

## การวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา

### ANALYSIS OF STUDENTS' MATHEMATICAL COMMUNICATION SKILLS IN PROBLEM SOLVING CLASSROOM

ชยางกูร จันทะวัน<sup>1</sup>  
สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง<sup>2</sup>

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 คน ปีการศึกษา 1/2563 โรงเรียนบ้านบึงเนียมบึงไคร่นุ่นท่าหิน ชั้นเรียนนี้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด วิเคราะห์ข้อมูลตามกรอบแนวคิดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ NCTM (2000)

ผลการวิจัยพบว่า 1) การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีการแสดงวิธีคิด เหตุผลในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูด ใช้การเขียนอธิบายถึงวิธีการที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจและอธิบายถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการแสดงให้เห็นถึงขั้นตอน การดำเนินการต่าง ๆ เป็นรูปธรรม 2) การทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินหรือตอบกลับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์และตอบกลับแนวคิดของเพื่อนในชั้นเรียนด้วยการใช้วิธีการพูด การเขียนที่มีการอธิบายถึงวิธีการที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และอธิบายถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการแสดงให้เห็นการแปลความหมายให้สามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมอย่างชัดเจน 3) การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีการแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในลักษณะของการใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ที่อธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูด ใช้การเขียนที่มีการอธิบายถึงวิธีการที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และอธิบายถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการแสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมอย่างชัดเจน

**คำสำคัญ** ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา วิธีการแบบเปิด การศึกษาชั้นเรียน

<sup>1</sup> นักศึกษาริทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## Abstract

This research aimed to analyze mathematical communication skills of students in problem solving classroom. The target group is 15 fifth-grade students, Academic Year 1/2020 at Ban bueng niam bueng khai nun tha hin School. Open approach was implemented as a teaching approach in this study. Data were analyzed by framework of mathematical communication skills (NCTM, 2000).

The results of the research were as follows, 1) Representation of mathematical ideas, students could show their way of thinking, reasoning for solving mathematics problems by speaking, writing to describe how to that easy to understand. Moreover, they discussed the way to solve mathematics problems by demonstrating the concrete procedure and manipulation, 2) Understanding, interpreting and evaluating or responding to mathematical ideas, students could understand mathematical ideas and respond to their classmates' ideas by speaking and writing to explain the way to solve problem that easy to understand. Additionally, they discussed the way to solve mathematical problems by showing the interpretation that could be able to understand clearly, and 3) Using mathematical terms, symbols and structures, students could show how to solve mathematics problems by using mathematical terms, symbols and structures that describe mathematical ideas. They could speak and write to describe the way to solve problem that easy to understand. Moreover, they discussed how to solve mathematics problems with concrete demonstrations.

**Keywords:** Students' Mathematical Communication Skills, Problem Solving Classroom, Open Approach, Lesson Study

## 1. บทนำ

การเรียนการสอนของประเทศไทยในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังเน้นที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการทดสอบ โดยไม่ได้เน้นกระบวนการเรียนรู้หรือวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2546, หน้า 1) ครูส่วนใหญ่ให้ความสำคัญเฉพาะผลลัพธ์ หรือคำตอบของนักเรียน และไม่ได้ให้ความสำคัญกับกระบวนการหรือแนวคิดของนักเรียน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557) วิธีการสอนให้นักเรียนท่องจำ ความรู้ และฝึกทักษะสำเร็จรูปไปเพื่อสอบ ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงที่กระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียนในแนวใหม่ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบคิดวิเคราะห์เป็นและอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น (วิทยากร เชียงกูล, 2559, หน้า 153) ปัญหาสำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ ครูส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ทำให้นักเรียนที่เรียนรู้ได้เร็วสามารถเข้าใจ เนื้อหาได้ง่าย ส่วนผู้เรียนที่เรียนรู้ช้า ฟังบรรยายไม่ทัน ไม่เข้าใจเนื้อหาที่บรรยายจะเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน (ฟาฏินา วงศ์เลขา, 2553, หน้า 23)

นักเรียนส่วนใหญ่จะมีความกังวลเมื่อครูขอให้อธิบายคำตอบ นักเรียนมักจะมีคำถามเกี่ยวกับคำตอบที่ผิดและไม่สามารถอธิบายผลลัพธ์ได้ดีในชั้นเรียน (Sukoco & Mahmudi, 2016, pp. 11-24) และนักเรียนส่วนใหญ่ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาไม่สามารถสื่อสารด้วยคำพูดได้ รวมทั้งไม่สามารถสื่อสารเป็นลายลักษณ์อักษรได้ดีเท่าที่ควร (Huggins, 1999, p. 10) นอกจากนี้ Deveney (2005, p. 164) ยังกล่าวว่านักเรียนมักจะโต้ตอบโดยการเขียนตอบคำถามโดยตรงเท่านั้นและมักจะไม่ค่อยยกมือตอบคำถามเพื่ออภิปรายในชั้นเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งมักจะพบในนักเรียนที่อยู่ตามโรงเรียนชนบท นักเรียนมีทักษะการสื่อสารยังอยู่ในระดับต่ำ เป็นเรื่องยากและไม่บ่อยนักที่นักเรียนที่จะแสดงความคิดเห็นออกมา แม้ว่านักเรียนจะมีความคิดที่อยู่ในใจอยู่แล้ว (Huggins, 1999, p. 10) อีกทั้ง Karlimah & Lestari (2014, p. 86) ระบุว่านักเรียนบางคนอาจจะมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ค่อนข้างจำกัด และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น ยังไม่ได้รับการพัฒนา (Harwati, et al., 2015, p. 175) ในศตวรรษที่ 21 นักเรียนไม่เพียงแต่ต้องการความรู้ด้านเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังต้องใช้ทักษะต่าง ๆ ที่มีความจำเป็น เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการสื่อสาร (Rizki & Priatna, 2019, p. 1) ครูคณิตศาสตร์จึงต้องปรับเปลี่ยนแนวทางการสอนโดยใช้แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา (Problem Solving Approach) ซึ่งเป็นการสอนผ่านการแก้ปัญหาลักษณะหนึ่งซึ่งเน้นการสอนเกี่ยวกับการเรียนรู้ว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไร ซึ่งนักเรียนจะเรียนรู้วิธีพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง (Isoda, 2010, p. 17) ในการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาครูต้องมีหลักการที่ดีในการช่วยเหลือนักเรียนในขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหา (Inprasitha, 2014) ซึ่งชั้นเรียนคณิตศาสตร์ถือเป็นชั้นเรียนสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Isoda, 2010, p. 17)

ชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาให้ความสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งด้านเนื้อหา ด้านทักษะ กระบวนการเรียนรู้และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ควบคู่ไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งเป็นองค์ประกอบ

ที่สำคัญของการเรียนรู้ที่มีความหมายของนักเรียน (Shimizu, 2006) อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเต็มศักยภาพ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายจากการมีอิสระในการคิดและการทำกิจกรรม (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2546) ซึ่ง Nohda (2000, p. 40) แนะนำวิธีการสอนที่เรียกว่า “วิธีการเปิด (Open Approach)” ที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาปลายเปิดที่ไม่ได้ทำเป็นประจำ ปัญหาต้องใช้วิธีการต่าง ๆ ในการแก้หรือมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ วิธีการแบบเปิดเป็นนวัตกรรมการสอนอย่างหนึ่งที่พัฒนาต่อเนื่อง มาจากการใช้ปัญหาปลายเปิด (Open-ended Problem) ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546) นำนวัตกรรมมาทดลองใช้ในโรงเรียนเต็มรูปแบบทั้ง “แนวทางการสอนแบบใหม่” ที่เรียกว่า “Open Approach” และใช้การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) ในฐานะ “วิธีการปรับปรุงแนวทางการสอนให้ดีขึ้น” โดยได้ปรับเปลี่ยนแนวคิดหลายอย่างเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย ซึ่งชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาก็จะส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านทักษะของนักเรียน สอดคล้องกับมาตรฐานคณิตศาสตร์ศึกษาที่กำหนดโดยสมาคมครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในการเรียนคณิตศาสตร์มีความจำเป็นมากที่จะต้องพัฒนา (NCTM, 2000, p. 60)

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียน ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการคิด การอภิปราย การตัดสินใจ (Viseu & Oliveira, 2012, p. 288) และเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Hulukati, 2005, p. 1) นอกจากนี้ยังสามารถนำทางนักเรียนให้แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งภาษาพูดและภาษาเขียนสามารถเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ (Gordah & Astuti, 2013, p. 228) สอดคล้องกับแนวคิดของ Polya (1973, p. 228) อธิบายว่า การสื่อสารเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความสำคัญในกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้งในและนอกห้องเรียน การสื่อสารนั้นมีบทบาทสำคัญในวิชาคณิตศาสตร์ NCTM (2000, p. 60) ระบุว่า การสื่อสารเป็นส่วนสำคัญของคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์ศึกษา การสื่อสารเป็นสิ่งสำคัญในการสอน การประเมิน และการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยได้เสนอตัวชี้วัดการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สามารถวัดได้จาก (1) ความสามารถในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการพูด การเขียน และการสาธิตอธิบายที่แสดงให้เห็นภาพ (2) ความสามารถในการเข้าใจ แปลความหมายและประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทั้งทางวาจา การเขียนหรือในรูปแบบอื่น ๆ (3) ความสามารถในการใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับ Clark (2005, pp. 296–316) กล่าวว่า นักเรียนที่มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ดี จะสามารถสร้างความหลากหลายในการค้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหาได้

จากเหตุผลที่กล่าวมาในข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แต่ในปัจจุบันการจัดกระบวนการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา ครูมุ่งเน้นที่เนื้อหาคณิตศาสตร์มากกว่าทักษะ นักเรียนยังขาดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ชั้นเรียนในไทยจำเป็นต้องพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาได้นำวิธีการแบบเปิดมาใช้ เป็นการปรับเปลี่ยน

การจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นให้กับตัวผู้เรียน และเน้นให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองโดยนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายในการทำกิจกรรมได้อย่างแท้จริง ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นตำแหน่งความสำคัญของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และเพื่อพัฒนาชั้นเรียนแบบเดิมให้กลายเป็นชั้นเรียนที่นักเรียนมีความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสื่อสาร มีความเข้าใจคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการคิด การอภิปราย และเพิ่มโอกาสการมีส่วนร่วมของนักเรียนที่นำไปสู่การเรียนรู้ที่มีความหมาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา เพื่อเป็นข้อมูลเชิงวิเคราะห์สำหรับผู้วิจัยที่วิจัยเกี่ยวกับการสื่อสารและใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนงานวิจัยเชิงพัฒนาในระยะยาว

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา

## 3. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา

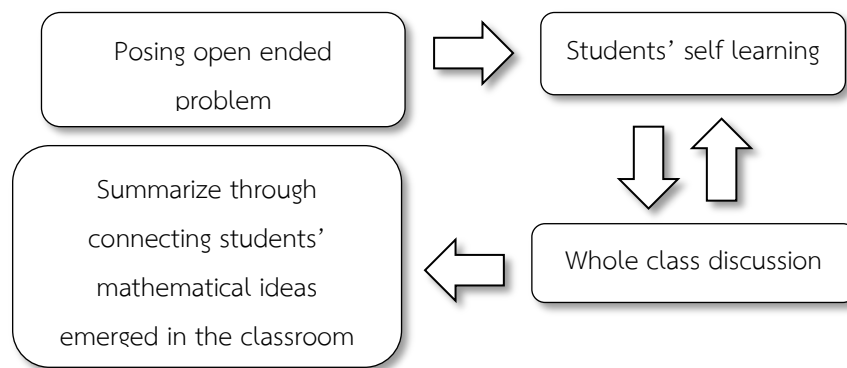
การแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ศึกษา ถูกนิยามในฐานะที่เป็นการเข้าไปมีส่วนร่วมในโจทย์ ที่วิธีการหาคำตอบไม่ได้เป็นเพียงสิ่งที่รู้มากกว่าเดิม (NCTM, 2000, p. 60) ในความหมายนี้ ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการแก้ปัญหา ไม่ใช่เป็นเพียงแค่อัจฉริยะปัญหาหรือเป็นปัญหาในชีวิตประจำวันเท่านั้น แต่ยังพิจารณาจนกว่านักเรียนจะไม่รู้ว่าจะแก้ปัญหานั้นอย่างไร จึงจะสามารถเป็นปัญหาให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากคำกล่าวนี้นี้ แม้ว่าปัญหาถูกนำเสนอเป็นโจทย์ปัญหาในชีวิตจริง แต่ก็ไม่ใช่ปัญหาที่นักเรียนจะรู้ว่าจะแก้ปัญหายังไง (Isoda, et al., 2009, p. 18)

