



## Implementing Mathematical Argumentation-Based Learning Activities to Promote Mathematical Thinking Ability on the Topic of Polygons for Grade 6 Students

Daungdaw Sroin<sup>1,\*</sup> and Wanintorn Poonpaiboonpipat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Master of Education, Mathematics Education, Faculty of Education, Naresuan University*

*\*Email: daungdaws66@nu.ac.th*

Received <23 Apr. 2025>; Revised <21 May 2025>; Accepted <22 May 2025>

### Abstract

Mathematical thinking is an essential skill that enables learners to deeply understand mathematical concepts and solve problems with logical reasoning. However, research and classroom observations indicate that student is still unable to systematically analyze and solve geometry problems. This research aimed to study the effects of implementing mathematical argumentation in mathematics learning activities on mathematical thinking in the topic of polygons for Grade 6 students during the second semester of the 2024 academic year. The participants were 8 students from a small school in Phetchabun Province. The study employed classroom action research methodology consisting of 3 cycles for a total of 11 hours. The research instruments included 3 lesson plans (an appropriateness average value of 4.88), activity worksheets, and a mathematical thinking ability test (an IOC value of 1 for all items). Data was analyzed according to the components of mathematical thinking. The results from the activity worksheets showed good development; initially, a similar number of students were at levels 1 and 2. Across all three cycles, students exhibited advanced mathematical thinking in specific domains Level 2 the highest level in the following order from highest to lowest: problem-solving, representation, and reasoning. These findings were consistent with the results from a mathematical thinking ability test. After participating in the learning activities, students were able to correctly summarize problem solutions and better explain the reasoning behind applying mathematical knowledge to understand problems.

**Keywords:** Mathematical Argumentation; Mathematical Thinking; Polygon

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ดวงดาว สร้อยอินทร์<sup>1,\*</sup> และ วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์<sup>1</sup>

<sup>1</sup>หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

\*Email: daungdaws66@nu.ac.th

### บทคัดย่อ

การคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นทักษะสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง และนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยและประสบการณ์ในชั้นเรียนพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถคิดวิเคราะห์โจทย์เรขาคณิตได้อย่างเป็นระบบ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 8 คน ของโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ รวมเวลา 11 ชั่วโมง การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน (มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมเท่ากับ 4.88) ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (มีค่า IOC เท่ากับ 1 ทุกข้อ) การวิเคราะห์ข้อมูลแบบองค์ประกอบรายด้านของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยจากใบกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีในช่วงแรกนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และ 2 เป็นจำนวนใกล้เคียงกัน และจากทั้ง 3 ใบกิจกรรมนักเรียนมีการคิดเชิงคณิตศาสตร์รายด้านระดับสูงสุด อยู่ในระดับ 2 โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ การแก้ปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิด และการให้เหตุผล ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยจากแบบวัดความสามารถการคิดเชิงคณิตศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนสามารถสรุปคำตอบของปัญหาได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการทำความเข้าใจปัญหาได้มากขึ้น

**คำสำคัญ:** การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์; การคิดเชิงคณิตศาสตร์; รูปหลายเหลี่ยม

## บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้การคิด การวางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรของชาติให้มีคุณภาพ พัฒนาประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพแวดล้อม สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (Office of the Basic Education Commission, 2017) ซึ่งการที่จะพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น องค์ประกอบสำคัญที่ควรพัฒนาก็คือทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหาที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการใช้เหตุผลอย่างเป็นระบบ ทั้งยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะด้านอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ควบคู่กันไปอย่างเป็นองค์รวม สอดคล้องกับ Kriegler (2004) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาเปรียบเสมือนหัวใจหลักของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้น หากนักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีย่อมส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และถือเป็นรากฐานสำคัญต่อการเรียนรู้ในระยะยาว

เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินต่าง ๆ ที่สะท้อนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า ควรจะต้องพัฒนาการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งผลการประเมิน PISA 2022 ที่ผ่านมาพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน และมีผลการประเมินที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD รวมถึงมีแนวโน้มลดลง ตั้งแต่ PISA 2000 จนถึง PISA 2022 และมีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2566 วิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 29.96 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน เป็นวิชาที่นักเรียนทำคะแนนเฉลี่ยได้น้อยที่สุดซึ่งในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มีคะแนนเฉลี่ย 27.72 คะแนน ร่วมกับประสบการณ์ของผู้วิจัยที่ผ่านมาพบว่า แม้นักเรียนจะมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอ แต่ยังไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ ไม่สามารถแยกแยะองค์ประกอบสำคัญของปัญหา และไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งข้อบกพร่องเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อทักษะด้านการให้เหตุผลและการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ล้วนแล้วมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันดังที่ National Council of Teachers of Mathematics (2000) ได้ให้ความเห็นว่า การขาดทักษะการแก้ปัญหาส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงได้ อีกทั้งยังเป็นอุปสรรคต่อการสร้างความเข้าใจเชิงลึกในเนื้อหาคณิตศาสตร์ทำให้ไม่สามารถต่อยอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนรู้เนื้อหาเรขาคณิตระดับประถมศึกษาโดยทั่วไปมักเริ่มต้นด้วยการใช้สื่อรูปธรรม เพื่อให้ให้นักเรียนได้สัมผัสและเข้าใจแนวคิดพื้นฐานได้ง่ายขึ้น ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้เรขาคณิต นอกจากนี้ก็ยังมีกรนำแนวคิดการเรียนรู้ผ่านเกม หรือการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันเข้ามาใช้ยังช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ สิ่งสำคัญในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การเน้นให้นักเรียนได้ฝึกฝน การใช้สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน ที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาเรขาคณิต จะทำให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย อีกทั้งการใช้คำถามกระตุ้นคิดที่เป็นคำถามปลายเปิดก็จะช่วยให้นักเรียนประยุกต์ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงได้ และครูควรใช้กิจกรรมกลุ่มที่ส่งผลทำให้นักเรียนมีโอกาสนอภิปรายเพื่อนำความรู้ไปใช้ในการหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสู่การลงมือปฏิบัติ และส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดที่หลากหลาย อย่างเช่นงานวิจัยของ Khawthong and Bongkotphet (2021) ที่จัดกิจกรรมโดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การพานักเรียนไปทัศนศึกษาดูปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงเรียนหรือชุมชนโดยนักเรียนต้องบูรณาการความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณร่วมกัน ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม และงานวิจัยของ Thanawiboonkiat, Aksornkit and Lertamornphong (2023) ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดโดยใช้กิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมคู่ที่ทำให้นักเรียนมีโอกาสนอภิปรายแลกเปลี่ยนกับนักเรียนคนอื่น ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม อีกทั้งยังส่งผลให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออกทางความคิดที่มากขึ้น ซึ่งในงานวิจัยให้ข้อเสนอแนะว่า ควรจัดกิจกรรมที่เน้นการคิดโดยครูต้องคอยกระตุ้นนักเรียนให้คิดโดยใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนอธิบายแนวทางการคิดของตนเอง และทำให้นักเรียนคนอื่น ๆ เข้าใจวิธีคิดที่นักเรียนนำเสนอโดยคำถามที่ใช้ควรมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดได้อย่างหลากหลาย สอดคล้องกับ National Council of Teachers of Mathematics (2000) ที่ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอความคิดของตนเองและมีส่วนร่วมในการประเมินข้อคิดเห็นของกันและกันผ่านการอภิปรายในชั้นเรียน เน้นให้นักเรียนสามารถคิดหาวิธีโดยใช้การนำเสนอความคิดที่หลากหลาย และสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ดีและง่ายขึ้น

