การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตะวัน ทองสรรค์*[1]

pirch98@hotmail.com*

ส่งบทความ 13 สิงหาคม 2569 แก้ไข 28 กันยายน 2569 ตอบรับ 29 กันยายน 2569

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย 3) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา ตัวอย่างในการศึกษาปัญหาและความต้องการ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนารีนุกูล จำนวน 234 คน และครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 18 คน ผู้ทรงคุณวุฒิ ในการประเมินรูปแบบ จำนวน 6 ท่าน และ ตัวอย่างในการทดลองใช้รูปแบบ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนนารีนุกูล จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถามปัญหาและความต้องการ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 40 แผน แบบประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 20 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 15 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน

ผลการวิจัยพบว่า

1) การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังเน้นการอธิบายเนื้อหาและการฝึกทำแบบฝึกหัดเป็นหลัก ส่งผลให้นักเรียนมุ่งจดจำวิธีการคำนวณมากกว่าการทำความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และมีข้อจำกัดในการเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ โดยนักเรียนมีปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.18, S.D.=0.54) และต้องการกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้เผชิญสถานการณ์ปัญหา ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กระบวนการเรียนการสอน สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยมีกระบวนการเรียนการสอนตาม P4S Model 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและกระตุ้นความรู้เดิม (Present) ขั้นสำรวจและค้นหาข้อมูล (Survey) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solve) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Share) และขั้นสรุปความคิดรวบยอด (Summarize) ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.21, S.D.= 0.45)

3) นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05 (t=18.62) และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05 (t= 16.84) และ

4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.29, S.D.=0.53)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้, การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, การสืบเสาะหาความรู้, มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

* ผู้ประพันธ์บรรณกิจ

[1] โรงเรียนนารีนุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี-อำนาจเจริญ

The Development of a Learning Management Model Using Problem-Based Learning Integrated with Inquiry-Based Learning on Analytic Geometry and Conic Sections to Enhance Mathematical Conceptual Understanding and Creative Problem-Solving Ability among Grade 10 Students

Tawan Thongsan*[1]
pirch98@hotmail.com*

Received: August 13, 2026Revised: September 28, 2026 Accepted: September 29, 2026

Abstract

This research aimed to: 1) investigate the problems and needs in learning management on Analytic Geometry and Conic Sections to enhance mathematical conceptual understanding and creative problem-solving ability among Grade 10 students; 2) develop a learning management model integrating Problem-Based Learning with Inquiry-Based Learning on Analytic Geometry and Conic Sections; 3) compare students' mathematical conceptual understanding and creative problem-solving ability before and after learning through the developed model; and 4) investigate students' satisfaction with the developed learning management model. This study employed a research and development approach. The samples for the investigation of problems and needs consisted of 234 Grade 10 students at Narinukun School and 18 mathematics teachers. Six experts participated in evaluating the appropriateness of the developed model. The sample for the implementation of the model consisted of 40 Grade 10/5 students at Narinukun School during the second semester of the 2025 academic year, selected through cluster random sampling. The research instruments included an interview form, a questionnaire on problems and needs, the learning management model, 40 lesson plans, a 30-item mathematical conceptual understanding assessment, a 20-item creative problem-solving ability assessment, and a 15-item satisfaction questionnaire. Data were analyzed using frequency, percentage, mean, standard deviation, and a dependent samples t-test.

The research findings revealed that:

1) the existing mathematics learning management primarily emphasized content explanation and practice exercises, leading students to focus more on memorizing computational procedures than on developing mathematical conceptual understanding, with limitations in connecting and applying knowledge to new problem situations. Overall, the students' problems and needs regarding learning management were at a high level ($\overline{X}$ =4.18, S.D.=0.54). They expressed a need for learning activities that provided opportunities to engage with problem situations, independently seek knowledge, exchange ideas through discussion, and connect mathematical knowledge with real-life situations;

2) the developed learning management model consisted of five components: principles of the learning management model, objectives of the learning management model, instructional process, learning media and resources, and measurement and evaluation. The instructional process, referred to as the P4S Model, comprised five steps: Present-presenting problem situations and activating prior knowledge; Survey-exploring and searching for information; Solve-designing problem-solving approaches; Share-presenting problem-solving approaches; and Summarize-summarizing conceptual understanding. The overall appropriateness of the developed model was at a high level ($\overline{X}$ =4.21, S.D.=0.45);

3) the students' mathematical conceptual understanding after learning through the developed model was significantly higher than before learning at the .05 level (t = 18.62), and their creative problem-solving ability after learning was also significantly higher than before learning at the .05 level (t = 16.84); and

4) the students' overall satisfaction with the developed learning management model was at a high level ($\overline{X}$ =4.29, S.D.=0.53).

Keywords: Learning Management, Problem-Based Learning, Inquiry-Based Learning, Mathematical Conceptual, Creative Problem-Solving

* Corresponding Author
[1] Narinukun School, under the Ubon Ratchathani–Amnat Charoen Secondary Educational Service Area Office

บทนำ

การพัฒนาคุณภาพผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาในปัจจุบัน โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา และการคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้สามารถปรับตัวและดำรงชีวิตในสังคมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579 ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะตามความต้องการของศตวรรษที่ 21 และสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) รวมทั้งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่กำหนดให้สถานศึกษาจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิด การแก้ปัญหา และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาสมรรถนะดังกล่าว เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ และมีแบบแผน ตลอดจนส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้งด้านการแก้ปัญหา การสื่อสาร การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นการถ่ายทอดความรู้ การจดจำสูตร และขั้นตอนการคำนวณ อาจทำให้ผู้เรียนสามารถดำเนินการตามแบบอย่างได้ แต่ยังไม่สามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง ส่งผลต่อความสามารถในการเชื่อมโยงองค์ความรู้ การอธิบายเหตุผล และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะเมื่อผู้เรียนต้องเผชิญกับปัญหาที่ไม่มีขั้นตอนหรือวิธีการหาคำตอบที่กำหนดไว้อย่างชัดเจน การมีเพียงความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural Knowledge) จึงอาจไม่เพียงพอต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น ทั้งนี้ Eggen และ Kauchak (2012) ชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายทอดความรู้เพียงอย่างเดียวจำกัดบทบาทของผู้เรียนและไม่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและความเข้าใจเชิงมโนทัศน์อย่างแท้จริง ดังนั้น การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ สำรวจ ความสัมพันธ์ อธิบายเหตุผล เชื่อมโยงความรู้ และสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง ควบคู่กับการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

แนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีศักยภาพในการพัฒนาการคิดและการแก้ปัญหา ได้แก่ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ซึ่งใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการกระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหา แสวงหาความรู้ และนำความรู้มาใช้ในการหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง (Barrows, 2000; Savery, 2006) อย่างไรก็ตาม หากผู้เรียนยังมีความรู้เดิมหรือมโนทัศน์พื้นฐานไม่เพียงพอ การใช้ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนการเรียนรู้เพียงอย่างเดียวอาจทำให้ผู้เรียนมุ่งค้นหาวิธีการหรือคำตอบ โดยยังไม่ได้สำรวจและตรวจสอบความสัมพันธ์ของแนวคิดอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้การเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อาจเกิดขึ้นได้ไม่สมบูรณ์ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning: IBL) จึงสามารถนำมาเสริมกระบวนการดังกล่าว เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตั้งคำถาม สำรวจ ตั้งสมมติฐาน รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ตรวจสอบความสัมพันธ์ และสร้างข้อสรุปจากหลักฐานด้วยตนเอง (Joyce, Weil, & Calhoun, 2015; Bruner, 1961; Dewey, 1938) กระบวนการดังกล่าวเป็นกลไกทางพุทธิปัญญาที่ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ ตรวจสอบและปรับโครงสร้างความรู้จนนำไปสู่ความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมาย ขณะเดียวกัน การตั้งสมมติฐาน การสำรวจทางเลือก และการตรวจสอบวิธีการที่แตกต่างกัน ยังเอื้อต่อการคิดหาแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลายและการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา ดังนั้น การบูรณาการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จึงเป็นการเชื่อมโยงกระบวนการเรียนรู้ที่มีบทบาทเสริมกัน โดยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำหน้าที่สร้างบริบทของปัญหาที่มีความหมายและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการเรียนรู้และแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหา ขณะที่การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้ผู้เรียนสำรวจ สืบค้นข้อมูล ตรวจสอบความสัมพันธ์ และใช้หลักฐานในการสร้างความเข้าใจและข้อสรุปด้วยตนเอง ตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล และสร้างข้อสรุปจากหลักฐานจนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม ยังมีความจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการกลไกของทั้งสองแนวทาง

อย่างเป็นระบบ โดยกำหนดลำดับขั้นตั้งแต่การเผชิญสถานการณ์ปัญหา การสำรวจและค้นหาความสัมพันธ์ การออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา การแลกเปลี่ยนตรวจสอบแนวคิด จนถึงการสรุปมโนทัศน์ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ควบคู่กับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สำหรับบริบทของโรงเรียนนารีนุกูล เมื่อพิจารณาข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่ศึกษา (ห้อง ม.4/5–ม.4/12) ย้อนหลัง 3 ปีการศึกษา พบว่า ปีการศึกษา 2565 นักเรียนจำนวน 333 คน มีคะแนนเฉลี่ย 72.25 คะแนน ปีการศึกษา 2566 นักเรียนจำนวน 321 คน มีคะแนนเฉลี่ย 70.88 คะแนน และปีการศึกษา 2567 นักเรียนจำนวน 317 คน มีคะแนนเฉลี่ย 73.50 คะแนน (โรงเรียนนารีนุกูล, 2567) แม้ว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมจะอยู่ในระดับค่อนข้างดี แต่เมื่อพิจารณาความสามารถที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังพบข้อจำกัดในการเชื่อมโยงแนวคิด การอธิบายเหตุผล และการประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน นอกจากนี้ ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ปีการศึกษา 2565 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 27.18 และปีการศึกษา 2566 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33.91 (โรงเรียนนารีนุกูล, 2567) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ายังมีความจำเป็นในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยเฉพาะการทำความเข้าใจและเชื่อมโยงแนวคิด การให้เหตุผล และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อพิจารณาเนื้อหาเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องอาศัยความเข้าใจและการเชื่อมโยงแนวคิดหลายประการทั้งความสัมพันธ์ระหว่างสมการ พิกัด กราฟ และสมบัติทางเรขาคณิต ผู้เรียนจำเป็นต้องสามารถแปลความหมายระหว่างการแสดงแทนทางพีชคณิตและทางเรขาคณิต วิเคราะห์เงื่อนไขและความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนเลือกใช้แนวคิดและวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา หากผู้เรียนเรียนรู้โดยมุ่งจดจำสูตรหรือขั้นตอนการคำนวณโดยปราศจากความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ย่อมเป็นข้อจำกัดต่อการเชื่อมโยงความรู้และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่แตกต่างจากตัวอย่างเดิม โดยเฉพาะสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้ใช้แนวทางในการแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธี จากสภาพปัญหาและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงจุดเด่นของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับกระบวนการสร้างความรู้ของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการเรียนรู้ แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสำรวจ ค้นหา ตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล สร้างและเลือกแนวทางแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนและตรวจสอบแนวคิด ตลอดจนสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยคาดว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจะเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย สามารถเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ความรู้ คิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ อันเป็นสมรรถนะสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวยเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
3. เพื่อทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Research-R_1: Analysis) ผู้วิจัยศึกษาปัญหาและความต้องการจากแหล่งข้อมูลด้านเอกสาร ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือ ตำรา เอกสารทางวิชาการ งานวิจัย วิทยานิพนธ์ และบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แหล่งข้อมูลด้านบุคคล ประกอบด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนารีนุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี–อำนาจเจริญ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 623 คน โดยมีตัวอย่าง 234 คน ซึ่งกำหนดขนาดตัวอย่างจากตารางของ Krejcie และ Morgan (1970) และสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนนารีนุกูล จำนวน 18 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ศึกษาตัวแปร คือ ปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดำเนินการวิจัยในช่วงเดือนพฤศจิกายน–ธันวาคม พ.ศ. 2567

