metacognitive Monitoring Instruction on Expository Science Text Comprehension in Fifth Grade Students*. [Doctoral dissertation, North Carolina State University]. NC State University Libraries. <http://www.lib.ncsu.edu/resolver/1840.16/6198>.
- Gould, J. A., & Gould, E. (1999). *Four Square Writing Method for Grades 1–3*. Teaching & Learning Company.
- Gulgate, T. (2020). The Development of Innovative Thinking Skills On Project-based Learning for Grade 12 Students at Suphanburi College of Dramatic Arts. *Patanasilpa Journal*, 4(2), 106–115. (In Thai)
- Inpoolwong, N. (2016). *Mathematics Learning Achievement, Attitudes Toward Mathematics, and Group Work Behavior of Grade 6 Students Learning Through Cooperative Learning Using STAD Technique*. [Unpublished Master's thesis]. Burapha University. (In Thai)
- Kaemmanee, T. (2017). *The Science of Teaching: Knowledge for Effective Learning Process* (21st ed.). Chulalongkorn University Press. (In Thai)
- Khunwiset, T. (2021). The Study of Mathematical Knowledge Connection Skills by Teaching Styles that Develop of Mathematical Knowledge Connection Skills in Inequality for Mathayomsuka 3 Students. [Master's thesis, Silpakorn University]. Silpakorn University Institutional Repository. <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/3561>. (In Thai)
- Kongwichian, S. (2020). *The Development of Mathematics Process and Skills of Surface Area and Volume by Design Thinking Process of Ninth Grade Students*. [Master's thesis, Silpakorn University]. Silpakorn University Institutional Repository. <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/3310>. (In Thai)
- Limond, L. (2012). A Reading Strategy Approach to Mathematical Problem Solving. *Illinois Reading Council Journal*, 40(2), 31–42. https://mathandliteracywebsite.weebly.com/uploads/1/9/0/4/19046679/article_1.pdf.
- Mevarech, Z. R., & Kramarski, B. (1997). Improve: A Multidimensional Method for Teaching Mathematics in Heterogeneous Classrooms. *American Educational Research Journal*, 34(2), 365–394. <https://doi.org/10.3102/00028312034002365>.
- Office of the Basic Education Commission. (2017). *Indicators and Core Learning Content for Mathematics Learning Area (Revised Edition 2017) According to the Basic Education Core Curriculum 2008*. Agricultural Cooperative Federation of Thailand Printing House. (In Thai)
- Office of the Education Council. (2007). *Guidelines for Learner-Centered Learning Management: Problem-Based Learning Management*. Agricultural Cooperative Federation of Thailand Printing House. (In Thai)
- Office of the Regional Education Office 15. (2024). *Report on the Analysis of Ordinary National Educational Test (O-NET) Results in Inspectorate Area 15*. <https://reo15.moe.go.th/wp-content/uploads/2022/08/O-Net-66.pdf>. (In Thai)

- Panich, V. (2012). *Pathways to Creating Learning for Students in the 21st Century*. Sodsri-Saridwongsa Foundation. (In Thai)
- Sangpom, W. (2015). *Mathematics Project Development for Secondary Education*. Hi-Ed Publishing. (In Thai)
- Suntronnun, S., & Sumirattana, S. (2023). Effects of Learning Based on Realistic Mathematics Education to Mathematical Connection Ability and Attitude Towards Mathematics of Prathomsuksa Five Students. *Journal of MCU Nakhondhat*, 10(3), 249–262. (In Thai)
- Suwannarat, W., & Thipkhiri, M. (2015). *Mathematics Project Learning Management Handbook*. Academic Quality Development Office. (In Thai)
- Tanyarattanasrisakul, M., Rodyoo, M., Sriprom, S., & Chaowatthanakun, K. (2022). The Development of Mathematical Connection and Innovative Thinking Skills of Matthayomsuksa 6 Students by Using GPAS 5 Steps Learning Process Through Professional Learning Community. *Social Science Research Journal*, 13(2), 129–149. (In Thai)
- Wiwanthamongkhon, P., & Chaona, S. (2020). An Investigation of 6th Grade Students' Attitudes Towards Mathematics Through Active Learning. *Journal of Educational Review Faculty of Education in MCU*, 7(3), 85–95. (In Thai)
- Yoelao, D. (2014). *The Study of PBL-Based Learning Management from the Knowledge Building Project to Enhance the Skills of the 21st Century of Children and Youth: Based on the Success Experiences of Thai Schools*. Thippawisut. (In Thai)
- Zollman, A. (2009). *Students Use Graphic Organizers to Improve Mathematical Problem-Solving Communication*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ868542.pdf>.