



วารสารอิเล็กทรอนิกส์
ทางการศึกษา

OJED, Vol. 21, No. 2, 2026. Article ID: OJED-21-02-010
Article Info: Received 2 May, 2026; Revised 3 July, 2026; Accepted 8 July, 2026

OJED
An Online Journal
of Education
www.tci-thaijo.org/index.php/OJED

การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
Development of Mathematical Activity Packages Using
Problem-Based Learning to Enhance Mathematical Communication Ability

มุกตภา อยู่เปี่ยม¹ และ จินนดิษฐ์ ละออปักษิณ^{2*}
Muktapa Yu-piam¹ and Jinnadit Laorpaksin^{2*}

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และ 2) ศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมฯ โดย (2.1) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังใช้ชุดกิจกรรมฯ กับเกณฑ์ร้อยละ 60 (2.2) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมฯ และ (2.3) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การวิจัยนี้เป็นการศึกษากลุ่มเดียววัดหลายครั้งแบบอนุกรมเวลา ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.5 โรงเรียนกลุ่มสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ในกรุงเทพฯ จำนวน 38 คน ใช้การเลือกอย่างเจาะจง เครื่องมือวิจัย ได้แก่ ชุดกิจกรรมฯ และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 5 ฉบับ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (one sample t -test) การทดสอบวิลคอกซัน และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า 1) ได้ชุดกิจกรรมฯ 10 กิจกรรม ภายใต้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นการแสดงแนวคิดผ่านการพูดและเขียน 2) ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม พบว่า (2.1) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังใช้ชุดกิจกรรมฯ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($M = 11.64$, $SD = 3.46$) (2.2) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังใช้ชุดกิจกรรมฯ สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมฯ ($M = 9.96$, $SD = 3.88$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2.3) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการดีขึ้น โดยด้านที่มีพัฒนาการดีที่สุดคือความสามารถในด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

คำสำคัญ : ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์, การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

¹ นิสิตมหาวิทยาลัย สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล : muktapa_rose@hotmail.com
Master Student in Division of Mathematics Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University.
Email: muktapa_rose@hotmail.com

² รองศาสตราจารย์ ดร. ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล : jinnadit.l@chula.ac.th
Associate Professor (Ed.D.) in Division of Mathematics Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University.
Email: jinnadit.l@chula.ac.th

Abstract

The purposes of this research were to 1) develop a mathematical activity package using problem-based learning to enhance students' mathematical communication ability, and 2) study the effectiveness of the mathematical activity package by (2.1) comparing the mathematical communication ability of students after using the activity package to the 60% criterion, (2.2) comparing the mathematical communication ability of students before and after using the activity package, and (2.3) studying the development of students' mathematical communication ability using the activity package. This study utilized a one-group pretest-posttest time-series design. The sample consisted of 38 eleventh-grade students from a demonstration school affiliated with a university in Bangkok, selected through purposive sampling. The experimental tools included a mathematical activity package using problem-based learning to enhance mathematical communication ability, and five sets of mathematical communication ability tests. Quantitative data were analyzed using mean, standard deviation, one sample *t*-test, Wilcoxon signed-rank test, and qualitative data were analyzed using content analysis. The research results showed that, 1) ten activity packages were developed based on the problem-based learning (PBL) concept, emphasizing the expression of ideas through speaking and writing, 2) the quality of the mathematical activity package, it was found that (2.1) the mathematical communication ability of students after using the activity package were higher than the 60% criterion at the .05 level of significance ($M = 11.64$, $SD = 3.46$), (2.2) the mathematical communication ability of students after using the activity package was higher than before using the activity package ($M = 9.96$, $SD = 3.88$) at the .05 level of significance, and (2.3) the mathematical communication ability of students were developed in a positive direction, and the ability to use mathematical language and symbols showed the highest level of development.

Keywords: mathematical activity package, problem-based learning, mathematical communication ability

บทนำ

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ไม่เพียงแต่การคิดคำนวณหรือหาคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น แต่ยังรวมถึงความสามารถในการอธิบายเหตุผล วิธีคิด และขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การที่ผู้เรียนสามารถสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ทั้งในรูปแบบการพูด การเขียน หรือการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ย่อมช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น อภิปราย และขยายขอบเขตความรู้ร่วมกันในห้องเรียน โดยสภาครูแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics: NCTM, 2000) ได้กำหนดให้การสื่อสารเป็นหนึ่งในมาตรฐานสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเน้นว่าการสื่อสารเป็นกระบวนการพื้นฐานที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างและขยายองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูควรให้ความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทั้งในระดับโลกและในประเทศไทย

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร จากผลการประเมินสมรรถนะของนักเรียนไทยในระดับนานาชาติจากโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) ปี 2022 ซึ่งจัดทำโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยในด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศ OECD อย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยอยู่ที่ประมาณ 394 คะแนน ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศ OECD อยู่ที่ 472 คะแนน โดยองค์ประกอบหนึ่งของกรอบการประเมินด้านคณิตศาสตร์ คือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหา ซึ่งในการให้เหตุผลนักเรียนจะต้องสามารถประเมิน สรุปความ แสดงเหตุผล อธิบาย และแก้ต่าง รวมทั้งตีความ ตัดสินใจ วิเคราะห์ และโต้แย้ง ในส่วนของการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการแสดงแทนสถานการณ์ด้วยคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ และตัวแบบที่เหมาะสม (OECD, 2023) ซึ่งเห็นได้ว่าองค์ประกอบนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยตรง ดังนั้นผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในระดับที่ต่ำ อาจมีผลจากความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ดีเท่าที่ควร