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2557) กล่าวว่า ชั้นเรียนคณิตศาสตร์ เป็นชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อให้ให้นักเรียนค้นพบคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา จะไม่เน้นคำตอบของนักเรียนแต่ต้องการให้นักเรียนแสดงวิธีคิดของตนเองว่าทำไมคำตอบจึงเป็นเช่นนั้นและนักเรียนต้องหาให้ได้หลากหลายวิธีที่สุด ซึ่งการให้ความสำคัญกับความหลากหลายของวิธีการนี้ จะเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้จากหลากหลายวิธีการ และการแก้ปัญหาก็จะทำให้ครูเห็นถึงวิธีการในการเรียนรู้ของนักเรียนได้

ชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาหรือชั้นเรียนคณิตศาสตร์ใช้วิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาของนักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนใช้กลยุทธ์ที่แตกต่างเพื่อแก้ปัญหาที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (Inprasitha, 2010, pp. 193-206)

วิธีการแบบเปิด (Open Approach)

วิธีการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยพลังและความสามารถของตนเอง สำหรับความหมายนี้ครูต้องเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการกระตุ้นสนับสนุนและให้ประสบการณ์การเรียนรู้สำหรับนักเรียน ดังนั้นพวกเขาสามารถพัฒนาการเรียนรู้แบบอิสระตามศักยภาพ (Loypha & Inprasitha, 2004, pp. 18-28)



ภาพประกอบ 1 ลำดับวิธีการสอนในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา (Inprasitha, 2014, p. 193)

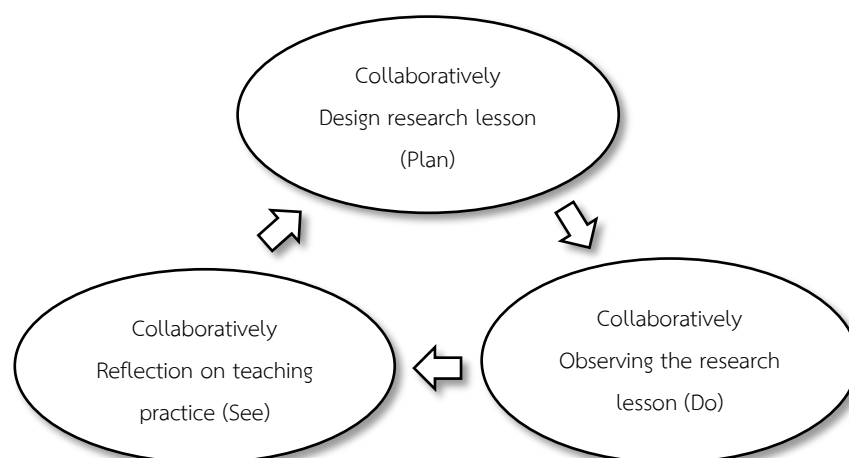
ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ในขั้นตอนนี้ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดกับสื่อบางอย่างเพื่อให้นักเรียนเข้าใจด้วยตัวเอง

ขั้นตอนที่ 2 นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการแก้ปัญหาปลายเปิด คือขั้นตอนที่นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านความพยายามในการแก้ปัญหาปลายเปิดด้วยวิธีการต่าง ๆ ครูรวบรวมคำตอบทั้งหมดเพื่อนำเสนอโดยนักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การอภิปรายและการเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะนำเสนอทางออกของปัญหาปลายเปิด ครูรับรู้วิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนนำเสนอและอำนวยความสะดวกในการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 สรุปผ่านการเชื่อมโยงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นในห้องเรียน ครูพยายามที่จะเชื่อมโยงความคิดทั้งหมดเพื่อให้ นักเรียนได้เข้าใจร่วมกันก่อนให้นักเรียนจดบันทึกลงบนกระดานและบันทึกลงในสมุดเป็นภาษาของตนเอง

### การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study)



ภาพประกอบ 2 กระบวนการของการศึกษาชั้นเรียน (Inprasitha, 2014, p. 195)

จากภาพเป็นการใช้การศึกษาชั้นเรียนในไทยที่สามารถอธิบายรายละเอียดตามขั้นตอนของการศึกษาชั้นเรียนมี 3 ขั้นตอน (Inprasitha, 2014, p. 195) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 - การออกแบบบทเรียนการวิจัยร่วมกัน (Plan) ในขั้นตอนนี้ทั้งนักวิจัยและครูที่เข้าร่วมได้ร่วมกันวางแผนเริ่มต้นด้วยการออกแบบปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด หลังจากนั้นการเรียนการสอนจะดำเนินการตามวิธีการเปิดซึ่งเปิดสำหรับนักเรียนแต่ละคนที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นร่วมกันโดยใช้ปัญหาปลายเปิด

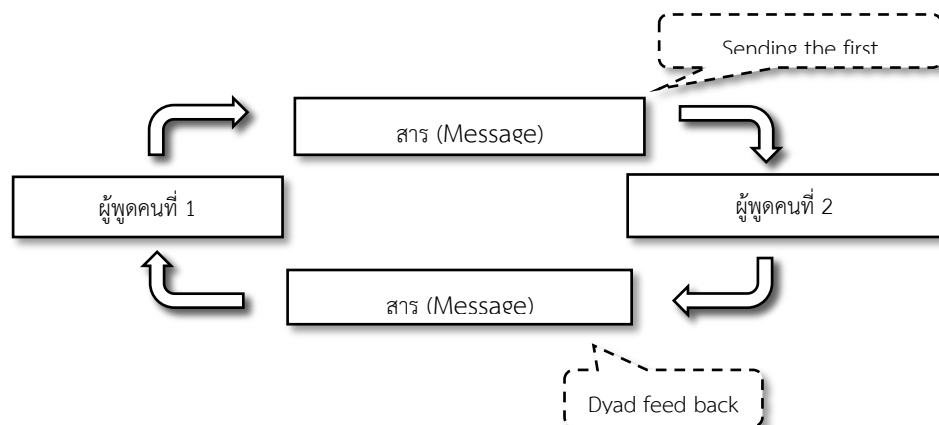
ขั้นตอนที่ 2 - การสังเกตบทเรียนการวิจัยร่วมกัน (Do) ในขั้นตอนนี้หลังจากที่แผนการสอนได้เกิดขึ้นจริงในห้องเรียนโดยหนึ่งในทีมที่สร้างแผนนั้นจะมีการสังเกตการณ์ในชั้นเรียนร่วมกันโดยสมาชิกทีมวิจัยและครูคนอื่น ๆ จุดมุ่งหมายคือการเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของนักเรียนไม่ใช่การแสดงของครู