ช่วยลดความเป็นนามธรรม และสร้างความเข้าใจสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย

วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่สอดคล้องกับหลักการและงานวิจัยข้างต้น คือ การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Argumentation) เป็นกระบวนการสนทนาแบบกลุ่มซึ่งครูและนักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุป (Cervantes-Barraza, Cabañas-Sánchez and Reid 2019) ซึ่ง Knudsen *et al.* (2018) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์จะสามารถพัฒนานักเรียนในการแก้ปัญหา การฝึกฝนคำตอบได้หลายแบบหรือหลากหลายวิธีนักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการอธิบายให้เหตุผลผ่านการโต้แย้งเพื่อสนับสนุนวิธีการนั้น เน้นการตั้งคำถามที่ท้าทายให้นักเรียนคิดลึกซึ้ง ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เพื่อหาเหตุผลสนับสนุนการตัดสินใจของตนเอง และนำเสนอความคิดโดยใช้แผนภาพหรือกราฟเพื่อแสดงแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหของตนเองช่วยอธิบาย และสนับสนุนความคิดของตนเองได้ชัดเจนยิ่งขึ้นฝึกให้นักเรียนใช้สัญลักษณ์และสูตรคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องเพื่อแสดงการแก้ปัญหา และสนับสนุนเหตุผล ซึ่งการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างกรณี ครูจะกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียน หารูปแบบความสัมพันธ์ร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย จากนั้นนักเรียนสร้างกรณีต่าง ๆ ที่คาดว่าเป็นไปได้ 2) การคาดเดา นักเรียนจะต้องคาดเดาลักษณะที่เป็นจริงโดยอ้างอิงจากสิ่งที่ตนเองรู้โดยยังไม่ได้ตัดสินใจว่าสิ่งที่คาดเดานั้นเป็นจริงหรือไม่ ซึ่งครูใช้คำถามกระตุ้นความคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อนต่างกลุ่ม 3) การแสดงเหตุผล นักเรียนจะได้แสดงเหตุผลสำหรับการคาดเดาของตนเองพร้อมอธิบายแสดงวิธีที่แตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนสามารถโต้แย้ง วิจารณ์ เหตุผลของเพื่อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเหตุผล และ 4) การสรุป เป็นการอธิบายร่วมกันตัดสินใจการคาดเดานั้นเป็นจริงหรือเท็จโดยพิจารณาจากเหตุและผล จากนั้นจึงร่วมกันสรุปการโต้แย้ง การคาดเดา การแสดงเหตุผลและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อสรุปที่ได้ ซึ่งเห็นได้จากงานวิจัยของ Phuangsuea and Poonpaiboonpipat (2022) ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ส่งผลให้นักเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลมากขึ้น อีกทั้งงานวิจัยของ Jaroenphon and Kitkuakul (2023) ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยม ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการทางความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้สื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ และช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเรขาคณิตได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจากเนื้อหา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมเป็นเนื้อหาพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ ช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงเรขาคณิตและการคำนวณ นอกจากนี้ยังเป็นรากฐานสำหรับการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ ปริมาตร และรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าถ้านักเรียนได้รับการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนมีการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการตามรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action Research) ตามกรอบแนวคิดของ (Kitkuekul, 2014) โดยดำเนินการ 3 วงรอบที่ต่อเนื่องกัน แต่ละวงรอบประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan: P) คือออกแบบการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้หลังจากได้วิเคราะห์จุดประสงค์หรือกำหนดประเด็นปัญหาที่ชัดเจนแล้ว ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ (Act: A) คือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe: O) คือการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติรวมทั้งสังเกตตนเองขณะปฏิบัติว่าวิธีการนั้นได้ผลหรือไม่ และขั้นที่ 4 สะท้อนผล (Reflect: R) คือนำข้อมูลที่ได้ออกการวิเคราะห์หามาสะท้อนผล สังเคราะห์จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาหรือแก้ไข เพื่อนำไปวางแผนในวงรอบถัดไป

### 2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ณ โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่ง อำเภอนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียนที่มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 8 คน

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัยโดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ศึกษา 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน 1 ท่าน มีรายละเอียด ดังนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน รวมทั้งหมด 11 ชั่วโมง เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม จำนวน 3 ชั่วโมง พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม จำนวน 4 ชั่วโมง และโจทย์ปัญหาของรูปหลายเหลี่ยมจำนวน 4 ชั่วโมง ผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) แล้วนำไปเทียบเกณฑ์การแปลความหมาย 4.50 - 5.00 หมายถึง ความเหมาะสมมากที่สุด 3.50 - 4.49 หมายถึงความเหมาะสมมาก 2.50 - 3.49 หมายถึง ความเหมาะสมปานกลาง 1.50 - 2.49 หมายถึง ความเหมาะสมน้อย 1.00 - 1.49 หมายถึง ความเหมาะสมน้อยที่สุด ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมมากที่สุด เท่ากับ 4.88 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.13 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ ปรับเครื่องมือและเกณฑ์การวัด และประเมินผลของจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

3.2 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีข้อความให้นักเรียนเขียนตอบแบบอิสระ ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะมี 4 คำถามย่อย ได้แก่ ใบกิจกรรมที่ 1 วิศวกรน้อย ใบกิจกรรมที่ 2 ค่ายผจญภัยลูกเสือ และใบกิจกรรมที่ 3 โคกหนองนาโมเดล ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ ข้อคำถามให้มีความชัดเจน และเพิ่มข้อความให้ครอบคลุมในการวัดองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์

3.3 แบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์โดยมีข้อความให้นักเรียนเขียนตอบแบบอิสระ ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์จะมี 4 คำถามย่อย โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบ ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่า IOC ทุกข้อเท่ากับ 1 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ ปรับแก้ข้อคำถามให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย

ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่มีองค์ประกอบรายด้าน ประเมินผลจากใบกิจกรรมระหว่างเรียน และแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบองค์ประกอบย่อย (Analytic rubrics) โดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแบ่งออกตามเกณฑ์รายด้านของการคิดเชิงคณิตศาสตร์

### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

4.1 ประชุมทีมพร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

4.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในช่วงเวลาปกติของโรงเรียนโดยใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 11 ชั่วโมง

4.3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีคิดในใบกิจกรรมที่กำหนดให้ พร้อมทั้งมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม เพื่อระดมความคิดที่หลากหลายและลงมือแก้สถานการณ์ปัญหาได้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สังเกตและจดบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.4 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีคิดลงในใบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะให้คะแนนใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และผู้วิจัยจะทำการสะท้อนผลการทำกิจกรรมให้นักเรียนทราบในช่วงสุดท้ายของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

4.5 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดให้อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมสะท้อนผล เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

4.6 หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคล ซึ่งมีจำนวน 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อย 4 ข้อซึ่งวัดและประเมินครอบคลุมทุกองค์ประกอบย่อยของ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด รวมทั้งหมด 12 ข้อ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 2 ชั่วโมง

4.7 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

### 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากกลุ่มเป้าหมายมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา และใช้สถิติเชิงพรรณนาสำหรับข้อมูลเชิงตัวเลข จัดกลุ่มระดับคำตอบของนักเรียนแบ่งออกตามเกณฑ์รายด้านของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ โดยจะทำการวิเคราะห์เมื่อสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกันเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 ผู้วิจัยตรวจคำตอบและจัดกลุ่มระดับคำตอบของนักเรียนตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด ตามเกณฑ์ระดับความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็นตามระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา

| คะแนน                   | เกณฑ์การพิจารณา                                                                                                                                                                 |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P1 การทำความเข้าใจปัญหา |                                                                                                                                                                                 |
| 2                       | - ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ในโจทย์และเชื่อมโยงข้อมูลได้อย่างแม่นยำ                                |
| 1                       | - ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ และเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือ ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบของเงื่อนไขของปัญหาไม่ครบถ้วน หรือเข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูลได้บางส่วน |
| 0                       | - ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ และเงื่อนไขของปัญหาผิด หรือ ไม่ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบเงื่อนไขของปัญหา หรือ ไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในโจทย์ หรือมีการตีความผิด      |
| P2 การดำเนินการแก้ปัญหา |                                                                                                                                                                                 |
| 2                       | - ใช้สูตร ทฤษฎีบท หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาทุกขั้นตอนและมีความชัดเจน                                                     |
| 1                       | - ใช้สูตร ทฤษฎีบท หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือ แสดงการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่ครบทุกขั้นตอน หรือ                            |
| 0                       | - ใช้สูตร ทฤษฎีบท หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการแก้ปัญหาผิด หรือ ไม่แสดงการแก้ปัญหา                                                                                       |
| P3 การสรุปคำตอบของปัญหา |                                                                                                                                                                                 |
| 2                       | - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง และครบถ้วนตามประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบ                                                                                                                   |
| 1                       | - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนหรือสรุปคำตอบได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วนตามประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบ                                                                                |
| 0                       | - สรุปคำตอบผิด หรือ ไม่สรุปคำตอบ                                                                                                                                                |

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็นตามระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล

| คะแนน                                                                  | เกณฑ์การพิจารณา                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R1 การอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้ในการทำความเข้าใจปัญหา |                                                                                                                                     |
| 2                                                                      | - ระบุความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง                   |
| 1                                                                      | - ระบุความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องเพียงบางส่วน       |
| 0                                                                      | - ระบุความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องผิด หรือ ไม่ระบุความสอดคล้อง |
| R2 การอธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหา                              |                                                                                                                                     |
| 2                                                                      | - อธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล                                                                             |
| 1                                                                      | - อธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลในบางส่วน หรืออธิบายไม่ชัดเจน                                                |
| 0                                                                      | - อธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหาไม่สมเหตุสมผล หรือ ไม่สามารถอธิบายได้                                                          |

| คะแนน                                      | เกณฑ์การพิจารณา                                                                                                                              |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R3 การอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหา |                                                                                                                                              |
| 2                                          | - นำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง หรือ ระบุความสอดคล้องระหว่างคำตอบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง                         |
| 1                                          | - นำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือ ระบุความสอดคล้องระหว่างคำตอบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน |
| 0                                          | - นำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขของปัญหาผิด หรือ ระบุความสอดคล้องระหว่างคำตอบและเงื่อนไขของปัญหาผิด หรือ ไม่เขียนอธิบายความสมเหตุสมผล     |

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็นตามระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด

| คะแนน                                         | เกณฑ์การพิจารณา                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Re1 การใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2                                             | - วาดภาพ เน้นข้อความ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน                                                                                                                                               |
| 1                                             | - วาดภาพ เน้นข้อความ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาไม่เหมาะสม แต่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน หรือ เขียนแผนภาพ เน้นข้อความ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน |
| 0                                             | - วาดภาพ เน้นข้อความ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาไม่เหมาะสม และสื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือ ไม่ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหา                                                                                                  |
| Re2 การใช้ตัวแทนความคิดในการดำเนินการแก้ปัญหา |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2                                             | - นำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาแสดงการดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน                                                                                                                                                                                       |
| 1                                             | - นำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาแสดงการดำเนินการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม แต่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน หรือ นำสัญลักษณ์ แผนภาพ รูปภาพ กราฟ หรือข้อความมาแสดงการดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน                                                                          |
| 0                                             | - นำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาแสดงการดำเนินการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม และสื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือ ไม่แสดงการแก้ปัญหา                                                                                                                                                                         |
| Re3 การใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2                                             | - นำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาใช้สรุปคำตอบได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน                                                                                                                                                                                                   |
| 1                                             | - นำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาใช้สรุปคำตอบไม่เหมาะสม แต่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน หรือ นำสัญลักษณ์ แผนภาพ รูปภาพ กราฟ หรือข้อความมาใช้ได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน                                                                                                           |
| 0                                             | - นำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาใช้สรุปคำตอบไม่เหมาะสม และสื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือ ไม่สรุปคำตอบ                                                                                                                                                                                           |

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากใบกิจกรรม และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยมีผลการวิจัยดังนี้

1. ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จากทั้ง 3 ใบบัณฑิต จำนวน 3 กลุ่ม