ขั้นที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Development–D_1: Design and Development) ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ท่าน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบลูกโซ่ (Snowball Sampling) ประกอบด้วย ผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอก และมีประสบการณ์สอนระดับอุดมศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 3 ท่าน และครูผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ดำเนินการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ และประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยใช้การสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ตัวแปรที่ศึกษา คือ ความคิดเห็นต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดำเนินการวิจัยในช่วง เดือนมกราคม–มีนาคม พ.ศ. 2568

ขั้นที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Research–R_2: Implementation) ตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ตัวแปรตาม ได้แก่ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบเป็นเวลา 40 ชั่วโมง จำนวน 40 ครั้ง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

ขั้นที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Development – D_2: Evaluation) ตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างเดียวกับที่ใช้ในการทดลองใช้รูปแบบ ดำเนินการประเมินความพึงพอใจภายหลังการทดลองใช้รูปแบบ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ และเพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ หลังสิ้นสุดการทดลอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กรอบแนวคิดหรือแบบแผนเชิงระบบที่กำหนดองค์ประกอบและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนสามารถออกแบบและดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันจะนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถคิด วิเคราะห์ และประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างเหมาะสมในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ และเปรียบเทียบองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้สำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน มี 5 องค์ประกอบ คือ หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ กระบวนการเรียนการสอน สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

2. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์ปัญหา แสวงหาความรู้ และร่วมกันหาแนวทางแก้ไขผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือและการแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น ปัญหาที่นำมาใช้มักเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง มีความท้าทาย และเปิดโอกาสให้คิดได้หลากหลายแนวทาง เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

3. การเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการแสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการตั้งคำถาม การสำรวจ ค้นคว้า สืบค้นข้อมูล การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน และการสรุปองค์ความรู้หรือคำตอบอย่างมีเหตุผล โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก สนับสนุน และจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างเป็นระบบ การให้เหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่น ความรับผิดชอบ ตลอดจนความสามารถในการแก้ปัญหาและประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นการคิดเชิงเหตุผล การแก้ปัญหา และการสร้างความเข้าใจเชิงแนวคิดด้วยตนเอง

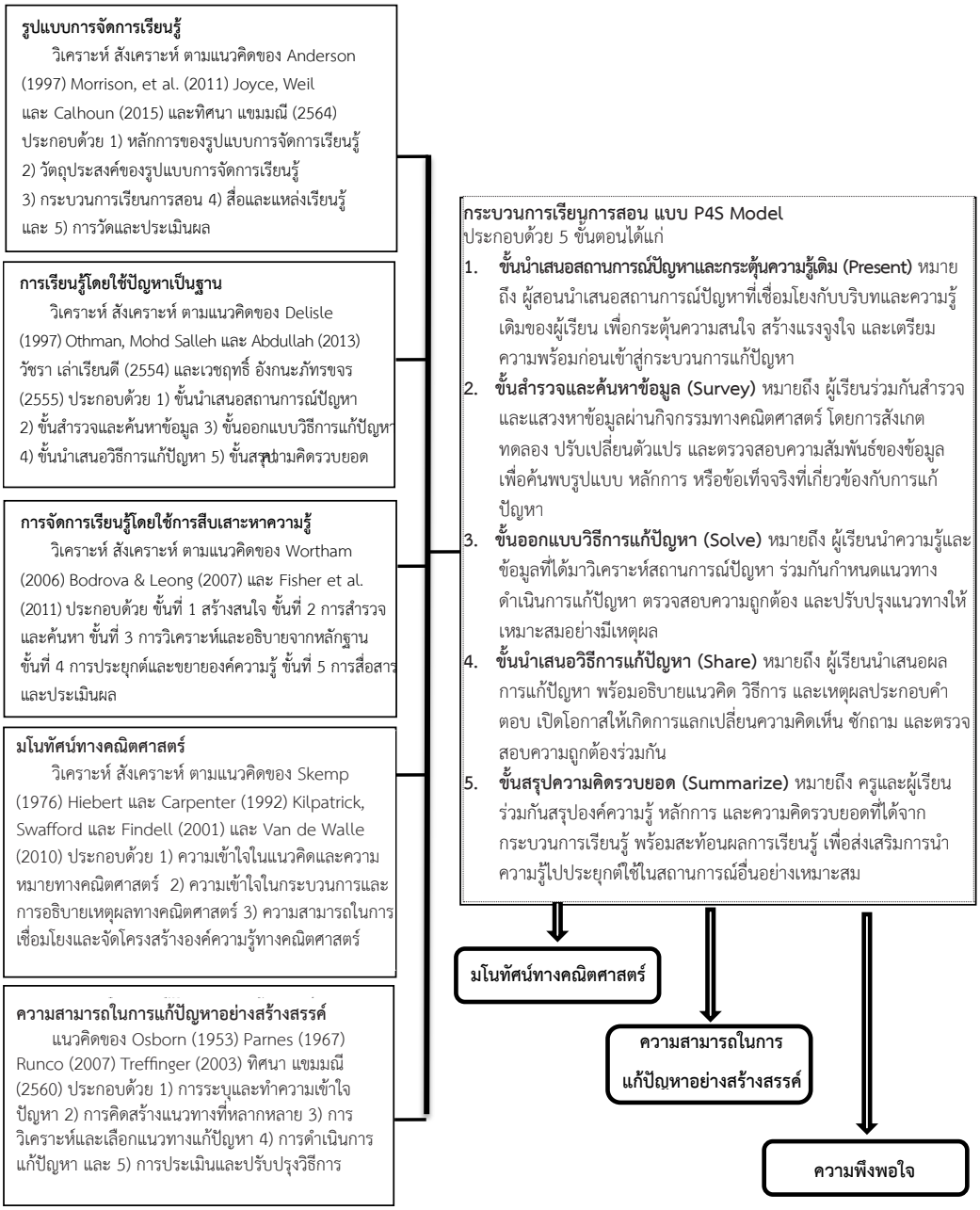
4. การส่งเสริมมโนทัศน์ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนให้สามารถรับรู้ จัดระบบ เชื่อมโยง และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ หรือความสัมพันธ์ขององค์ความรู้ได้อย่างถูกต้องและมีความหมาย โดยผู้เรียนสามารถอธิบาย ตีความ เปรียบเทียบ และนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม ประกอบด้วย ความเข้าใจในแนวคิดและความหมายทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจในกระบวนการและการอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงและจัดโครงสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการระบุและทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์สาเหตุหรือเงื่อนไขของปัญหา คิดค้นแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายและสร้างสรรค์ เลือกวิธีการที่เหมาะสม และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผลและมีประสิทธิภาพ โดยสามารถปรับเปลี่ยนหรือพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้ ประกอบด้วย การระบุและทำความเข้าใจปัญหา การคิดสร้าง