ขั้นตอนที่ 3 - การสะท้อนการสอนร่วมกัน (See) ทีมวิจัยและครูเข้าร่วมเพื่อสะท้อนการสังเกตการสอนในชั้นเรียนเพื่อปรับปรุงการสอนและใช้ความคิดที่ปรับปรุงใหม่ในการสอนรอบต่อไป

#### ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Communication Skills)

การสื่อสารนั้นเป็นส่วนสำคัญของคณิตศาสตร์ศึกษา สิ่งนี้แสดงถึงความสำคัญของการสื่อสารในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการ 1 ใน 5 มาตรฐานที่ถูกระบุและให้ความสำคัญใน NCTM (2000) คือ การแก้ปัญหา การใช้เหตุผลและการพิสูจน์ การสื่อสาร การเชื่อมโยง และการนำเสนอ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียน ทักษะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการคิด การอภิปรายและการตัดสินใจ (Viseu & Oliveira, 2012, p. 288) ทักษะนี้ยังสามารถนำทางนักเรียนให้แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งภาษาพูดและภาษาเขียนสามารถเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Gordah & Astuti, 2013, pp. 227-232)

Emori (2005) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นโครงสร้างการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่น่าสงสัยในการมีส่วนร่วมของผู้สื่อสาร ได้แก่ ความถูกต้องแม่นยำ (Rigorousness) ความคุ้มค่า (Economy) และความอิสระ (Freedom) ทุกประเด็นของคณิตศาสตร์ศึกษานั้นเกี่ยวข้องกับการสื่อสาร การเรียนรู้คณิตศาสตร์ การเรียนรู้เป็นสิ่งกระตุ้นและสร้างสิ่งใหม่โดยเป็นความรู้ของผู้เรียน กระบวนการเรียนรู้จำเป็นต้องใช้กระบวนการสื่อสาร ซึ่ง Emori (2005) ได้เสนอวงจรปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ดังภาพข้างล่างนี้



ภาพประกอบ 3 วงจรการปฏิสัมพันธ์เชิงสังคม (Emori, 2005)

การสื่อสารเป็นส่วนสำคัญของคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษา หากไม่มีการสื่อสารที่ดีการพัฒนาทางคณิตศาสตร์จะไม่เกิดขึ้น การสื่อสารเป็นสิ่งสำคัญในการสอน การประเมินและในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตามที่ NCTM (2000, p. 60) กำหนดตัวชี้วัดการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

(1) ความสามารถในการแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ด้วยคำพูด หรือเป็นลายลักษณ์อักษร แสดงให้เห็นและสามารถอธิบายอย่างเห็นได้ชัด

(2) ความสามารถในการเข้าใจ ดีความ และประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งคำพูด การเขียนหรือในรูปแบบอื่น ๆ

(3) ความสามารถในการใช้คำศัพท์สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงความคิดเห็น อธิบายความสัมพันธ์กับแบบจำลองสถานการณ์ได้

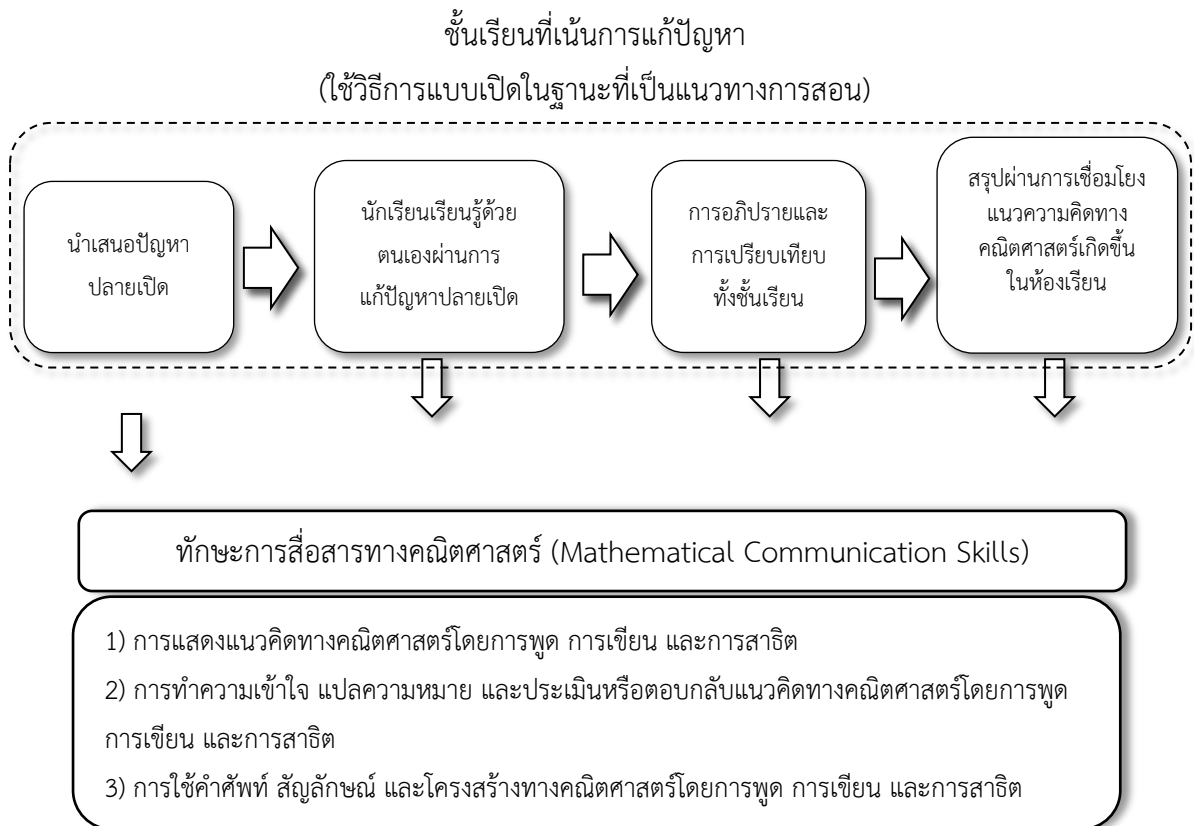
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สามารถวิเคราะห์ได้จากตัวชี้วัดตามที่ NCTM (2000) กำหนดขึ้นซึ่งเป็นเกณฑ์พื้นฐานสำหรับการประเมินนักเรียน ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 ตัวชี้วัดการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน NCTM (2000)