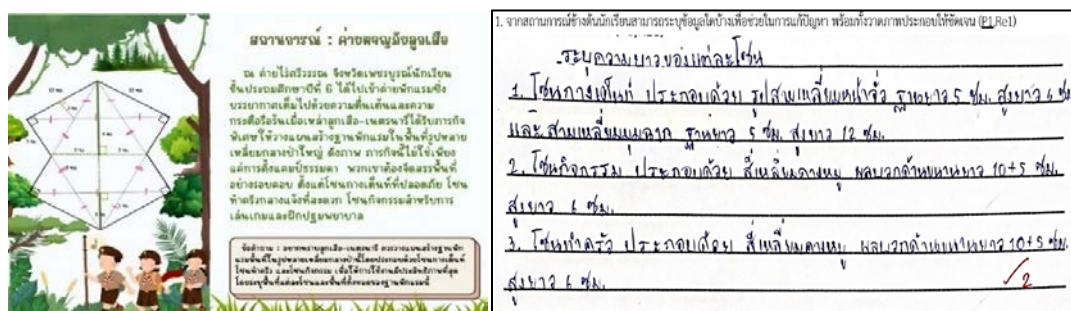
| การคิดเชิงคณิตศาสตร์           | องค์ประกอบ | จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) |        |         |               |         |         |               |         |        |
|--------------------------------|------------|------------------------|--------|---------|---------------|---------|---------|---------------|---------|--------|
|                                |            | ใบบัณฑิตที่ 1          |        |         | ใบบัณฑิตที่ 2 |         |         | ใบบัณฑิตที่ 3 |         |        |
|                                |            | ระดับ                  |        |         | ระดับ         |         |         | ระดับ         |         |        |
|                                |            | 0                      | 1      | 2       | 0             | 1       | 2       | 0             | 1       | 2      |
| 1. การแก้ปัญหา (P)             | P1         | 0 (0)                  | 0 (0)  | 3 (100) | 0 (0)         | 0 (0)   | 3 (100) | 0 (0)         | 1 (33)  | 2 (67) |
|                                | P2         | 0 (0)                  | 0 (0)  | 3 (100) | 0 (0)         | 1 (33)  | 2 (67)  | 0 (0)         | 1 (33)  | 2 (67) |
|                                | P3         | 0 (0)                  | 2 (67) | 1 (33)  | 0 (0)         | 2 (67)  | 1 (33)  | 0 (0)         | 2 (67)  | 1 (33) |
| 2. การให้เหตุผล (R)            | R1         | 0 (0)                  | 2 (67) | 1 (33)  | 0 (0)         | 3 (100) | 0 (0)   | 0 (0)         | 1 (33)  | 2 (67) |
|                                | R2         | 0 (0)                  | 1 (33) | 2 (67)  | 0 (0)         | 1 (33)  | 2 (67)  | 0 (0)         | 2 (67)  | 1 (33) |
|                                | R3         | 0 (0)                  | 2 (67) | 1 (33)  | 0 (0)         | 2 (67)  | 1 (33)  | 0 (0)         | 1 (33)  | 2 (67) |
| 3. การนำเสนอตัวแทนความคิด (Re) | Re1        | 0 (0)                  | 1 (33) | 2 (67)  | 0 (0)         | 2 (67)  | 1 (33)  | 0 (0)         | 3 (100) | 0 (0)  |
|                                | Re2        | 0 (0)                  | 1 (33) | 2 (67)  | 0 (0)         | 1 (33)  | 2 (67)  | 0 (0)         | 1 (33)  | 2 (67) |
|                                | Re3        | 0 (0)                  | 2 (67) | 1 (33)  | 0 (0)         | 2 (67)  | 1 (33)  | 0 (0)         | 1 (33)  | 2 (67) |

ตารางที่ 4 จำนวนกลุ่มนักเรียนและค่าร้อยละตามระดับคุณภาพของการคิดเชิงคณิตศาสตร์จากทั้ง 3 ใบบัณฑิต สำหรับความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา (P) พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำความเข้าใจปัญหา (P1) และสามารถดำเนินการแก้ปัญหา (P2) อยู่ในระดับ 2 จากทั้ง 3 ใบบัณฑิต ในขณะที่กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปคำตอบของปัญหา (P3) อยู่ในระดับ 1 จากทั้ง 3 ใบบัณฑิต

ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล (R) พบว่า จากใบบัณฑิตที่ 1-2 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้ในการทำความเข้าใจปัญหา (R1) สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหา (R3) อยู่ในระดับ 1 ในขณะที่อธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหา (R2) อยู่ในระดับ 2 และจากใบบัณฑิตที่ 3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้ในการทำความเข้าใจปัญหา (R1) และสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหา (R3) อยู่ในระดับ 2 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 67

ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด (Re1) พบว่า ใบบัณฑิตที่ 1 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา (Re1) อยู่ในระดับ 2 ในขณะที่ใบบัณฑิตที่ 2-3 อยู่ในระดับ 1 และจากใบบัณฑิตที่ 1-3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ตัวแทนความคิดในการดำเนินการแก้ปัญหา (Re2) อยู่ในระดับ 2 จำนวน 2 และใบบัณฑิตที่ 1-2 มีกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา (Re3) อยู่ในระดับ 1 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 67

ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาในการทำ ความเข้าใจปัญหา (P1) อยู่ในระดับ 2 ดังภาพที่ 1

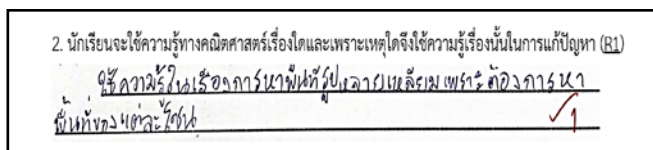


ภาพที่ 1 การเขียนคำตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อย P1 จากใบบัณฑิตที่ 2 สถานการณ์ “ค่ายผจญภัยลูกเสือ”



ภาพที่ 1 พบว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาโดยสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้อย่างถูกต้องครบถ้วน มีการเขียนอธิบายการระบุความยาวของแต่ละโซนได้ครบถ้วน และสามารถวางแผนฐานพักแรมรูปหลายเหลี่ยมแบ่งเป็น 3 โซนตามเงื่อนไขของปัญหาโดยสามารถระบุโซนฐานพักแรมแต่ละโซนประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติที่ชัดเจน สามารถจำแนกลักษณะรูปเรขาคณิตสองมิติ ระบุชื่อของรูปเรขาคณิตสองมิติและขนาดความยาวได้ถูกต้อง

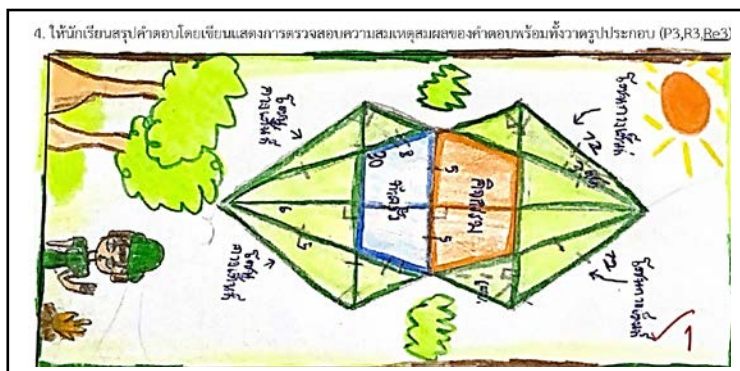
ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลในการอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้ในการทำความเข้าใจปัญหา (R1) อยู่ในระดับ 1 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเขียนคำตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อย R1 จากใบกิจกรรมที่ 2 จากสถานการณ์ “ค่ายผจญภัยลูกเสือ”