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้รูป ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ซึ่งความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในปัจจุบัน ยังคงเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งต่อการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในภาพรวม แต่การเรียนการสอนของประเทศไทยที่ผ่านมาเน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะหรือความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ทักษะหรือความสามารถด้านอื่น ๆ ไม่ได้รับการพัฒนาหรือให้ความสำคัญเท่าที่ควร ซึ่งหนึ่งในนั้น คือความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (ศศิยา หมาขันธ์, 2567) สอดคล้องกับ พลฐวัตร นิมทอง (2563) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมาไม่ได้เน้นให้นักเรียนได้ฝึกใช้ทักษะหรือความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนยังมีทักษะหรือความสามารถในด้านนี้ไม่ดีพอ และยังสอดคล้องกับ คำกล่าวของ อัมพร ม้าคนอง (2553) ที่ว่า นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเห็นภาพรวมหรือเข้าใจประเด็นสำคัญ ๆ ของสิ่งที่ต้องการนำเสนอได้หรือไม่สามารถสื่อความหมายเรื่องบางเรื่องให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันได้ ทั้งที่นักเรียนผ่านการเรียนรู้การนำเสนอข้อมูลมาแล้ว จะเห็นได้ว่างานวิจัยและรายงานหลายฉบับชี้ให้เห็นอย่างสอดคล้องกันว่านักเรียนไทยจำนวนมากยังขาดความสามารถในการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ ไม่สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ทั้งในการพูดและการเขียน (จตุรงค์ เลิศชูวงศ์, 2559) ทั้งนี้ สาเหตุของปัญหาล้วนมาจากการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ยังเน้นเนื้อหาวิชาและการท่องจำมากกว่าการฝึกทักษะกระบวนการคิดและการสื่อสาร ครูส่วนใหญ่ใช้วิธีการบรรยายเป็นหลัก ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการฝึกฝนทักษะการสื่อสารและการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง (NCTM, 2000) ส่งผลให้เมื่อถึงเวลาสอบ นักเรียนไม่สามารถนำเสนอข้อมูลหรืออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง

แนวทางหนึ่งในการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน จึงควรเริ่มจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น อภิปราย และนำเสนอ แนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย การใช้โจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรือสถานการณ์ใกล้ตัวจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมีความมุ่งมั่นที่จะสื่อสารแนวคิดของตนเองกับผู้อื่น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมกลุ่มย่อย การอภิปรายหน้าชั้นเรียน หรือการนำเสนอผลงาน ยังเป็นช่องทางสำคัญที่ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องและชัดเจน ตลอดจนฝึกทักษะการฟังและการให้เหตุผลร่วมกับเพื่อน (Kieran, 2007) ซึ่งแนวทางหนึ่งในการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่กล่าวมาข้างต้น สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ที่เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหาหรือโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง (Barrows, 1996, as cited in Hmelo-Silver, 2004) โดยในกระบวนการนี้ นักเรียนจะต้องคิดวิเคราะห์ สืบค้นข้อมูล และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มอย่างสม่ำเสมอ (Savery, 2006) ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกฝนการอธิบายแนวคิด การใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการนำเสนอวิธีคิดและผลลัพธ์ต่อเพื่อนร่วมชั้นและครูอย่างต่อเนื่อง (วิชชุดา วิศวกรรม, 2558) นอกจากนี้ PBL ยังสนับสนุนให้นักเรียนตีความและวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ร่วมกันในกลุ่ม (Hung, 2011) ทำให้นักเรียนต้องอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิด และนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาอย่างชัดเจนและเป็นระบบ (Razak et al., 2022) การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมนี้มีบทบาทสำคัญในการช่วยพัฒนาความสามารถในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ การเขียนอธิบาย และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารความคิดอย่างมีเหตุผล (Yackel & Cobb, 1996, as cited in Forman & Ansell, 2002)

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ถือเป็นสื่อการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่มีความสอดคล้องกับแนวคิด PBL เนื่องจากมีการออกแบบกิจกรรมอย่างเป็นลำดับขั้น เน้นการลงมือปฏิบัติ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสถานการณ์ปัญหา (Joyce et al., 2009, อ้างถึงใน สุวิทย์ มูลคำ, 2558) นอกจากนี้ งานวิจัยของ กิตติพงษ์ เคยชัยภูมิ และคณะ (2568) พบว่า การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ อย่างกระตือรือร้น ดังนั้น การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เช่น งานวิจัยของ วิชชุดา วิศวกรรม (2558) ที่ศึกษาผลของการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 งานวิจัยของ นริศรา ธรรมนันทา (2563) ที่ศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในห้องเรียนที่ใช้ PBL และยังมีงานวิจัยอื่น ๆ ส่วนใหญ่มักจัดการเรียนรู้ผ่านเนื้อหาในชั้นเรียนของผู้เรียนในระดับชั้นนั้น ๆ แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและบูรณาการความรู้คณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการสื่อสารได้อย่างเต็มที่ ผ่านความรู้คณิตศาสตร์ที่มีอย่างเพียงพอ

จากที่กล่าวมาทั้งหมด ประกอบกับประสบการณ์ตรงของผู้วิจัยจากการสอนคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบข้อสังเกตว่านักเรียนส่วนใหญ่มักประสบปัญหาในการอธิบายแนวคิดหรือความคิดของตนเองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย (ภาพ 1)

ภาพ 1

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดจากการใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวนำการเรียนรู้ โดยลักษณะสำคัญของปัญหา คือ เป็นปัญหาปลายเปิด หรือเป็นปัญหาที่มีข้อมูลไม่เพียงพอ เพื่อการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากหาความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนเป็นผู้กำกับกับการเรียนรู้ของตนเอง เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ในขณะที่ครูคอยอำนวยความสะดวกและสนับสนุนการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาของนักเรียน

การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การพัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยขั้นตอนในการพัฒนาชุดกิจกรรมฯ ได้แก่ 1) วิเคราะห์ลักษณะสำคัญ หลักการ และลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) พัฒนาสถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 3) ใช้หลักการและลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ได้จากการวิเคราะห์หามาออกแบบชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และ 4) เสนอชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วปรับปรุงชุดกิจกรรมตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ชุดกิจกรรมประกอบด้วย กิจกรรมย่อย จำนวน 10 กิจกรรม ในการดำเนินกิจกรรมแต่ละกิจกรรมจะใช้เวลาประมาณ 90 นาที ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้โดยตรงจากข้อมูลที่มีอยู่ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการตีความ ครูทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา นักเรียนร่วมกันระดมความคิด โดยครูใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดกิจกรรม เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลที่จำเป็นเพิ่มเติม โดยครูมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจ ผ่านการพูด หรือการเขียน เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอแล้ว นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และร่วมกันวางแผนแก้ปัญหา ครูมีบทบาทในการติดตาม ให้คำแนะนำและสนับสนุนให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของการเลือกแนวทางแก้ปัญหา นั้น ๆ อย่างชัดเจน

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอและสรุปผล เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา โดยครูส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันภายในชั้นเรียน กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามต่อแนวคิดของเพื่อน ประเมิน และชี้แนะจุดที่ควรพัฒนาเพิ่มเติม

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

- 1) ความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
- 2) ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์
- 3) ความสามารถด้านการนำเสนอ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดย
 - 2.1. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม หลังการใช้ชุดกิจกรรมฯ
 - 2.2. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมฯ
 - 2.3. ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมฯ

วิธีการวิจัย

1. ประชากรและตัวอย่าง

- 1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนกลุ่มสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยในเขตกรุงเทพมหานคร
- 1.2 ตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 ของโรงเรียนกลุ่มสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 38 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 10 กิจกรรม เนื้อหาในการจัดกิจกรรมอยู่ในขอบเขตความรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ขึ้นตอนการออกแบบและจัดกิจกรรมพัฒนาขึ้นจากแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยหลังจากผู้วิจัยสร้างชุดกิจกรรมฯ แล้ว ได้นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาแล้วนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ก่อนนำไปใช้กับนักเรียนตัวอย่าง
- 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย แบบวัดฉบับก่อนเรียน 1 ฉบับ ฉบับหลังเรียน 1 ฉบับ และฉบับระหว่างเรียน 3 ฉบับ ใช้วัดหลังจบกิจกรรมที่ 4, 7 และ 10 รวมเป็น 5 ฉบับ โดยแบบวัดฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบอัตนัย ฉบับละ 2 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัด 45 นาที แบบวัดฉบับระหว่างเรียน เป็นข้อสอบอัตนัย ฉบับละ 1 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที ซึ่งข้อคำถามของแบบวัดทั้ง 5 ฉบับเป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดผ่านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงกราฟ ตาราง หรือตัวแทนแนวคิดอื่น ๆ

โดยแบบวัดฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ตรวจสอบให้คะแนนตามองค์ประกอบ 3 ด้าน แล้วนำมารวมกันเป็นคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

แบบวัดทุกฉบับได้ผ่านเกณฑ์จากการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยด้านการศึกษาคณิตศาสตร์ 1 ท่าน และครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาที่มีประสบการณ์สอนตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป 2 ท่าน ซึ่งข้อคำถามทุกข้อของแบบวัดทุกฉบับมีค่าเฉลี่ย IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.67 นอกจากนี้ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนไปทดลองใช้ (try - out) กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่างในการวิจัย พบว่า

1) แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน มีค่าความยาก (p) 0.52 – 0.71 ค่าอำนาจจำแนก (r) 0.45 – 0.51 และค่าความเที่ยง 0.64

2) แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน มีค่าความยาก (p) 0.37 – 0.45 ค่าอำนาจจำแนก (r) 0.39 – 0.52 และค่าความเที่ยง 0.68

ทั้งนี้ ค่าความเที่ยงของแบบวัดที่คำนวณได้เท่ากับ 0.64 และ 0.68 อาจเนื่องมาจากลักษณะของแบบวัดที่เป็นคำถามปลายเปิด ให้นักเรียนแสดงแนวคิดเพื่อโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อความที่กำหนด ส่งผลให้คำตอบของนักเรียนมีความหลากหลายทั้งในด้านรูปแบบการอธิบาย การใช้ภาษา และการให้เหตุผล ซึ่งทำให้ผู้ตรวจอาจมีการตีความและพิจารณาระดับคุณภาพของคำตอบแตกต่างกัน ส่งผลต่อความสอดคล้องของคะแนนที่ให้โดยผู้ตรวจ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนใช้ชุดกิจกรรมฯ ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน แล้วตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.2 ผู้วิจัยใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โดยใช้เวลาในการทำกิจกรรม 2 คาบเรียน คาบละ 45 นาที รวมทั้งสิ้น 10 ครั้ง

3.3 ระหว่างการทดลอง เมื่อจบกิจกรรมที่ 4, 7 และ 10 ผู้วิจัยทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างเรียน

3.4 เมื่อใช้ชุดกิจกรรมฯ ครบ 10 กิจกรรม ผู้วิจัยทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังใช้ชุดกิจกรรมฯ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน แล้วตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.5 ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน รวมทั้งนำร่องรอยในการทำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