แนวทางที่หลากหลาย การวิเคราะห์และเลือกแนวทางแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินและปรับปรุงวิธีการ

6. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติทางบวกของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ อันเกิดจากการที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความต้องการ ความคาดหวัง และความสนใจของตน ซึ่งแสดงออกในรูปของความชอบ ความประทับใจ การยอมรับ และความเต็มใจในการมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยแบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดำเนินการศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยศึกษาจากแหล่งข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อมูลด้านเอกสาร ประกอบด้วย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือ ตำรา เอกสารทางวิชาการ งานวิจัย วิทยานิพนธ์ และบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แผนการจัดการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจ 2) ข้อมูลด้านบุคคล ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนนารีนุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี–อำนาจเจริญ จำนวน 18 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 623 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางของ Krejcie และ Morgan (1970) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 234 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถาม เครื่องมือผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.80-1.00 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยนำผลการศึกษาจากขั้นที่ 1 มาสังเคราะห์ร่วมกับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) กระบวนการเรียนการสอน 4) สื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 5) การวัดและประเมินผล พร้อมทั้งจัดทำคู่มือการใช้รูปแบบ แผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยนำร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบ แผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้อง และความเหมาะสมก่อนนำไปทดลองใช้ โดยเครื่องมือวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.80–1.00 จากนั้นปรับปรุงเครื่องมือตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ โดยแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีค่าความยากมีค่าตั้งแต่ 0.38–0.77 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.29–0.65 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 ส่วนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีค่าความยากมีค่าตั้งแต่ 0.36–0.75 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.31–0.68 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 ภายหลังการตรวจสอบและปรับปรุงเครื่องมือ ผู้วิจัยนำร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้และเอกสารประกอบเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ท่าน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบลูกโซ่ (Snowball Sampling) เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลตามเกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของ บุญชม ศรีสะอาด (2560) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด 3.51–4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก 2.51–3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง 1.51–2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย และ 1.00–1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ขั้นที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ภายหลังจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือผ่านการตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ผู้วิจัยนำรูปแบบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนนารีนุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี–อำนาจเจริญ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) จากนั้นจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น พร้อมทั้งเก็บคะแนนระหว่างเรียนจากกิจกรรม แบบฝึกหัด และการประเมินระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาคำนวณประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เมื่อสิ้นสุดการทดลองดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) เพื่อนำคะแนนมาคำนวณประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) และหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 80/80 นอกจากนี้ ผู้วิจัยเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (Dependent Samples t-test)

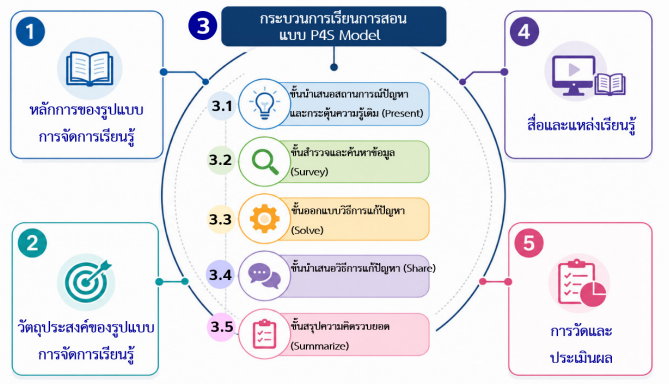
ขั้นที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ เครื่องมือผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.80-1.00 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 40 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมแปลผลระดับความพึงพอใจตามเกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของบุญชม ศรีสะอาด (2560) ดังนี้ 4.51–5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด 3.51–4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก 2.51–3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง 1.51–2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย 1.00–1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