ภาพที่ 2 พบว่า นักเรียนสามารถระบุความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เนื่องจากไม่ได้ระบุเหตุผลในการเชื่อมโยงสาระสำคัญของหัวข้อคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาเป็นการระบุเพียงหัวข้อการหาพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมเท่านั้น ยังไม่ได้เชื่อมโยงการหาพื้นที่ในแต่ละโซนรวมถึงไม่ได้ระบุรายละเอียดของการหาพื้นที่รูปหลายเหลี่ยม ซึ่งนักเรียนควรระบุชื่อสูตรการหาพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมให้ชัดเจน โดยอาจยกตัวอย่างใช้สูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู รูปสามเหลี่ยม หรือความรู้อื่น ๆ ที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหา

ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดในการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา (Re3) อยู่ในระดับ 1 ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเขียนคำตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อย Re3 จากใบกิจกรรมที่2 จากสถานการณ์ “ค่ายผจญภัยลูกเสือ”

ภาพที่ 3 พบว่า นักเรียนสามารถนำสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาใช้สรุปคำตอบมาได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน เนื่องจากนักเรียนนำเสนอรูปภาพเพียงแค่การระบุความยาวด้านและชื่อของแต่ละโซนเท่านั้นยังไม่สรุปคำตอบของพื้นที่แต่ละโซน ซึ่งนักเรียนควรมีการใช้ข้อความหรือตัวเลขระบุพื้นที่รวมในแต่ละโซนและพื้นที่รวมทั้งหมดเพื่อให้การสรุปคำตอบสอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องและสื่อความหมายอย่างชัดเจน

2. ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุประดับคุณภาพของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่จากแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์ ตามองค์ประกอบย่อย จำนวน 8 คน

| องค์ประกอบย่อยของการคิดเชิงคณิตศาสตร์                                  | สถานการณ์ที่ | ระดับ | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|------------------------------------------------------------------------|--------------|-------|------------|--------|
| P1 การทำความเข้าใจปัญหา                                                | 1            | 2     | 5          | 62.50  |
|                                                                        | 2            | 2     | 5          | 62.50  |
|                                                                        | 3            | 2     | 5          | 62.50  |
| P2 การดำเนินการแก้ปัญหา                                                | 1            | 2     | 4          | 50.00  |
|                                                                        | 2            | 2     | 5          | 62.50  |
|                                                                        | 3            | 2     | 4          | 50.00  |
| P3 การสรุปคำตอบของปัญหา                                                | 1            | 1     | 4          | 50.00  |
|                                                                        | 2            | 2     | 4          | 50.00  |
|                                                                        | 3            | 1     | 5          | 62.50  |
| R1 การอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา | 1            | 2     | 5          | 62.50  |
|                                                                        | 2            | 2     | 5          | 62.50  |
|                                                                        | 3            | 1     | 7          | 87.50  |
| R2 การอธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหา                              | 1            | 2     | 4          | 50.00  |
|                                                                        | 2            | 2     | 5          | 62.50  |
|                                                                        | 3            | 1     | 7          | 87.50  |
| R3 การอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหา                             | 1            | 1     | 4          | 50.00  |
|                                                                        | 2            | 2     | 4          | 50.00  |
|                                                                        | 3            | 2     | 4          | 50.00  |
| Re1 การใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา                          | 1            | 1     | 4          | 50.00  |
|                                                                        | 2            | 1     | 4          | 50.00  |
|                                                                        | 3            | 1     | 5          | 62.50  |
| Re2 การใช้ตัวแทนความคิดในการดำเนินการแก้ปัญหา                          | 1            | 2     | 5          | 62.50  |
|                                                                        | 2            | 2     | 5          | 62.50  |
|                                                                        | 3            | 1     | 5          | 62.50  |
| Re3 การใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา                          | 1            | 1     | 4          | 50.00  |
|                                                                        | 2            | 2     | 5          | 62.50  |
|                                                                        | 3            | 1     | 4          | 50.00  |

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิจัยจากแบบทดสอบทั้งสามสถานการณ์ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีในระดับความสามารถของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบย่อย อยู่ในระดับ 2 ในองค์ประกอบที่ P1-P2, R1-R3, และ Re2 สำหรับองค์ประกอบย่อยที่ P3, Re1, และ Re3 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 เป็นจำนวนใกล้เคียงกัน เนื่องจากนักเรียนเขียนประเด็นการสรุปคำตอบ และการนำเสนอตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจและสรุปคำตอบได้ถูกต้อง ยังขาดการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคำตอบกับเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา และยังไม่สามารถสรุปคำตอบโดยใช้รูปภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาในการดำเนินการแก้ปัญหา (P2) อยู่ในระดับ 2 ดังภาพที่ 4

**สถานการณ์ 2 : แปลงนามสมผสาน**

ชาวนาในหมู่บ้านแห่งหนึ่งกำลังวางแผนการซื้อสารพิษเพื่อกำจัดศัตรูพืช โดยลดต้นทุนแปลงนาให้สมบูรณ์ตามหลักวิชาการเพื่อประโยชน์ในการใช้พื้นที่ต่าง ๆ การแบ่งพื้นที่ให้ช่วยให้นักเรียนสามารถจัดการปลูกพืชได้ รวมถึงการใช้น้ำและปุ๋ยให้เหมาะสมกับแต่ละแปลง ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่แปลงนาแต่ละแปลงมีดังนี้

- แปลงปลูกข้าว เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีด้านยาว 20 เมตร และด้านกว้าง 10 เมตร เพื่อใช้ในการปลูกข้าวสำหรับบริโภคและเลี้ยงสัตว์
- แปลงปลูกข้าวโพด เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีด้านยาวด้านหนึ่งยาว 10 เมตร และด้านกว้างด้านหนึ่งยาว 5 เมตร สำหรับปลูกพืชสมุนไพรที่เป็นที่ต้องการในตลาด

คำถาม : สอบถามว่าถ้าชาวนาต้องการแปลงนาใหม่ ที่รวมพื้นที่แปลงปลูกข้าวและปลูกข้าวโพดให้เป็นแปลงเดียวกันโดยแบ่งพื้นที่ของนาใหม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อความสะดวกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากพื้นที่ทั้งหมดก็จะพบขนาดความยาว และความกว้างของแปลงนาใหม่มี

3. นักเรียนแสดงวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างละเอียดอย่างไร พร้อมทั้งระบุสูตรหรือหลักการทางคณิตศาสตร์และเหตุผลที่ใช้สูตรหรือหลักการนั้น (P2, R2, Re2)

ภาพที่ 4 การเขียนคำตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อย P2 จากสถานการณ์ที่ 2 “แปลงนามสมผสาน”