4.1.1) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมฯ กับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม โดยนำคะแนนสอบจากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ด้วยการทดสอบวิลคอกชัน (W)

4.1.2) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมฯ โดยนำคะแนนสอบจากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบด้วยการทดสอบค่าที ($Paired\ samples\ t\text{-test}$)

4.2) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

4.2.1) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมฯ โดยนำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับระหว่างเรียน ทั้ง 3 ฉบับมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ($Content\ analysis$) จำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ชุดกิจกรรมฯ ในการวิจัยนี้ ดำเนินการออกแบบและพัฒนาขึ้นจากแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวนำ ปัญหาที่ใช้เป็นปัญหาปลายเปิด มีคำตอบหรือแนวทางในการหาคำตอบได้หลายทาง หรือเป็นปัญหาที่มีข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ซึ่งจะกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล คัดคะแนนและตั้งสมมติฐาน จากหลักการของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยจึงพัฒนาชุดกิจกรรมฯ ซึ่งมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมฯ นี้ เน้นให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อน หรือเป็นปัญหาปลายเปิด มีข้อมูลบางอย่างที่ทำให้นักเรียนต้องสืบค้นเพิ่มเติม รวบรวมข้อมูลแล้วนำมาแก้ปัญหา
2. ชุดกิจกรรมฯ นี้ มีการบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนมาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวมทั้งสอดแทรกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่าง ๆ ไว้ในแต่ละกิจกรรม

ชุดกิจกรรมฯ นี้ ประกอบด้วย 10 กิจกรรม โดยใช้ความรู้ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครอบคลุมทั้ง 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 1

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น

ชื่อกิจกรรม	สถานการณ์	ความรู้ที่ใช้
1. ปริศนาลำหุมทรัพย์เขาวงกต	นักเรียนจะต้องหาตำแหน่งของสมบัติจากการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร รวมทั้งหาตำแหน่งของกับดักที่ซ่อนอยู่จากค่าใบ้ที่กำหนดด้วยสมการเชิงเส้นสองตัวแปร แล้วเขียนแสดงเส้นทางไปยังตำแหน่งของสมบัติลงบนกระดาษกราฟที่กำหนดให้	- เรขาคณิตวิเคราะห์ - มาตราส่วน - ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
2. คณิตศาสตร์กับเสาสัญญาณโทรศัพท์	นักเรียนจะต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับระยะการส่งสัญญาณของเสาสัญญาณโทรศัพท์ เพื่อตรวจสอบจุดอับสัญญาณ และสร้างเสาสัญญาณต้นใหม่ ที่มีความถี่เหมาะสมที่จะสามารถแก้ปัญหาจุดอับสัญญาณ รวมทั้งสอดคล้องเงื่อนไขของสถานการณ์ในพื้นที่นั้น	- คู่อันดับและกราฟ - เรขาคณิตวิเคราะห์
3. การกิจสำรวจภูเขาไฟอันตราย	นักเรียนจะต้องสำรวจความเสี่ยง และสร้างแนวป้องกันจากการปะทุของภูเขาไฟ จากข้อมูลที่กำหนดให้ โดยจะต้องพิจารณาจากความสูงและอุณหภูมิของภูเขาไฟที่กำหนดให้ และต้องเขียนตำแหน่งของภูเขาไฟแต่ละลูก และระยะแนวป้องกันลงในกระดาษกราฟ	- ตรีโกณมิติ - คู่อันดับและกราฟ
4. Mathscadia : ผืนป่าแห่งตัวเลข	นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับแผนภูมิแท่งแสดงร้อยละของคะแนนรวมจากการเล่นเกม Cascadia ซึ่งเกิดจากการสร้างพื้นที่ป่า และจัดวางสัตว์ชนิดต่าง ๆ โดยนักเรียนจะต้องจัดวางระบบนิเวศ และสัตว์ชนิดต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับคะแนนที่ได้รับจากแผนภูมิแท่งที่กำหนดให้	- ระบบสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - สถิติ
5. แคลอรีของหนึ่งวัน	นักเรียนจะต้องจัดเมนูอาหารให้เหมาะสมกับพลังงานที่ใช้ในแต่ละวัน ซึ่งต้องคำนึงถึงน้ำหนัก ส่วนสูง อายุ ความถี่ในการออกกำลังกาย รวมทั้งความต้องการในการลดน้ำหนักหรือเพิ่มน้ำหนัก โดยจะต้องสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการคำนวณค่า BMR และค่า TDEE เพื่อนำมาคำนวณหาพลังงานที่ต้องใช้ และจัดอาหารจากเมนูและพลังงานของอาหารที่กำหนดให้	- การดำเนินการของจำนวน
6. ปริศนาตู้เซฟในพิพิธภัณฑ	นักเรียนจะต้องหารหัสผ่านของตู้เซฟ จากค่าใบ้ทั้งหมด 2 ชุด ซึ่งใช้ความรู้เกี่ยวกับการแยกตัวประกอบของจำนวน และภาคตัดกรวย โดยค่าใบ้จะอยู่ในรูปสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ที่นักเรียนจะต้องตีความ และเขียนลงในใบกิจกรรม	- การแยกตัวประกอบของจำนวนเต็ม - ภาคตัดกรวย

ตาราง 1 (ต่อ)

ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น

ชื่อกิจกรรม	สถานการณ์	ความรู้ที่ใช้
7. หนึ่งคำโกหกกับฆาตกร	นักเรียนจะต้องสืบหาฆาตกร โดยสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมนั่นคือเวลาที่เสียชีวิต ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะของศพ เมื่อระบุเวลาเสียชีวิตได้ จะสามารถตัดผู้ที่ไม่ใช่ผู้ต้องสงสัยออก จากนั้นจะพิจารณาค่าให้การของผู้ต้องสงสัย ถึงความสอดคล้องและความขัดแย้ง ซึ่งคนร้ายอาจมีมากกว่า 1 คน	- ตรรกศาสตร์
8. ปฏิบัติการสายลับ 008	นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับการคูณเมทริกซ์เพื่อหาเมทริกซ์เข้ารหัส และถอดรหัสข้อความเกี่ยวกับสถานที่ในการก่อการร้าย	- เมทริกซ์
9. แปลงดอกไม้ของอลิซ	นักเรียนจะต้องใช้วงเวียนและไม้บรรทัด เพื่อสร้างแปลงดอกไม้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้มีพื้นที่เป็น 2 เท่าของพื้นที่เดิม โดยมีเงื่อนไขคือจะต้องมีแปลงเดิมอยู่ภายในแปลงใหม่	- พีธากอรัส - การสร้างทางเรขาคณิต
10. ถอดรหัสลับข้อความ	นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องฟังก์ชันในการเข้ารหัสข้อความ เพื่อส่งให้เพื่อนร่วมกลุ่ม รวมทั้งหาข้อจำกัดของฟังก์ชันเข้ารหัสที่มีอยู่ และสร้างฟังก์ชันเข้ารหัสใหม่เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของฟังก์ชันเดิม	- ฟังก์ชัน

กิจกรรมแต่ละกิจกรรมประกอบไปด้วย 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ชื่อกิจกรรม 2) วัตถุประสงค์ของกิจกรรม 3) เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม 4) ความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 5) สื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ 6) คำอธิบายกิจกรรม 7) ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม และ 8) การประเมินผล โดยแต่ละกิจกรรมใช้เวลา 90 นาที ผู้วิจัยได้ออกแบบและคัดเลือกกิจกรรมในชุดกิจกรรมฯ โดยบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่วิธีคิดขั้นต้นจนถึงขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อย่างเต็มที่จากความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว ซึ่งในการทำกิจกรรมนักเรียนจะต้องตีความข้อมูล และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมแล้วเขียนลงในใบกิจกรรมเดี่ยว แล้วจึงรวมกลุ่มกันเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการตีความสถานการณ์ และข้อมูลที่สืบค้นเพิ่มเติม มาใช้เพื่อแก้ปัญหา โดยเขียนลงในใบกิจกรรมกลุ่ม

แนวทางการใช้ชุดกิจกรรมฯ นี้ ครูควรศึกษากิจกรรมให้เข้าใจทั้งในด้านเนื้อหา จุดประสงค์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม สื่อและอุปกรณ์ และควรเตรียมแนวทางในการกระตุ้นและตั้งคำถามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดผ่านทางการพูดและการเขียน รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนร่วมกลุ่มผ่านทางการพูดและการเขียนแสดงวิธีคิด โดยครูสามารถปรับระดับความยากง่าย ความซับซ้อนของคำถามในกิจกรรม เพื่อให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน แต่ยังคงการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนในการทำกิจกรรม มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้ตีความข้อมูลจากสถานการณ์ โดยครูใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่ได้เกี่ยวกับปัญหา แล้วบันทึกสิ่งที่รู้จากปัญหา เพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดกิจกรรม เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาอย่างละเอียด วางแผนและสืบค้นข้อมูลที่ต้องการ โดยครูมีหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจผ่านการพูด หรือการเขียนอธิบาย เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลเพิ่มเติมที่เพียงพอแล้ว นักเรียนร่วมกันวางแผนและลงมือแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลที่มีจากสถานการณ์ปัญหา และข้อมูลเพิ่มเติมที่ได้จากการค้นคว้า ครูมีบทบาทในการติดตาม ให้คำแนะนำและสนับสนุนให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของการเลือกแนวทางแก้ปัญหา นั้น ๆ อย่างชัดเจน รวมทั้งเขียนแสดงแนวทางแก้ปัญหาผ่านข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน

ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอและสรุปผล เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง โดยอธิบายตั้งแต่ข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา ข้อมูลที่สืบค้นเพิ่มเติม และการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ ซึ่งครูส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันภายในชั้นเรียน กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามต่อแนวคิดของเพื่อน ประเมิน และชี้แนะจุดที่ควรพัฒนาเพิ่มเติม โดยหากมีข้อจำกัดด้านเวลา อาจให้นำเสนอเพียงบางกลุ่ม ในกรณีที่แนวคิดในการแก้ปัญหาล้ายกัน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม หลังใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมฯ ($M = 11.64$, $SD = 3.46$) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม (คิดเป็น 10.8 คะแนน จาก 18 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($W = 521$, $p = .015$) (ตาราง 2)

ตาราง 2

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 38 คน

การทดสอบ	M	SD	W^a	p
หลังเรียน	11.64	3.46	521	.015*

หมายเหตุ. * $p < .05$, a = Wilcoxon signed-rank test

2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

หลังใช้ชุดกิจกรรมฯ ($M = 11.64, SD = 3.46$) สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมฯ ($M = 9.96, SD = 3.88$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t(37) = 2.98, p = .003$) (ตาราง 3)

ตาราง 3

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 38 คน

การทดสอบ	M	SD	t	p
ก่อนเรียน	9.96	3.88	2.98	.003*
หลังเรียน	11.6	3.46		

หมายเหตุ. * $p < .05$

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีพัฒนาการที่ดีขึ้นทั้ง 3 ด้าน โดยมีรายละเอียด (ตาราง 4) ดังนี้