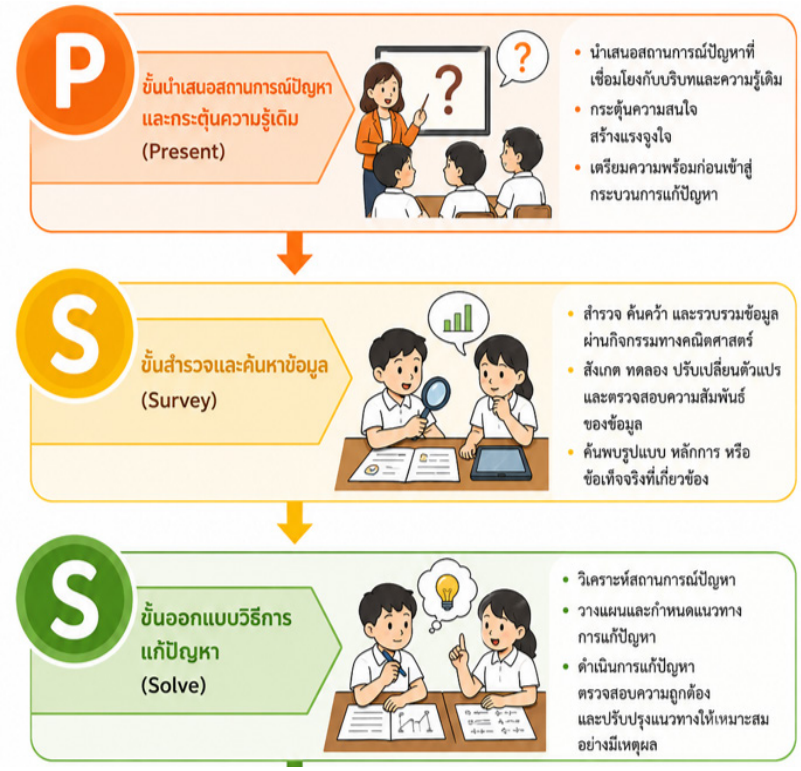
1. ผลการศึกษาปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ และประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลการศึกษาปัญหาและความต้องการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีปัญหาและความต้องการ ในการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.18, S.D.=0.54) โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันยังเน้นการอธิบายเนื้อหาและการฝึกทำแบบฝึกหัดเป็นหลัก ส่งผลให้ผู้เรียนมุ่งจดจำวิธีการคำนวณมากกว่าการทำความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้และประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้นักเรียนยังมีความต้องการให้ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ได้เผชิญสถานการณ์ปัญหา ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ การคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทั้งนี้ นักเรียนเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยง

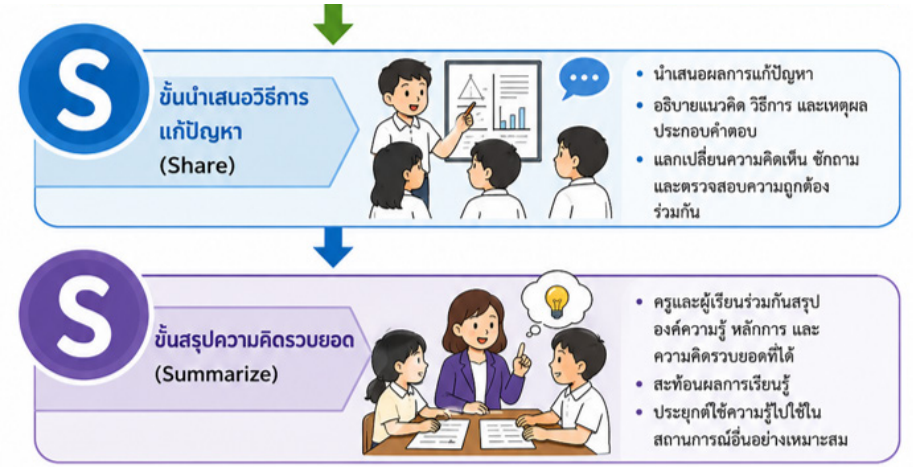
กับสถานการณ์ในชีวิตจริงจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) กระบวนการเรียนการสอน 4) สื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 5) การวัดและประเมินผล โดยกระบวนการเรียนการสอน P4S Model ประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและกระตุ้นความรู้เดิม (Present) ขั้นสำรวจและค้นหาข้อมูล (Survey) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solve) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Share) และขั้นสรุปความคิดรวบยอด (Summarize)



ภาพที่ 2 แผนผังรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์





ภาพที่ 3 แผนผังกระบวนการเรียนการสอน แบบ P4S Model

ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.21, S.D.=0.45) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้านมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยด้านกระบวนการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\overline{X}$ =4.35, S.D.=0.41) รองลงมา ได้แก่ ด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบ ($\overline{X}$ =4.25, S.D.= 0.43) ด้านหลักการของรูปแบบ ($\overline{X}$ =4.20, S.D.=0.45) ด้านการวัดและประเมินผล ($\overline{X}$ =4.15, S.D.=0.46) และด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 4.10, S.D. = 0.48) ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1. ด้านหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.20	0.45	มาก
2. ด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.25	0.43	มาก
3. ด้านกระบวนการเรียนการสอน	4.35	0.41	มาก
4. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้	4.10	0.48	มาก
5. ด้านการวัดและประเมินผล	4.15	0.46	มาก
รวม	**4.21**	**0.45**	**มาก**

3. ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน พบว่า ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียน โดยเมื่อพิจารณาจำแนกตามองค์ประกอบย่อย มีผลดังนี้

3.1 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม พบว่า นักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.35 คะแนน (S.D.=2.48) และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.75 คะแนน (S.D.=2.16) เมื่อพิจารณาจำแนกตามองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความเข้าใจแนวคิดและความหมายทางคณิตศาสตร์ 2) ด้านความเข้าใจกระบวนการและการอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ 3) ด้านการเชื่อมโยง