ตัวชี้วัดการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	สมรรถนะของนักเรียนในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
1. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบของการพูด การเขียน และการสาธิต
2. การทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินหรือตอบสนองต่อแนวคิดทางคณิตศาสตร์	นักเรียนสามารถทำความเข้าใจ แปลความหมายและประเมินหรือตอบสนองต่อแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบของการพูด การเขียน และการสาธิต
3. การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์	นักเรียนสามารถใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เพื่อนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ในรูปแบบการพูด การเขียน และการสาธิต



#### 4. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากภาพ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดของ NCTM (2000) และวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ

#### 5. วิธีดำเนินการวิจัย

##### 5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 คน โรงเรียนบ้านบึงเนียมบึงไคร่นุ่นท่าหิน จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

##### 5.2 ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

1) ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ร่วมกันสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ สมาชิกทีมการศึกษาชั้นเรียน ร่วมกันออกแบบกิจกรรม สถานการณ์ปัญหา สื่อการสอนที่ใช้ในกิจกรรม และทำความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยและทีมการศึกษาชั้นเรียนร่วมเขียนแผนสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยดำเนินการทุกวันจันทร์ เวลา 15.30 น.-17.30 น.

2) ผู้วิจัยเข้าร่วมการสังเกตชั้นเรียน ในฐานะที่เป็นผู้สังเกต มีผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่ในการสังเกตและจดบันทึกการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ตามกรอบแนวคิดวิธีการแบบเปิด 4 ขั้นตอน ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยบันทึกวีดิทัศน์และบันทึกเสียงในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อบันทึกวิธีการคิดและแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น

3) ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ร่วมกันสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรม โดยสะท้อนผลเกี่ยวกับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

4) ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกวีดิทัศน์ การบันทึกเสียง มาถอดโพรโทคอลและตัดเอพิโซด แล้วนำข้อมูลภาพนิ่งที่บันทึกผลงานของนักเรียน และแบบบันทึกภาคสนามมาใช้ในการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหารทศนิยม โดยพิจารณาประกอบกับข้อเสนอแนะที่ได้จากการสะท้อนผลท้ายกิจกรรม

### 5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหารทศนิยม, แบบบันทึกภาคสนาม ใบกิจกรรมนักเรียน

### 5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้วางแผนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยผู้วิจัย 1 คนและผู้ช่วยวิจัย 4 คน ร่วมวางแผนกับทีมศึกษาชั้นเรียน ครูพี่เลี้ยง และครูผู้เชี่ยวชาญโรงเรียนบ้านบึงเนียมบึงไคร์นุ่นท่าหิน เก็บข้อมูลโดยการบันทึกเสียง จดบันทึกภาคสนาม และบันทึกวีดิทัศน์ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบกับใบกิจกรรมนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

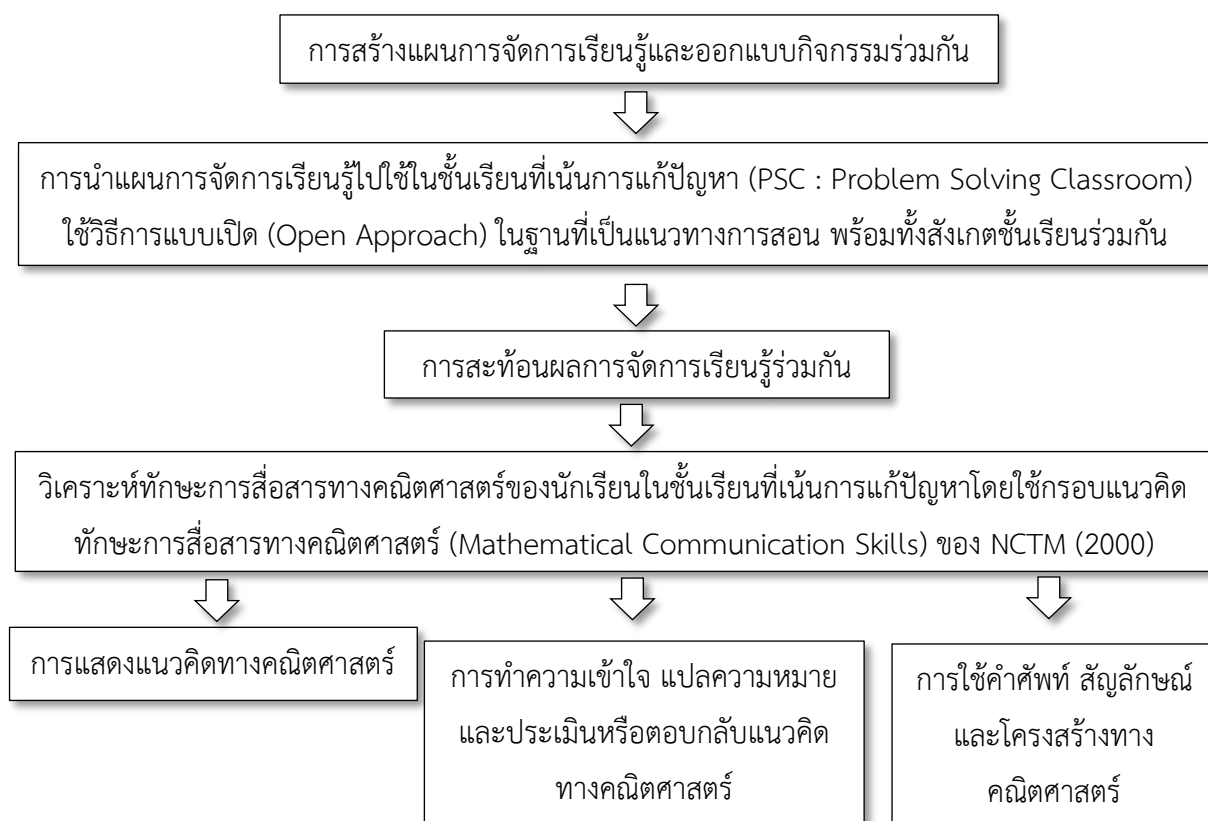
### 5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามกรอบแนวคิดของ NCTM (2000) ซึ่งเน้นการวิเคราะห์รายละเอียดของการแสดงแนวคิด การแปลความหมาย ประเมินหรือตอบกลับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และการใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในขณะที่กำลังแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ตัวย่อภาษาอังกฤษในการระบุทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตาราง 2 รายละเอียดตัวอักษรย่อของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ตัวย่อ	แปลความหมาย
EMIS	การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด
EMIW	การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการเขียน
EMID	การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการสาธิต

ตัวย่อ	แปลความหมาย
UIEMIS	การทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินหรือตอบกลับแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด
UIEMIW	การทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินหรือตอบกลับแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการเขียน
UIEMID	การทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินหรือตอบกลับแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการสาธิต
UTNMS	การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์โดยการพูด
UTNMW	การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์โดยการเขียน
UTNMD	การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์โดยการสาธิต



ภาพประกอบ 5 โครงสร้างการวิเคราะห์ข้อมูล

## 6. ผลการวิจัย

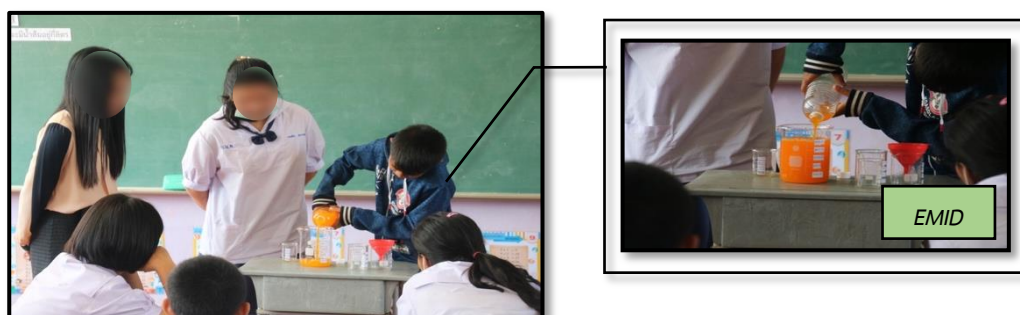
ในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหานี้ ได้ดำเนินการสอนตามระยะของวิธีการแบบเปิด ทำให้สังเกตเห็นทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากนักเรียนทั้งหมด 5 กลุ่ม พบรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) **ชั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด** นักเรียนมีการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด (EMIS) เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากครูผู้สอนเองมีการใช้คำถามตอบโต้กับนักเรียนและนักเรียนมีความรู้เดิมอยู่แล้ว จึงสามารถแสดงแนวคิดออกมาได้ไม่ยากนัก ปรากฏให้เห็นทั้ง 5 กลุ่ม



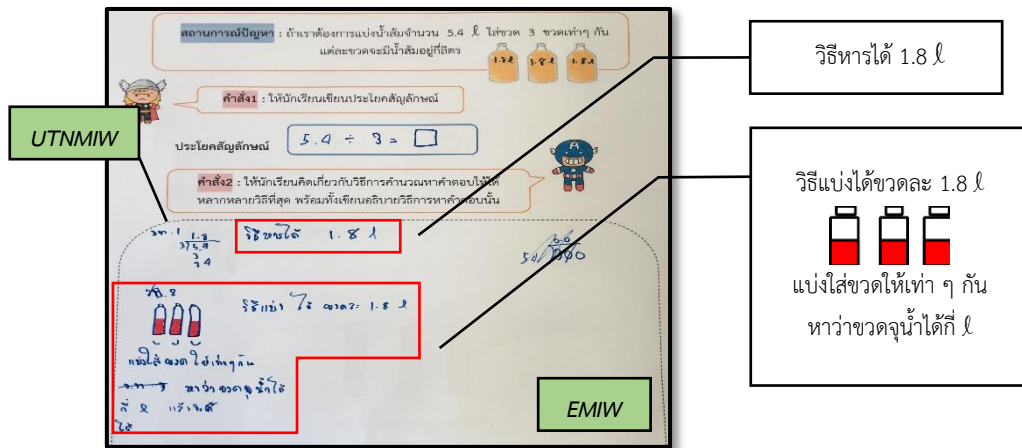
ภาพประกอบ 6 การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 5 ยังมีการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการสาธิต (EMID) และมีการทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินหรือตอบกลับแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด (UIEMIS) จากนักเรียนกลุ่มที่ 1



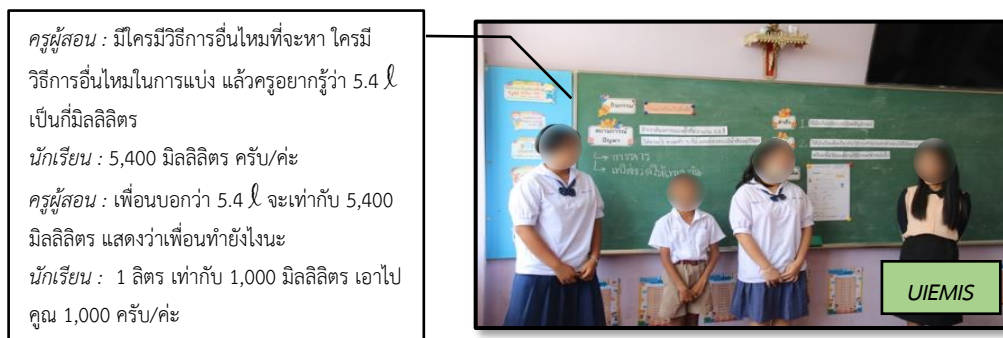
ภาพประกอบ 7 การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการสาธิตของนักเรียน

2) **ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน** นักเรียนมีการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการเขียน (EMIW) และมีการใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์โดยการเขียน (UTNMW) เนื่องจากเป็นขั้นที่นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนมีการแสดงแนวคิดหลากหลาย โดยเฉพาะการใช้สัญลักษณ์และการหารในแนวตั้งที่แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างการหาร จึงปรากฏให้เห็นชัดเจนทุกกลุ่ม

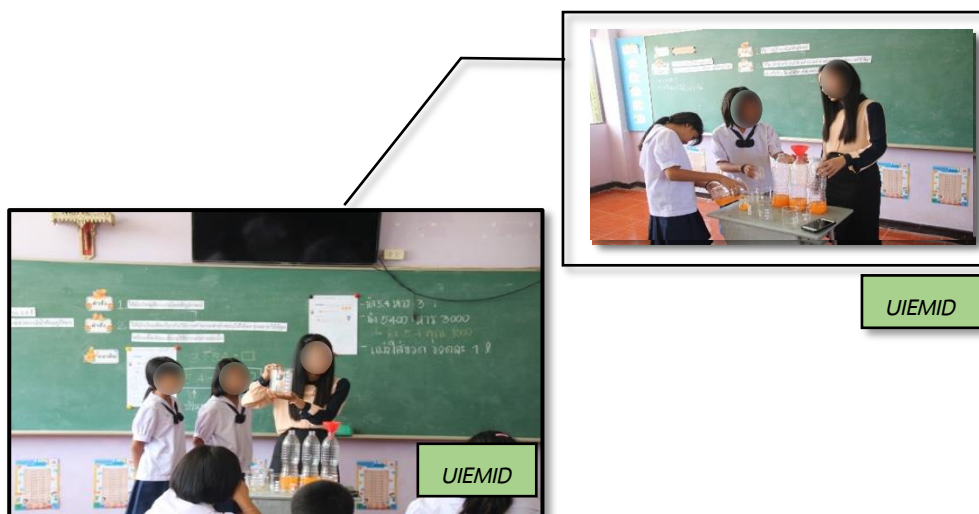


ภาพประกอบ 8 ภาพการแสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการเขียนของนักเรียน

3) **ขั้นการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน** นักเรียนกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 5 มีการทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินหรือตอบกลับแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด (UIEMIS) และมีการทำความเข้าใจ แปลความหมาย และตอบกลับแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการสาธิต (UIEMID) ในกลุ่มที่ 3



ภาพประกอบ 9 การทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินหรือตอบกลับแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด



ภาพประกอบ 10 การทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินหรือตอบกลับแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการสาธิต

4) **ขั้นสรุปการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน** นักเรียนทุกกลุ่มมีการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด (EMIS) เนื่องจากเป็นขั้นสรุป ครูผู้สอนมีการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการทำกิจกรรม นักเรียนมีการยืนยันแนวคิดจากการร่วมกันตอบและการพูดแสดงแนวคิดในช่วงท้ายของกิจกรรม จึงปรากฏให้เห็นทั้ง 5 กลุ่ม

ตาราง 3 สรุปผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกิจกรรมการแบ่งปันเป็นสิ่งที่ดี

ขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการ แบบเปิด	รูปแบบของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่พบ				
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5
1. ขั้นนำเสนอปัญหา ปลายเปิด	EMIS, UIEMIS, EMID	EMIS	EMIS	EMIS	EMIS, EMID
2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านการแก้ปัญหา	EMIW, UTNMW	EMIW, UTNMW	EMIW, UTNMW	EMIW, UTNMW	EMIW, UTNMW
3. ขั้นการอภิปรายร่วมกันทั้ง ชั้นเรียน	-	-	UIEMIS, UIEMID	-	UIEMIS
4. ขั้นสรุปการเชื่อมโยง แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียน	EMIS	EMIS	EMIS	EMIS	EMIS

จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีการใช้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย นักเรียนมีความคุ้นชินการใช้สื่อการเรียนรู้มาแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย นักเรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิดของเพื่อนร่วมชั้นผ่านการพูด การเขียนและการสาธิต รวมทั้งการแปลความหมายจากการแสดงแนวคิดของเพื่อนร่วมชั้น การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ เพื่อแสดงให้เห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

## 7. อภิปรายผลการวิจัย

จากการสรุปผลการวิจัย ชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา (PSC : Problem Solving Classroom) ซึ่งวิเคราะห์ตามกรอบแนวคิดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ NCTM (2000) แสดงให้เห็นเชิงประจักษ์ ว่าการที่นักเรียนแก้ปัญหาทำให้เกิดการแสดงแนวคิดเหล่านั้นออกมา นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจและมีทักษะที่เพิ่มมากขึ้นซึ่งเกิดจากการฝึกฝนในการแก้ปัญหาย่อยเป็นประจำ ซึ่งสอดคล้องกับ Jansen (2006, p. 409) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และมุ่งเน้นไปที่คำตอบที่เน้นความเข้าใจของนักเรียน แสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่า การที่นักเรียนนั้นมีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การแสดงวิธีคิด จะทำให้นักเรียนมีโอกาสมากขึ้นในการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ผ่านการมีส่วนร่วมโดยการเขียนและคำพูดในการเรียนรู้กิจกรรม

การที่นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและแปลความหมายแนวคิดของเพื่อนร่วมชั้นได้ จะทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดเป็นของตนเอง ซึ่งจะเป็นเครื่องมือพัฒนาทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยมีสอดคล้องกับ Pinta (2018, p. 2) กล่าวว่า การที่นักเรียนพยายามทำความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์จะเป็นเครื่องมือในการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี โดยให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย ในทางตรงกันข้ามก็เป็นเครื่องมือในการลดความซับซ้อนของความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนอื่น ๆ อีกทั้งการวิจัยในครั้งนี้ได้ค้นพบว่า การที่นักเรียนสามารถใช้สื่อการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนได้เตรียมไว้ให้สำหรับแสดงแนวคิด จะช่วยให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากยิ่งขึ้น ซึ่ง Ontario Ministry of Education in Ontario Mathematics Curriculum (2005, p. 17) กล่าวว่า ในการใช้ตัวเลข สัญลักษณ์ รูปภาพ กราฟ แผนภาพ ในการสื่อสารสามารถอยู่ในรูปแบบของคำพูดและการเขียนที่เป็นลายลักษณ์อักษรในเนื้อหาของกิจกรรมได้ จะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสสร้างความเข้าใจในแนวคิดของตนเองมากยิ่งขึ้น ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ ได้ค้นพบในกรณีอื่น ๆ เช่น การที่นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอยู่เป็นประจำทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งไม่เพียงแต่จะพัฒนาให้เกิดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่เป็นเสริมสร้างการพัฒนาทักษะในด้านอื่น ๆ ซึ่งก็ล้วนแล้วแต่เป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