ตาราง 4

ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

องค์ประกอบที่ 1 ด้านการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์	ช่วงที่ 1 (หลังจบกิจกรรมที่ 4) พบว่า นักเรียนประมาณครึ่งหนึ่งของตัวอย่าง สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เขียนแสดงที่มา และเหตุผลสนับสนุนคำตอบได้ถูกต้อง ในขณะที่นักเรียนประมาณร้อยละ 30 ใช้สัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง แต่มักเขียนแสดงเฉพาะการคำนวณเพื่อหาผลลัพธ์ ใช้ภาษาเพื่อเขียนอธิบายน้อย และนักเรียนประมาณร้อยละ 20 เขียนเฉพาะตัวเลขหรือผลลัพธ์ โดยไม่แสดงที่มา
	ช่วงที่ 2 (หลังจบกิจกรรมที่ 7) นักเรียนมากกว่าครึ่งหนึ่งของตัวอย่างสามารถเขียนแสดงแนวคิดผ่านทางภาษามากขึ้นจากช่วงที่ 1 โดยมีส่วนหนึ่งเขียนเรียบเรียงเป็นภาษาของตนเอง และอีกส่วนหนึ่งเขียนเป็นทางการมากขึ้น ซึ่งโดยรวมสามารถเขียนแสดงแนวคิดประกอบคำตอบได้ถูกต้อง ในขณะที่นักเรียนส่วนน้อยใช้ตัวแปรเขียนแสดงสมการเพื่อประกอบการแสดงแนวคิด
	ช่วงที่ 3 (หลังจบกิจกรรมที่ 10) นักเรียนมีความพยายามในการเขียนแสดงแนวคิดมากขึ้น โดยนักเรียนประมาณร้อยละ 80 ของตัวอย่างเขียนแสดงแนวคิดประกอบคำตอบได้ละเอียด ครบถ้วน เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน ในขณะที่อีกประมาณร้อยละ 20 เขียนแสดงแนวคิดได้ถูกต้อง ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกอบการแสดงเหตุผลได้ถูกต้อง แม้จะใช้สัญลักษณ์ในการเขียนย่อ แต่ยังถือว่าแสดงแนวได้ถูกต้อง
องค์ประกอบที่ 2 ด้านการแสดง แนวคิดทาง คณิตศาสตร์	ช่วงที่ 1 (หลังจบกิจกรรมที่ 4) พบว่า นักเรียนประมาณครึ่งหนึ่งของตัวอย่างอ่านข้อมูลจากแผนภูมิแล้วนำมาเขียนแสดงในรูปตารางได้อย่างถูกต้อง ในขณะที่นักเรียนประมาณครึ่งหนึ่งของตัวอย่างอ่านข้อมูลจากแผนภูมิได้ โดยแสดงวิธีการคำนวณได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้เขียนแสดงในรูปตารางตามที่โจทย์กำหนดให้

ตาราง 4 (ต่อ)

ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

องค์ประกอบที่ 3 ด้านการนำเสนอ	ช่วงที่ 2 (หลังจบกิจกรรมที่ 7) พบว่า นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดได้สอดคล้องกับข้อมูลของโจทย์มากขึ้น โดยนักเรียนประมาณครึ่งหนึ่งของตัวอย่างกำหนดตัวแปรและเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้อง นักเรียนประมาณร้อยละ 20 กำหนดตัวแปร แต่เขียนสมการไม่ครบตามที่โจทย์กำหนด ในขณะที่นักเรียนประมาณร้อยละ 10 ไม่กำหนดตัวแปร และไม่เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ตามที่โจทย์กำหนด แต่ใส่ตัวเลขเพื่อแสดงคำตอบ
	ช่วงที่ 3 (หลังจบกิจกรรมที่ 10) พบว่า นักเรียนประมาณร้อยละ 80 ของตัวอย่างสามารถเขียนแสดงแนวคิดโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ใช้ตัวแปรและเงื่อนไขของโจทย์ได้ถูกต้อง ในขณะที่นักเรียนส่วนที่เหลือใช้ตัวแปรได้ถูกต้อง แต่เขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง คาดว่าเกิดจากที่นักเรียนลืมเนื้อหาในเรื่องนั้น จึงทำให้เขียนได้ไม่ถูกต้อง
	ช่วงที่ 1 (หลังจบกิจกรรมที่ 4) พบว่า นักเรียนประมาณครึ่งหนึ่งของตัวอย่างสามารถเขียนแสดงแนวคิดได้ถูกต้อง ชัดเจนทั้งในรูปของภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีส่วนน้อยที่ยังเขียนไม่เป็นลำดับขั้นตอน หรือครบถ้วนมากนัก ในขณะที่ประมาณครึ่งหนึ่งของตัวอย่างไม่ได้เขียนแสดงแนวคิดที่ชัดเจน และครบถ้วน นักเรียนเขียนย่อ คล้ายการทด เขียนไม่เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน
	ช่วงที่ 2 (หลังจบกิจกรรมที่ 7) พบว่า นักเรียนประมาณร้อยละ 70 ของตัวอย่างสามารถเขียนแสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้ถูกต้อง เขียนได้เป็นทางการมากขึ้นจากช่วงที่ 1 มีความพยายามในการเขียนแสดงแนวคิดของตนเองมากขึ้น ในขณะที่นักเรียนส่วนที่เหลือเขียนแสดงแนวคิดได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เป็นทางการมากนัก เขียนสั้น ๆ เป็นภาษาของตนเอง แต่สิ่งที่เขียนนั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องแล้ว
	ช่วงที่ 3 (หลังจบกิจกรรมที่ 10) พบว่า นักเรียนมีความพยายามในการนำเสนอแนวคิดของตนเองมากขึ้น เมื่อเทียบกับช่วงก่อนหน้า โดยนักเรียนประมาณร้อยละ 80 ของตัวอย่าง เขียนนำเสนอแนวคิดได้ถูกต้อง ครบถ้วน เป็นลำดับขั้นตอน โดยสามารถแสดงเหตุผลเพื่อโต้แย้งข้อความที่กำหนดให้ได้ เขียนเป็นทางการมากขึ้น ในขณะที่นักเรียนส่วนที่เหลือเขียนแสดงเหตุผลได้ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนที่เขียนไม่เป็นทางการมากนัก เขียนย่อ แต่ก็ยังสามารถแสดงเหตุผลเพื่อโต้แย้งข้อความที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