และจัดระบบความรู้ทางคณิตศาสตร์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกด้าน แสดงให้เห็นว่าภายหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น นักเรียนมีพัฒนาการด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมทุกองค์ประกอบปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบ

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	
1. ด้านความเข้าใจแนวคิดและความหมายทางคณิตศาสตร์	10	5.20	1.02	8.35	0.84	11.48*
2. ด้านความเข้าใจกระบวนการและการอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์	10	5.10	1.08	8.20	0.89	10.96*
3. ด้านการเชื่อมโยงและจัดระบบความรู้ทางคณิตศาสตร์	10	5.05	1.12	8.20	0.91	10.72*
รวม	**30**	**15.35**	**2.48**	**24.75**	**2.16**	**18.62***

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.20 คะแนน (S.D.=2.05) และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.85 คะแนน (S.D.=1.72) เมื่อพิจารณาจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 5 ด้าน ได้แก่ 1) การระบุและทำความเข้าใจปัญหา 2) การคิดหาแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย 3) การวิเคราะห์และเลือกแนวทางแก้ปัญหา 4) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 5) การประเมินและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกด้าน สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในทุกองค์ประกอบ ปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำแนกตามองค์ประกอบ

ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	
1. การระบุและทำความเข้าใจปัญหา	4	2.15	0.67	3.45	0.52	9.26*
2. การคิดหาแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย	4	2.05	0.72	3.35	0.55	8.94*
3. การวิเคราะห์และเลือกแนวทางแก้ปัญหา	4	2.00	0.69	3.30	0.57	8.71
4. การดำเนินการแก้ปัญหา	4	2.10	0.66	3.45	0.51	9.48*
5. การประเมินและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา	4	1.90	0.74	3.30	0.58	8.83*
รวม	**30**	**10.20**	**2.05**	**16.85**	**1.72**	**16.84***

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ หลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น พบว่า โดยรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.29, S.D.=0.53) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
1	การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาช่วยกระตุ้นความสนใจและทำให้อยากเรียนรู้	4.25	0.54	มาก
2	กิจกรรมเปิดโอกาสให้ได้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด	4.20	0.56	มาก
3	การสำรวจและสืบค้นข้อมูลเปิดโอกาสให้ได้ค้นหาความรู้และคำตอบด้วยตนเอง	4.30	0.52	มาก
4	กิจกรรมส่งเสริมให้ได้รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา	4.23	0.58	มาก
5	การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเปิดโอกาสให้ได้คิดหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	4.38	0.49	มาก
6	กิจกรรมส่งเสริมให้ได้ใช้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา	4.35	0.48	มาก
7	การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาเปิดโอกาสให้ได้อธิบายแนวคิดและวิธีการของตนเอง	4.28	0.55	มาก
8	กิจกรรมเปิดโอกาสให้ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเรียนรู้แนวทางการแก้ปัญหาจากเพื่อน	4.30	0.52	มาก
9	การสรุปความคิดรวบยอดช่วยให้เข้าใจเนื้อหาและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้น	4.40	0.55	มาก
10	กิจกรรมช่วยให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาได้	4.33	0.53	มาก
11	กิจกรรมช่วยพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา	4.28	0.55	มาก
12	กิจกรรมช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4.43	0.50	มาก
13	สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสมและช่วยสนับสนุนการเรียนรู้	4.18	0.59	มาก
14	บรรยากาศการเรียนรู้ส่งเสริมให้มีส่วนร่วม กล้าคิด และกล้าแสดงความคิดเห็น	4.25	0.54	มาก
15	ความรู้และกระบวนการคิดที่ได้รับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นได้	4.30	0.52	มาก
	รวม	**4.29**	**0.53**	**มาก**

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความต้องการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหา ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์มิได้มุ่งเพียงให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหา สูตร หรือขั้นตอนการคำนวณเท่านั้น แต่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการคิดวิเคราะห์ ให้เหตุผล และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ให้ความสำคัญกับการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการ (2560) กำหนดให้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะดังกล่าว และจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน การที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์ปัญหาและการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Barrows (2000) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นและเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล รวมทั้งสืบค้นข้อมูลเพื่อสร้างความเข้าใจและหาแนวทางแก้ปัญหา และสอดคล้องกับ Savery (2006) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการสืบค้นและการทำงานร่วมกัน จึงสะท้อนให้เห็นว่าความต้องการของนักเรียนเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทในการสร้างองค์ความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเองมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ

จิรานุวัฒน์ เพิ่มชีวา และกัญญารัตน์ โคจร (2567) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05 จึงแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา ค้นคว้าและลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง เป็นแนวทางที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและธรรมชาติของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบัน

2. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 3) กระบวนการเรียนการสอน 4) สื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 5) การวัดและประเมินผล โดยกระบวนการเรียนการสอน แบบ P4S Model ประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและกระตุ้นความรู้เดิม (Present) ขั้นสำรวจและค้นหาข้อมูล (Survey) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solve) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Share) และขั้นสรุปความคิดรวบยอด (Summarize) และผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบดังกล่าวได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยมีการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งนำจุดเด่นของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการสืบเสาะหาความรู้มาบูรณาการให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน โดยองค์ประกอบทั้ง 5 ของรูปแบบสอดคล้องกับแนวคิดของ Anderson (1997), Morrison et al. (2011), Joyce, Weil และ Calhoun (2015) และทิศนา แขมมณี (2564) ซึ่งให้ความสำคัญกับหลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินผลที่สัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ กระบวนการการเรียนการสอน แบบ P4S Model ยังสะท้อนการบูรณาการจุดเด่นของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสืบเสาะหาความรู้ กล่าวคือ เริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหาที่กระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิม จากนั้นผู้เรียนสำรวจและแสวงหาข้อมูล วิเคราะห์และออกแบบแนวทางแก้ปัญหา นำเสนอและแลกเปลี่ยนแนวคิด และร่วมกันสรุปเป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนไม่ได้รับเพียงคำตอบของปัญหา แต่ได้ผ่านกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นตอน จึงอาจเป็นเหตุผลสำคัญที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชีรา ศุภพิมลวรรณ (2563) ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรูปแบบประกอบด้วยหลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล และผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า รูปแบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ ดวงรัตน์ พวงสมบัติ (2565) ที่พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และพบว่า รูปแบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ แสดงให้เห็นว่าการพัฒนารูปแบบที่มีองค์ประกอบและขั้นตอนอย่างเป็นระบบ รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิด วิเคราะห์ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสร้างแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้รูปแบบมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

3. ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นผลจากกระบวนการเรียนการสอนตาม P4S Model ที่แต่ละขั้นมีบทบาทเชื่อมโยงกับการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่อง ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและกระตุ้นความรู้เดิม (Present) ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ปัญหา ทำให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนรู้กับปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ และตระหนักถึงความรู้ที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา อันเป็นพื้นฐานของการสร้างมโนทัศน์ใหม่ ขั้นสำรวจและค้นหาข้อมูล (Survey) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสำรวจ สังเกต ทดลอง ปรับเปลี่ยนตัวแปร และตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วยตนเอง กระบวนการดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนไม่ได้จดจำสูตรหรือข้อสรุป

เพียงอย่างเดียว แต่สามารถค้นพบความสัมพันธ์และสร้างความหมายของแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากหลักฐานที่ได้จากการสำรวจ จึงมีส่วนโดยตรงต่อการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solve) มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เนื่องจากผู้เรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ นำข้อมูลและความรู้ที่ได้จากการสำรวจมาคิดหาแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย พิจารณาความเหมาะสมของแต่ละแนวทาง เลือกวิธีการ ดำเนินการแก้ปัญหา ตลอดจนตรวจสอบและปรับปรุงวิธีการของตนเอง กระบวนการดังกล่าวทำให้ผู้เรียนไม่ได้ยึดติดกับวิธีการแก้ปัญหาเพียงวิธีเดียว แต่ได้ฝึกคิดอย่างยืดหยุ่นและใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Share) ช่วยให้ผู้เรียนได้อธิบายแนวคิด วิธีการ และเหตุผลของตนเอง พร้อมทั้งรับฟัง เปรียบเทียบ และตรวจสอบแนวคิดกับเพื่อน การแลกเปลี่ยนดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นแนวทางแก้ปัญหาที่แตกต่าง ตรวจสอบความถูกต้องของความคิด และปรับโครงสร้างความเข้าใจของตนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงสนับสนุนทั้งการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ขั้นสรุปความคิดรวบยอด (Summarize) เป็นขั้นที่ช่วยเชื่อมโยงประสบการณ์จากการแก้ปัญหาและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ไปสู่การสร้างข้อสรุป หลักการ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นระบบ โดยครูและผู้เรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญสะท้อนกระบวนการคิด และพิจารณาการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น จึงช่วยให้ความรู้ที่เกิดจากกิจกรรมได้รับการจัดระบบและสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ได้ ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า P4S Model มิได้ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งเพียงลำพัง แต่เกิดจากความต่อเนื่องของกระบวนการตั้งแต่การกระตุ้นความรู้เดิม การสำรวจและสร้างความสัมพันธ์ของแนวคิด การคิดและดำเนินการแก้ปัญหา การแลกเปลี่ยนตรวจสอบแนวคิด จนถึงการสรุปและจัดระบบองค์ความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000) ที่ให้ความสำคัญกับการสำรวจ การให้เหตุผล การอภิปราย และการแก้ปัญหาในการสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของภาณุพล โสมูล (2561) สุชีรา ศุภพิมลวรรณ (2563) และปิยธิดา อินทรักษาทรัพย์ (2566) ที่พบว่าการจัด การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างความรู้และเรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาสามารถพัฒนาความเข้าใจและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้มากขึ้น ตั้งแต่การเผชิญสถานการณ์ปัญหา การสำรวจและสืบค้นข้อมูล การคิดหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ตลอดจนการสรุปองค์ความรู้ร่วมกัน ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้และได้รับประสบการณ์ที่แตกต่างจากการเรียนที่เน้นการรับความรู้จากครูเพียงฝ่ายเดียว สอดคล้องกับความต้องการ ความคาดหวัง และความสนใจ และแสดงออกผ่านความชอบ การยอมรับ และความเต็มใจในการมีส่วนร่วมในกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ Good (1973) ที่กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นสภาพหรือระดับความพึงพอใจที่เกิดจากความสนใจและทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และสอดคล้องกับ Wolman (1973) ที่อธิบายว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมายหรือความต้องการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พีรภัทร มาจอมพล (2564) ที่พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.75, S.D.=0.87) และสอดคล้องกับ ดารินทร์ งามสันเทียะ (2563) ที่พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.90, S.D. = 0.58) สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ คิดแก้ปัญหา สื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น สามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายและส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับสูง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรศึกษาหลักการและขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ P4S Model ให้เข้าใจก่อนนำไปใช้ เพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นได้อย่างต่อเนื่องและบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

1.2 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาควรเลือกปัญหาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน มีความท้าทาย และสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เพื่อกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์

1.3 ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจ สืบค้นข้อมูล คิดหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้นและให้คำแนะนำมากกว่าการบอกคำตอบโดยตรง

1.4 ควรจัดเวลาในแต่ละขั้นของกิจกรรมให้เหมาะสม โดยเฉพาะขั้นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและการนำเสนอแลกเปลี่ยนแนวคิด เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนอาจใช้เวลาในการคิดและแก้ปัญหาแตกต่างกัน