## 8. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้วิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา เป็นหัวข้อที่น่าสนใจอย่างยิ่ง เนื่องจากชั้นเรียนมีการใช้วิธีการแบบเปิดมาช่วงระยะเวลาหนึ่ง มีการสอนผ่านการแก้ปัญหา นักเรียนมีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แต่ยังไม่มีการตรวจสอบให้เห็นว่า ระหว่างการสื่อสารกันในชั้นเรียนนั้น มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นอย่างไร การวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา จึงเป็นประโยชน์สำหรับครูที่สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้ทราบถึงรายละเอียดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนเพื่อช่วยปรับปรุง และส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมายอย่างแท้จริง

## 9. เอกสารอ้างอิง

- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2546). การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์.
- \_\_\_\_\_. (2557). กระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน. ขอนแก่น: ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา.
- วิทยากร เชียงกุล. (2559). รายงานสภาวะการศึกษาไทย ปี 2557/2558 จะปฏิรูปการศึกษาไทยให้ทันโลกในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างไร. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

กรุงเทพฯ: บริษัท ดีการพิมพ์ จำกัด.

พลาฏินา วงศ์เลขา. *การเรียนรู้คณิตศาสตร์: ความจำเป็นที่ไม่ควรมองข้าม*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:

<http://social.obec.go.th/node/22> (10 มิถุนายน 2553).

Clark, M. R. (2005). Negotiating the Freshman Year: Challenges and Strategies Among First-Year College Students. *Journal of College Student Development*, 46(3), 296–316.

Deveney, B. (2005). An investigation into aspects of Thai culture and its impact on Thai students in an international school in Thailand. *Journal of Research in International Education*, 4(2), 153-171.

Emori H. (2005). The Workshop for Young Mathematics Educations in Thailand 2005 Building up the Research Agenda for the Next 10 Years, 2006–2015. Khon Kean: Khon Kean University.

Gordah, E. K., & Astuti, R. (2013). Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Mahasiswa Melalui Pengembangan Bahan Ajar Geometri Dasar Berbasis Model Reciprocal Teaching di STKIP PGRI Pontianak. *Makalah disajikan pada Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta*, 9(2), 227-232.

Harwati et al. (2015). Mapping Student's Performance Based on Data Mining Approach. In A. D. Guritno & E. Pawelzik & E. Schlich (Eds.), *Proceeding of The 2014 International Conference on Agro-industry (ICoA): Competitive and sustainable Agro-industry for Human Welfare: (Vol.3, pp.173-177)*. Yogyakarta, Indonesia: ICoA.

Huggins, B., & Maiste, T. (1999). *Communication in Mathematics*. Master's Action Research Project, St. Xavier University & IRI/Skylight.

Hulukati, E. (2005). *Mengembangkan Kemampuan Komunikasi dan Pemecahan Masalah Matematika SMP Melalui Model Pembelajaran Generatif*. (Dissertation). Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia.

Inprasitha, M., (2010). One Feature of Adaptive Lesson Study in Thailand: Designing Learning Unit. In C. S.Cho, S. G. Lee, & Y. H. Choe (Eds.). *Proceedings of the 45th National Meeting of Mathematics Education, Korea*: Dongkook University, Gyeongju, 193-206.

Inprasitha, M., (2014). *Mathematical Problem Solving Skills for School level*. Khon Kaen: Center for Research in Mathematics Education, Khon Kaen University.



- Isoda, M. et al. (2009). *Designing Problem Solving Class with Basic Standards given by check sheets*, Japan: Meijitosyo-publisher (written in Japanese).
- Isoda, M. (2010). *Lesson Study: Japanese Problem-Solving Approaches*. Paper presented at APEC Conference on Replicating Exemplary Practices in Mathematics Education, Koh Samui, Thailand, 7-12 March.
- Jansen, A. (2006). Seventh graders' motivations for participating in two discussion-oriented mathematics classrooms. *Elementary School Journal*, 106(5), 409-428.
- Karlimah, K., & Lestari, D. F. (2014). Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Melalui Pendekatan Pemecahan Masalah. *Jurnal Pendidikan*, 14(2), 80-87.
- Loipha, S., & Inprasitha, M. (2004). *Professional development to promoting mathematics learning*. *KKU Journal of Mathematics Education*, 1, 18-28.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. USA: NCTM, Inc.
- Nohda, N. (2000). Teaching by Open-Approach Method in Japanese Mathematics Classroom. In T. Nakahara & M. Koyama (Eds.), *Proceedings of 24th Conf. of the Int. Group for the Psychology of Mathematics Education: (Vol.1, pp.39-54)*. Hiroshima, Japan: PME.
- Ontario Ministry of Education in Ontario Mathematics Curriculum. (2005). *The Ontario Curriculum, Grade 1–8: Mathematics*. Ministry of Education. Ontario, California.
- Pinta Y. (2018). *Analysis of Difficulties in Completing Mathematical Communication Problem Solving in Terms of Learning Styles Using Inquiry Learning*. Mathematics Education of Post Graduate, Universitas Negeri Medan.
- Polya, G. (1973). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Second Edition. New Jersey: Princeton Press University.
- Rizki & Priatna. (2019). *Mathematical literacy as the 21st century skill*. Departemen Pendidikan Matematika, Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung 40154.
- Shimizu, S. (2006). *Professional Development through Lesson Study: A Japanese Case*. The APEC International Symposium on Innovation and Good Practices for Teaching and Learning Mathematics through Lesson Study, Khon Kaen.

Sukoco, H., & Mahmudi, A. (2016). Pengaruh pendekatan brain-based learning terhadap kemampuan komunikasi matematis dan self-efficacy siswa SMA. *Pythagoras: Journal Pendidikan Matematika*, 11(1), 11-24.

Viseu & Oliveira. (2012). Open-ended Tasks in the Promotion of Classroom Communication in Mathematics. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 2012, 4(2), 287-300.