ภาพที่ 4 พบว่า นักเรียนสามารถใช้สูตรหรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาแสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาทุกขั้นตอนอย่างชัดเจน ระบุสูตรการหาพื้นที่และคำนวณการหาแปลงปลูกข้าวที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และแปลงปลูกข้าวโพดที่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ถูกต้อง แสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาแทนค่าในสูตรได้ชัดเจนทุกขั้นตอน พร้อมทั้งมีการวาดภาพประกอบการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และ ประยุกต์ความรู้ในการออกแบบนาแปลงใหม่ได้โดยระบุนความกว้าง และความยาวของนาแปลงใหม่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขของการแก้ปัญหา

ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลในการอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา (R1) อยู่ในระดับ 2 ดังภาพที่ 5

2. นักเรียนจะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดและเพราะเหตุใดจึงใช้ความรู้เรื่องนั้นในการแก้ปัญหา (R1)

เรื่องการหาพื้นที่ เพราะ จะต้องหาพื้นที่แปลงนาใหม่ รวมทั้งที่ปลูกข้าวและปลูกข้าวโพดให้เป็นแปลงเดียวกัน

ภาพที่ 5 การเขียนคำตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อย R1 จากสถานการณ์ที่ 2 “แปลงนามสมผสาน”

ภาพที่ 5 พบว่า นักเรียนสามารถระบุนความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง โดยสามารถระบุเหตุผลในการเชื่อมโยงการนำหลักทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการพื้นที่ของนาแปลงใหม่ ซึ่งสามารถให้เหตุผลในการเชื่อมโยงพื้นที่แปลงนาปลูกข้าวและแปลงปลูกข้าวโพดเพื่อนำมาอธิบายการแก้ปัญหาได้

ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดในการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา (Re1) อยู่ในระดับ 2 ดังภาพที่ 6

1. จากสถานการณ์ข้างต้นนักเรียนสามารถระบุข้อมูลใดบ้างเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวาดภาพประกอบให้ชัดเจน (P1 Re1)

ภาพที่ 6 การเขียนคำตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อย Re1 จากสถานการณ์ที่ 2 “แปลงนามสมผสาน”

ภาพที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถนำเสนอสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ และเงื่อนไขของปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจนโดยสามารถวาดรูปแปลงนาข้าว และแปลงข้าวโพด พร้อมทั้งระบุขนาดความยาวตามเงื่อนไขของโจทย์ได้ถูกต้อง และระบุรายละเอียดรูปเรขาคณิตสองมิติแต่ละแปลงนาได้สอดคล้องกับเงื่อนไขของปัญหา

### การอภิปรายผล

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เริ่มต้นกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการทบทวนความรู้เดิมผ่านเกมที่เน้นให้อธิบายเหตุผลและสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างไม่เป็นทางการเพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมในการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และใช้สถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงบริบทกับชีวิตประจำวันของนักเรียนเพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกร่วมกับปัญหา ซึ่งในงานวิจัยนี้มีการนำเสนอสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบริบทส่วนตัวและบริบทอาชีพในชีวิตของนักเรียน คือ “วิศวกรน้อย” “ค่ายผจญภัยลูกเสือ” และ “โคกหนองนาโมเดล” ซึ่งมีความเหมาะสมกับบริบทของนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัยเนื่องด้วยเป็นสถานการณ์ที่สะท้อนให้เห็นถึงวิถีชีวิตของชุมชนซึ่งเป็นถิ่นฐานที่นักเรียนอาศัยอยู่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ayalon, Wilkie and Swaid (2024) ที่พบว่า การใช้สถานการณ์จริงที่นักเรียนมีประสบการณ์คุ้นเคยกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การร่อนน้ำต้นไม้โดยการวาดกราฟสถานการณ์ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันส่งผลทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rocha, Viseu and Matos (2024) ที่พบว่า การใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับบริบทชีวิตจริง เช่น การซื้อแผ่นซีดีเพลงร็อกให้ได้มากที่สุดช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจการแก้ปัญหาส่งผลให้นักเรียนมองเห็นความหมายของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และตระหนักถึงความเป็นไปได้ของการประยุกต์ใช้แนวคิดที่เรียนมาแสดงให้เห็นถึงการสร้างความเข้าใจในเชิงบูรณาการนำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมกับการใช้คำถามปลายเปิดในงานวิจัยนี้ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดที่หลากหลาย จากนั้นใช้คำถามกระตุ้น เช่น นักเรียนจะมีวิธีการหาคำตอบอย่างไรบ้าง และเพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าสามารถใช้วิธีการหาคำตอบข้างต้นในการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Aziza (2017) ที่พบว่า การใช้คำถามปลายเปิดมีความหลากหลายโดยเริ่มต้นจากใช้คำถามปลายเปิดร่วมกับภาพประกอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดและอธิบายความหมายของ “มุม” จากนั้นครูใช้คำถามต่อเนื่อง เช่น “ทำไม”, “อย่างไร” และ “อะไร” เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนขยายแนวคิดให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นส่งผลให้นักเรียนสามารถแสดงกระบวนการคิดวิเคราะห์และต่อยอดความเข้าใจได้อย่างมีเหตุผลและชัดเจน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cervantes-Barraza, Cabañas-Sánchez and Reid (2019) ที่พบว่า ครูมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาการโต้แย้งของนักเรียนโดยครูใช้คำถามกระตุ้น เช่น “ใครอยากเสนอคำตอบอีกแบบไหม” และ “คุณเห็นอะไรเกี่ยวกับสิ่งนี้บ้าง” เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคนอื่นมีส่วนร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ยังการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนผ่านการอภิปรายกลุ่ม โดยนักเรียนมีโอกาสนำเสนอวิธีการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย พร้อมทั้งอธิบายกระบวนการอย่างชัดเจน และให้เหตุผลประกอบเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นภายในกลุ่มของตน และร่วมกันพิจารณาความแตกต่างระหว่างแนวคิดกลุ่มของเพื่อนผ่านการอภิปราย โดยมีการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือของเพื่อน เช่น นักเรียนคิดว่าสามารถแสดงการคาดเดาด้วยวิธีการหาคำตอบอื่นได้อีกหรือไม่อย่างไร ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Calgary Board of Education (2024) กล่าวว่า การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการพูดคุย ยืนยันความคิดเห็น และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในกระบวนการนี้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่หลากหลาย ซึ่งรวมถึงความคิดเริ่มต้น การไม่เห็นด้วย และการคาดเดาต่าง ๆ พร้อมทั้งเปรียบเทียบความคิดเห็นซึ่งกันและกัน กระบวนการเหล่านี้นำไปสู่การสร้างความรู้ความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ร่วมกัน

2. ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถอยู่ในระดับ 2 ทั้งระหว่างและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้ขั้นตอนสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คือขั้นที่ 1-3 กล่าวคือ นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมผ่านการเล่นเกมจับคู่ เกมบิงโก เกมการ์ด 2D ซึ่งเป็นเกมที่เน้นให้นักเรียนอธิบายเหตุผลและสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างไม่เป็นทางการผ่านการอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติอันเป็นการสร้างและทดสอบความเข้าใจเนื้อหาเบื้องต้นพร้อมทั้งเป็นฐานของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Doğan and Sönmez (2019) ที่พบว่า การใช้เกมในการจัดเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบไม่เป็นทางการ ส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและรู้สึกสนุก เมื่อเรียนด้วยเกมนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นทางบวกเกี่ยวกับบทเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกม จากนั้นนักเรียนได้ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับบริบทของนักเรียนในชุมชนโดยสถานการณ์ปัญหาที่สะท้อนวิถีชีวิตชุมชนของนักเรียนช่วยกระตุ้นให้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและวิเคราะห์โจทย์ได้ถูกต้อง โดยนักเรียนสามารถระบุปัญหาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ตรงตามเงื่อนไขของปัญหาแม้บางคนจะสรุปสั้น ๆ รวมถึงมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ซึ่งในการจัดกิจกรรมมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาที่ให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาของสถานการณ์ปัญหาผ่านการวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ หรือนำหลักการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจน สามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้องและสื่อความหมายได้ชัดเจนเกี่ยวกับพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม แม้ยังมีบางคนที่ไม่สรุปคำตอบ

ไม่ครบทุกประเด็นในการตรวจคำตอบให้สอดคล้องกับเงื่อนไขปัญหา แต่โดยรวมนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับ Tsamir *et al.* (2010) ที่กล่าวว่า คำถามแบบปลายเปิด เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธีหรือให้คำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบโดยส่งเสริมความหลากหลายทางความคิดกระตุ้นกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์และเปิดโอกาสให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดในระดับสูง

3. ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถอยู่ในระดับ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้เกิดจาก 4 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนได้นำเสนอแนวความคิดการตอบคำถามปลายเปิดที่หลากหลาย และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองพร้อมเปิดโอกาสให้เพื่อนร่วมชั้นอภิปรายระหว่างการนำเสนอถ้าหากเพื่อนมีประเด็นโต้แย้งหรือข้อสงสัยผู้นำเสนอสามารถอธิบายเหตุผล หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายให้เพื่อนเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นโต้แย้งได้ นักเรียนได้ทำกิจกรรมโหวตกลุ่มที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่มีความสมเหตุสมผลมากที่สุด และกลุ่มที่สามารถอธิบายเหตุผลในการแสดงข้อโต้แย้งได้สมบูรณ์ที่สุดพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการเลือกโหวตส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกอธิบายแนวคิดของตนเองและได้เปรียบเทียบความคิดที่แตกต่างกัน สามารถอธิบายเหตุผลของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องความยาวรอบรูปหลายเหลี่ยมและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ นักเรียนยังสามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลและใช้สูตรได้ถูกต้อง แต่สำหรับโจทย์ปัญหาของรูปหลายเหลี่ยมที่ซับซ้อนต้องอาศัยองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นที่ได้มาจากชั่วโมงก่อนหน้าเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติ ความยาวรอบรูป และการหาพื้นที่เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนยังขาดการอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา แต่กลับพบว่าในการสรุปคำตอบนั้นนักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบกับเงื่อนไขของโจทย์ได้ และอธิบายเหตุผลของคำตอบได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Aziza (2017) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการใช้คำถามปลายเปิดที่มีความหลากหลายโดยเริ่มต้นจากใช้คำถามปลายเปิดร่วมกับภาพประกอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดและอธิบายความหมายของ “มุม” จากนั้นครูใช้คำถามต่อเนื่อง เช่น “ทำไม”, “อย่างไร” และ “อะไร” เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนขยายแนวคิดให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นส่งผลให้นักเรียนสามารถแสดงกระบวนการคิดวิเคราะห์และต่อยอดความเข้าใจได้อย่างมีเหตุผลและชัดเจน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Juniati and Khabibah (2024) ที่พบว่า การอภิปราย และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกอธิบายแนวคิด แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ และได้แย้งด้วยเหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนได้เปรียบเทียบแนวคิดที่หลากหลาย หากในสถานการณ์ที่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจะมีวิธีการตั้งคำถามเปิดประเด็นเพื่อให้ร่วมกันพิจารณาและอภิปราย การจัดการชั้นเรียนในลักษณะนี้ส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ที่ปลอดภัยและเปิดกว้างสำหรับการแลกเปลี่ยนความคิดทางคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Doğan and Sir (2022) ที่พบว่า การโต้แย้งเชิงเหตุผลเป็นการเปิดพื้นที่ให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนอย่างมีเหตุผลและตรวจสอบซึ่งกันและกัน โดยนักเรียนสามารถคิดค้นกลยุทธ์ด้วยตนเองจากการที่นักเรียนได้เปรียบเทียบแนวคิดของตนเองที่มีการใช้สัญลักษณ์หรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและเรียนรู้จากการแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่ม

4. ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถอยู่ทั้งในระดับ 1 และ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้ขั้นตอนสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คือขั้นที่ 1-3 กล่าวคือ นักเรียนได้เขียนตอบคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เชื่อมโยงบริบทกับชีวิตประจำวันของนักเรียนโดยสามารถนำเสนอแนวคิดที่หลากหลาย สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Tarigan, Azis and Nasution (2022) ที่พบว่า การใช้คำถามแบบเปิดส่งผลต่อโอกาสให้นักเรียนเข้าถึงปัญหด้วยแนวทางแนวคิดที่หลากหลาย ก่อให้เกิดการแสดงออกทางความคิดที่แตกต่าง ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความพยายามในการพัฒนาแนวทางของตนเอง ทั้งในการวิเคราะห์ วางแผน และใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากนั้นในกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาซึ่งในใบกิจกรรมมีข้อความข้อที่ 1 และ 4 ที่ให้นักเรียนวาดภาพประกอบอธิบายวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถใช้ภาพ สัญลักษณ์ และข้อความเพื่อช่วยทำความเข้าใจปัญหาและแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นโดยเฉพาะเรื่องการหาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม อย่างไรก็ตามการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบในบางโจทย์ยังไม่ชัดเจน โดยเฉพาะในโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนต้องอาศัยองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นที่ได้มาจากชั่วโมงก่อนหน้าเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติ ความยาวรอบรูป และการหาพื้นที่ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีในการใช้ภาพและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ช่วยสื่อความหมายในการสรุปคำตอบ โดยเฉพาะในการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมซึ่งสามารถสื่อสารแนวคิดได้ชัดเจน สอดคล้องกับ National Council of Teachers of Mathematics (2000) ที่กล่าวว่า การจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้นำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายเป็นแนวทางในการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายให้กับนักเรียน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการที่นักเรียนได้นำเสนอตัวแทนความคิดที่หลากหลายจะช่วยพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดของนักเรียนได้

## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

### สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้จากใบกิจกรรมและหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ระหว่างการทำใบกิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และ 2 ในจำนวนใกล้เคียงกัน เมื่อเรียงลำดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์รายด้านที่อยู่ในระดับ 2 จากมากไปน้อย ได้แก่ การแก้ปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิด และการให้เหตุผล เรียงลำดับจากมากไปน้อยโดยพิจารณาองค์ประกอบย่อยด้านการแก้ปัญหาโดยพบว่า P1, P2 และ P3 องค์ประกอบย่อยด้านการนำเสนอตัวแทน พบว่า Re2, Re3 และ Re1 และ ในขณะที่ผลจากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกัน ในส่วนองค์ประกอบย่อยด้านการให้เหตุผลจากใบกิจกรรมเมื่อเรียงลำดับจากมากไปน้อยที่พบว่า R2, R3 และ R1 ซึ่งแตกต่างจากผลจากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่พบว่า R1, R3 และ R2 ทั้งนี้ นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการทำความเข้าใจปัญหาได้มากขึ้น แต่อธิบายความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาลดลง เนื่องจาก เนื้อหาเรื่องโจทย์ปัญหาของรูปหลายเหลี่ยมมีความซับซ้อนซึ่งต้องอาศัยองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติ ความยาวรอบรูป และการหาพื้นที่ โดยครูควรตรวจสอบและสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในความรู้พื้นฐานเหล่านี้ก่อน เพื่อให้การเรียนรู้เรื่องรูปหลายเหลี่ยมมีประสิทธิภาพมากขึ้น

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนควรมีพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ก่อนที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาของรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งความรู้พื้นฐานที่สำคัญ ได้แก่ รูปเรขาคณิตสองมิติ ความยาวรอบรูป และการหาพื้นที่ โดยครูควรตรวจสอบและสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในความรู้พื้นฐานเหล่านี้ก่อน เพื่อให้การเรียนรู้เรื่องรูปหลายเหลี่ยมมีประสิทธิภาพมากขึ้น

#### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า มีนักเรียนจำนวนน้อยที่มีผลการพัฒนาความสามารถด้านการให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิดอยู่ในระดับ 2 เป็นจำนวนใกล้เคียงกัน งานวิจัยครั้งต่อไปจึงควรหาแนวทางในการพัฒนาการอธิบายความสมเหตุสมผลและการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหาเพิ่มเติมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อยกระดับความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลและการนำเสนอตัวแทนความคิดของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากการได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิษา พูนโพธิ์พิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา นอกจากนี้ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบ คณาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เชี่ยวชาญ ผู้บริหาร คณะครู นักเรียนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

## จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ขอความยินยอมโดยใช้เอกสารจากผู้เข้าร่วมวิจัยอย่างถูกต้องตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หลักความเคารพในบุคคล หลักคุณประโยชน์ ไม่ก่ออันตรายต่อผู้เข้าร่วมวิจัย และหลักความยุติธรรม

## References

- Ayalon, M., Wilkie, K. J. and Swaid, R. (2024). Investigating students' arguments with real-life functional situations throughout a sequence of collaborative activities. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(11), em2526.
- Aziza, M. (2017). The use of open-ended question pictures in the mathematics classroom. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 4(9), 1–9.

- Calgary Board of Education. (2024). Kindergarten to grade 12 mathematics framework. Retrieved 4 Mar 2025 from **GoToKnow**: <https://www.cbe.ab.ca/FormsManuals/Education-Plan.pdf>
- Cervantes-Barraza, J., Cabañas-Sánchez, G. and Reid, D. (2019). Complex argumentation in elementary school. **PNA: Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática**, 13(4), 221–246.
- Doğan, A. and Sir, H. K. Y. (2022). Development of primary school fourth-grade students' fraction calculation strategies through the argumentation method. **Journal of Education and Learning**, 16(2), 262–272.
- Doğan, Z. and Sönmez, D. (2019). The effect of using mathematical games on primary school 4<sup>th</sup> grade students' attitudes towards mathematics course and their visual metaphorical perceptions. **Journal of Education and E-Learning Research**, 6(2).
- Jaroenphon, K. and Kitkuakul, S. (2023). Enhancing reasoning and mathematical communication skills of Grade 6 students on triangles through mathematics argumentation-based learning (in Thai). **Roykaensan Journal of Education**, 8(8), 187–202.
- Juniati, D. and Khabibah, S. (2024). Collective argumentation and participation in solving geometry problems in the mathematics classroom. **Journal of Mathematics Education**, 9(2), 259–272.
- Khawthong, P. and Bongkotphet, T. (2021). Problem-based learning management based on the STEM education approach to promote creative problem-solving ability on polygons of Grade 6 students (in Thai). **Journal of MCU Peace Studies**, 10(7), 2866–2879.
- Knudsen, J., Stevens, H. S., Lara-Meloy, T., Kim, H. J. and Shechtman, N. (2018). **Image mathematical argumentation: Why and what. In Mathematical Argumentation in Middle School–The What, Why, and How: A Step-by-Step Guide with Activities, Games, and Lesson Planning Tools.** SAGE Publications, Inc.
- Kriegler, S. (2004). **Justifying the case for problem solving in mathematics education.** University of California, Los Angeles.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). **Principles and standards for school mathematics.** Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Office of the Basic Education Commission. (2017). Indicators and core mathematics content (Revised Edition 2017) according to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008) (in Thai). Office of the Basic Education Commission.
- Phuangsee, K. and Poonpaiboonpipat, W. (2022). The effects of mathematics learning activities using a mathematical argumentation approach on Grade 5 students' mathematical reasoning ability (in Thai). **Naresuan University Journal of Education**, 24(1), 65–75.
- Rocha, H., Viseu, F. and Matos, S. (2024). Problem-solving in a real-life context: An approach during the learning of inequalities. **European Journal of Science and Mathematics Education**, 12(1), 21–37.
- Kitkuekul, S. (2014). Organizing science learning activities: **Directions for 21<sup>st</sup> century teachers** (in Thai). Bangkok: Juladis.
- Tarigan, M. S., Azis, Z. and Nasution, M. D. (2022). Improved Mathematical Representation of Students with The Open-Ended Approach. **JMEA: Journal of Mathematics Education and Application**, 1(3), 130–134.
- Thanawiboonkiat, L., Aksornkit, S. and Lertamornphong, C. (2023). A study of critical thinking ability on polygons of Grade 6 students through thinking-based learning (in Thai). **Kasetsart Journal of Education**, 41(2), 123–140.
- Tsamir, P., Tirosh, D., Tabach, M. and Levenson, E. (2010). Multiple solution methods and multiple outcomes - Is it a task for kindergarten children?. **Educational Studies in Mathematics**, 73, 217–231.