1.5 ควรจัดเตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและเพียงพอ เพื่อสนับสนุนการสืบเสาะหาความรู้และช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนระดับชั้นอื่นหรือเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น เพื่อศึกษาความเหมาะสมและประสิทธิผลของรูปแบบในบริบทที่แตกต่างกัน

2.2 ควรศึกษาผลของรูปแบบที่มีต่อตัวแปรอื่น เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดขั้นสูง หรือความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.3 ควรมีการศึกษาความคงทนของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ภายหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาว่านักเรียนสามารถรักษาความรู้และนำกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ได้ในระยะยาวหรือไม่

2.4 ควรเปรียบเทียบผลการใช้รูปแบบกับวิธีการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น เพื่อให้เห็นประสิทธิผลของรูปแบบได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัย

องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ให้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้น กระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ วิเคราะห์ข้อมูล สร้างแนวทางในการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนแนวคิด และสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง อันนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

จิรานุวัฒน์ เพิ่มชีวา และกัญญารัตน์ โคจร. (2567). การพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาตามกรอบ PISA ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด, 18*(2), 197-212. https://so03.tci-thaijo.org/index.php/reru/article/view/275224/

ดวงรัตน์ พวงสมบัติ. (2565). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายผลการวิจัย.* [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา]. https://tdc.thailis.or.th/tdc/dccheck.php?Int_code=4&RecId =3295&obj_id=21502&showmenu=no&userid=0

ดารินทร์ งามสันเทียะ, พินดา วราสุนันท์ และวิชา อุ่นวรรณธรรม. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 43*(3), 15-29. https:// so02.tci-thaijo.org/index.php/EDKKUJ/article/view/240004/

ทิศนา แขมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 21). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2564). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 25). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น (ฉบับปรับปรุงใหม่)* (พิมพ์ครั้งที่ 10). สุวีริยาสาส์น.

ปิยธิดา อินทรักษาทรัพย์. (2566). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการทำงานเป็นทีมด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาวิทยาการคำนวณและการออกแบบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์]. https://tdc.thailis.or.th/tdc/dccheck.php?Int_code=107&RecId=6275&obj_id=39560&showmenu=no&userid=0

พีรภัทร มาจอมพล. (2564). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม]. https://tdc.thailis.or.th/tdc/dccheck.php?Int_code=34&RecId=9056&obj_id= 61263&showmenu=no&userid=0

ภาณุพล โสมูล. (2561). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร]. https://tdc.thailis.or.th/tdc/dccheck.php? Int_code=97&RecId= 11631&obj_id=49842&showmenu=no&userid=0

โรงเรียนนารีนุกูล. (2567). *รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2565–2567.* โรงเรียนนารีนุกูล.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2554). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด.* มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้ สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและการวิจัย.* จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579.* พริกหวานกราฟฟิค.

สุชีรา ศุภพิมลวรรณ. (2563). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความ

สามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารพิชญทรรศน์, 15*(2), 189-199. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/Pitchayatat/article/view/225646

Anderson, T. P. (1997). *Using models of instruction.* Educational Technology Publications.

Barrows, H. S. (2000). *Problem-based learning applied to medical education.* Southern Illinois University School of Medicine.

Bodrova, E., & Leong, D. J. (2007). *Tools of the mind: the Vygotskian approach to early childhood education* (2nd ed.). Pearson/Merrill Prentice Hall.

Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review, 31*(1), 21–32. https://cir.nii.ac.jp/crid/1573950399875006848?lang=en

Delisle, R. (1997). *How to Use Problem-based Learning in the Classroom.* Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).

Dewey, J. (1938). *Experience and education.* Macmillan.

Eggen, P. D., & Kauchak, D. P. (2012). *Strategies and models for teachers: Teaching content and thinking skills* (6th ed.). Pearson Education.

Fisher, K. R., Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. M., Singer, D. G., & Berk, L. E. (2011). *Playing around in school: implications for learning and educational policy.* Oxford University Press.

Good, G. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Hiebert, J., & Carpenter, T. P. (1992). *Learning and teaching with understanding.* Macmillan.

Joyce, B. R., Weil, M., & Calhoun, E. (2015). *Models of teaching* (9th ed.). Pearson Education.

Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: helping children learn mathematics.* National Academy Press.

Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement, 30*(3), 607–610. https://doi.org/10.1177/001316447003000308

Morrison, G. R., Ross, S. M., Kalman, H. K. & Kemp, J. E. (2011). *Designing effective instruction* (6th ed.). John Wiley & Sons.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics.* NCTM.

Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination: principles and procedures of creative problem-solving.* Charles Scribner's Sons.

Othman, H., Mohd Salleh, B. & Abdullah, S. (2013). *5 Ladders of active learning: an innovative learning steps in PBL process.* Proceedings of the 4th International Research Symposium on Problem-Based Learning (IRSPBL).

Parnes, S. J. (1967). *Creative behavior guidebook.* Charles Scribner's Sons.

Runco, M. A. (2007). *Creativity: theories and themes: research, development, and practice.* Elsevier Academic Press.

Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 1*(1), 9–20. https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002

Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching, 77,* 20–26. https://routledgetextbooks.com/textbooks/9780367332051/further-reading.php?

Treffinger, D. J., Isaksen, S. G. & Dorval, K. B. (2003). *Creative problem solving (CPS version 6.1™): A contemporary framework for managing change.* Center for Creative Learning.

Van de Walle, J. A. (2010). *Elementary and middle school mathematics: teaching developmentally* (7th ed). Pearson.

Wolman, B. B. (1973). *Dictionary of behavioral science.* Van Nostrand Reinhold Company.

Wortham, S. C. (2006). *Early childhood curriculum: developmental bases for learning and teaching.* (4th ed.). Merrill/Prentice Hall.