ผลการศึกษาจะเห็นได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในทั้ง 3 ด้าน แต่ในด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการที่ดีที่สุด เนื่องจากในช่วงที่ 3 นักเรียนใช้ทั้งภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกอบการแสดงแนวคิด แม้จะยังมีการเขียนย่อ แต่ก็สามารถแสดงแนวคิดที่ถูกต้อง ทั้งนี้ กิจกรรมที่อาจส่งผลต่อพัฒนาการด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มากที่สุด คือ กิจกรรมที่ 6 ปริศนาตู้เซพในพิพิธภัณฑ์ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตีความข้อมูลจากคำใบ้ที่อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งในการแสดงวิธีแก้ปัญหา นักเรียนต้องใช้ทั้งภาษาในการอธิบายความคิด และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงวิธีการหาคำตอบ ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงระหว่างภาษาและสัญลักษณ์อย่างต่อเนื่อง (ภาพ 2, 3 และ 4)

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย มีประเด็นในการอภิปรายผล ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อาจเป็นเพราะขั้นตอนในการจัดกิจกรรมที่พัฒนาจากแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีลักษณะสำคัญคือ ใช้ปัญหาเป็นตัวนำการเรียนรู้ เป็นปัญหาปลายเปิด มีคำตอบหรือแนวทางในการหาคำตอบได้หลายทาง หรือเป็นปัญหาที่มีข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ซึ่งท้าทายให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล คัดคะแนน และตั้งสมมติฐาน นักเรียนเป็นผู้กำกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้ร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fadilah et al. (2025) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น รวมทั้งงานวิจัยของ Siregar (2025) ที่พบว่า การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการสร้างตัวแทนความคิด การสร้างแบบจำลอง และการนำเสนอแนวคิด อีกทั้งในขั้นตอนการจัดกิจกรรมได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตีความสถานการณ์ แลกเปลี่ยนแนวคิดกันในกลุ่ม โดยผ่านการเขียนในใบกิจกรรมเดี่ยว สนทนาเพื่อเสนอแนวคิดของตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม เมื่อได้แนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่ม นักเรียนจะต้องร่วมกันเขียนแสดงแนวทางการแก้ปัญหาผ่านภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอเพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ เข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) เสนอว่า แนวทางหนึ่งในการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ควรเริ่มจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น อภิปราย และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย การใช้โจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรือสถานการณ์ใกล้ตัวจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมีความมุ่งมั่นที่จะสื่อสารแนวคิดของตนเองกับผู้อื่น

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรม อาจเป็นเพราะลักษณะการจัดกิจกรรมที่แตกต่างจากการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนปกติ ที่นักเรียนมักคุ้นเคยกับการเรียนแบบบรรยาย และทำแบบฝึกหัดรายบุคคล ซึ่งเน้นการหาคำตอบในรูปแบบที่กำหนด แต่ในการจัดกิจกรรมโดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีการรวมกลุ่มเพื่อทำกิจกรรม ที่นักเรียนจะได้ไม่เพียงแค่เขียนแสดงวิธีทำเพื่อให้ได้คำตอบเท่านั้น แต่จะต้องเป็นทั้งผู้รับสารจากเพื่อนร่วมกลุ่ม เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ทำความเข้าใจแนวคิดของผู้อื่น และจะต้องเป็นผู้ส่งสาร คือสื่อสารแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นได้เข้าใจ ผ่านทั้งการพูดและการเขียน จึงต้องลำดับความคิด เขียนแสดงแนวคิด แสดงเหตุผลอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และชัดเจน ดังนั้นการทำกิจกรรมกลุ่มทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการอธิบายแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นฟัง มากกว่าในการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ Mustafa (2022) และ ศุภรัตน์ นิลพันธ์ (2566) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดทำให้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น

3. นักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีพัฒนาการที่ดีขึ้นทั้งในด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และด้านการนำเสนอ โดยในด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และในด้านการนำเสนอ นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น ในเรื่องของความพยายามในการแสดงแนวคิด เขียนได้เป็นลำดับขั้นตอนมากขึ้น สามารถอ่านแล้วเข้าใจถึงแนวคิดที่นักเรียนต้องการแสดงประกอบการตอบคำถาม อาจเป็นเพราะสถานการณ์ปัญหาส่วนใหญ่ที่ใช้ในชุดกิจกรรมฯ เป็นปัญหาปลายเปิดมีแนวทางในการหาคำตอบได้มากกว่า 1 แนวทาง ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงแนวคิดได้ไม่เหมือนกัน ซึ่งนักเรียนต้องพยายามเขียนแสดงแนวคิดของกลุ่มตนเองเพื่อให้กลุ่มอื่น ๆ เข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Viseu (2012) ที่พบว่า การใช้ปัญหาปลายเปิดในห้องเรียนคณิตศาสตร์ ช่วยส่งเสริมการสื่อสารภายในห้องเรียนของนักเรียน นอกจากนี้ยังพบว่า ความสามารถในการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการดีที่สุด เห็นได้จากในช่วงที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่พยายามใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกอบการแสดงแนวคิดด้วยภาษาได้ชัดเจนมากขึ้น จากสองช่วงก่อนหน้านี้ที่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนน้อย อาจเป็นเพราะในแต่ละกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดผ่านทั้งทางภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนการจัดกิจกรรม นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม และได้แลกเปลี่ยนแนวคิดได้ร่วมกันเขียนแสดงแนวคิดทั้งทางภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ได้เห็นความหลากหลายของการเขียนแสดงแนวคิดทั้งของกลุ่มตนเอง และกลุ่มอื่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิมพ์สุภา วุ่นเหลียม (2563) ที่อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้สื่อสารแลกเปลี่ยนแนวความคิดภายในกลุ่มและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนเพื่อสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. การใช้คำถามและการกระตุ้นการทำกิจกรรมของนักเรียน เนื่องจากในการทำกิจกรรมกลุ่ม มักจะมีนักเรียนที่ไม่มีส่วนร่วมในกลุ่ม ครูจึงควรหาวิธีการกระตุ้นการทำกิจกรรม อาจปรับกิจกรรมให้น่าสนใจ หรืออาจมีการกำหนดบทบาทของนักเรียนในกลุ่ม แล้วเปลี่ยนบทบาทในทุก ๆ กิจกรรม เพื่อให้ทุกคนในกลุ่มได้มีส่วนร่วม และได้ทำครบทุกบทบาท

2. การบริหารจัดการการจัดกิจกรรม เนื่องจากในการจัดกิจกรรม อาจมีนักเรียนกลุ่มที่ทำเสร็จก่อนกลุ่มอื่น ๆ แล้วนักเรียนอาจเบื่อในการนั่งรอ ครูสามารถเพิ่มบทบาทให้นักเรียนเป็นตัวช่วยให้กับกลุ่มอื่น ๆ โดยนักเรียนแบ่งกันไปช่วยเพื่อนหลาย ๆ กลุ่ม ถือเป็นการแลกเปลี่ยนแนวคิดได้เช่นกัน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล เนื่องจากในระหว่างการจัดกิจกรรม จากการสำรวจร่องรอยในการทำใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า ในช่วงที่ 3 ของการทำกิจกรรม (หลังจบกิจกรรมที่ 10) นักเรียนส่วนใหญ่แสดงเหตุผลเพื่ออธิบายประกอบคำตอบของตนเองได้ครบถ้วน และชัดเจนขึ้นกว่าในช่วงก่อนหน้านี้ สามารถเขียนแสดงแนวคิดพร้อมกับยกตัวอย่างประกอบเหตุผลของตนเองได้อย่างชัดเจน และเป็นลำดับขั้นตอน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กิตติพงษ์ เคยชัยภูมิ, นิลรัตน์ โคตะ, เกษนก วรรณวัลย์, และ สกาวเดือน ไชยสา. (2568). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ*, 7(3), 510–523. <https://so10.tci-thaijo.org/index.php/rdicpru/article/view/2486>
- จตุรงค์ เลิศขวงศา. (2559). การใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมอภิปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. CMUDC. <https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:124448>
- นริศรา ธรรมนันดา. (2563). ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนที่ใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 31(3), 81–98. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/edubuu/article/view/247991>
- พลฐวัตร ฉิมทอง. (2563). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ตัวอย่างงานที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. CUIR. <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/4181>
- พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม. (2563). ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 14(3), 89–101. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/rmuj/article/view/248515>

- วิชชุดา วิศวรวิลาวัณย์. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 30(3), 110–119.
<https://so04.tci-thaijo.org/index.php/eduku/article/view/78461>
- ศศิยา หมายมั่น. (2567). การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเวียงมอกวิทยา จังหวัดลำปาง [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช]. STOU. <https://hdl.handle.net/20.500.14770/7533>
- ศุภรัตน์ นิลพันธ์. (2566). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ระยอง จังหวัดระยอง. *วารสารวิทยาลัยนครราชสีมา สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 17(3), 248–262.
<https://so03.tci-thaijo.org/index.php/hsjournalnmc/article/view/268849>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2558). *21 วิธีการจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. สำนักพิมพ์ภาพพิมพ์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Fadilah, N., Aloysius, S., & Wahyudi, W. (2025). Problem-based learning based on coastal abrasion cases to improve conceptual understanding and problem-solving ability. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(5), 268–273. <http://doi.org/10.29303/jppipa.v11i5.8372>
- Forman, E. A., & Ansell, E. (2002). Orchestrating the multiple voices and inscriptions of a mathematics classroom. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(2–3), 251–274.
<https://doi.org/10.1080/10508406.2002.9672139>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16, 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EEDPR.0000034022.16470.f3>

- Hung, W. (2011). Theory to reality: A few issues in implementing problem-based learning. *Educational Technology Research and Development*, 59(4), 529–552. <https://doi.org/10.1007/s11423-011-9198-1>
- Kieran, C. (2007). Learning and teaching algebra at the middle school through college levels: Building meaning for symbols and their manipulation. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 707–762). Information Age Publishing.
- Mustafa, A. (2022). Collaborative learning's effect on Mathematical communication skill. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 4(6), 1–6. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2022.v04i06.1068>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2022 results (volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Razak, A., Ramdan, A., & Mahjom, N. (2022). Improving critical thinking skills in teaching through problem – based learning for students: A scoping review. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(2), 342–362. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.2.19>
- 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>
- Siregar, T. (2025). *Effectiveness of the problem-based learning model in improving students' mathematical communication skills and learning motivation*. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202510.1562.v1>
- Viseu, F. (2012). Open-ended tasks in the promotion of classroom communication in Mathematics. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 42(2), 287–300. <https://iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/200>