

การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างตัวแบบเชิง
คณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง อัตราส่วน

The Development of Ethical Reasoning Skills in Mathematics Through the
Creation of Mathematical Modeling Combined with Social Open-Ended
Problems for Sixth-Grade Students

ศรัณย์พร สิวงวาท¹ และ อาทร นกแก้ว^{2*}

Saranphon Siwongwat¹ and Artorn Nokkaew^{2*}

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
(Faculty of Education, Naresuan University)

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มุ่งศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องอัตราส่วน โดยผสานการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เข้ากับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม และ ศึกษาผลการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง อัตราส่วน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมโดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่ง จำนวน 6 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน รวม 9 ชั่วโมง แบบสะท้อนผลหลังการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมและแบบทดสอบโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ผลศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ พบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม ซึ่งพัฒนาตามกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผสานกับแนวทางเชิงทฤษฎีสำหรับการพัฒนาการใช้เหตุผลจริยธรรม มีจุดเน้นคือ สถานการณ์ที่ใช้ต้องเป็นปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมในบริบทของนักเรียนที่นักเรียนมีอำนาจในการตัดสินใจและผลการตัดสินใจส่งผลกระทบต่อตัวนักเรียน ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ทัศนคติ ความเชื่อ และคุณค่าส่วนบุคคลในการตีปัญหาในประเด็นจริยธรรมโดยเปิดกว้างและไม่ชี้นำ สนับสนุนให้นักเรียนสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ และส่งเสริมการอภิปรายและการสะท้อนคิดเกี่ยวกับบทบาทของคณิตศาสตร์ในการตัดสินใจในประเด็นจริยธรรม และ ผลการจัดการเรียนรู้พบว่า ทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ในภาพรวมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก โดยสรุป การจัดการเรียนรู้โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมในระดับประถมศึกษาเป็นแนวทางที่ครูมีบทบาทสำคัญและสามารถส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 คน ได้

คำสำคัญ: ทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม

ABSTRACT

This classroom action research aimed to explore instructional approaches for enhancing sixth-grade students' mathematical ethical reasoning skills on the topic of ratio by integrating mathematical modeling with socially open-ended problems. Additionally, the study examined the effects of such instructional approaches on the development of mathematical ethical reasoning among sixth-grade students on the topic of ratio. The target group consisted of 6 sixth-grade students from a small primary school. The research instruments included three lesson plans, totaling nine hours, reflection forms after the learning sessions, and a mathematical ethical reasoning assessment. Students' responses in activity sheets and assessments were analyzed using a scoring rubric. The results of the study on instructional approaches revealed that integrating mathematical modeling with socially open-ended problems—developed through the mathematical modeling process and theoretical frameworks for ethical reasoning development—should focus on selecting situations that involved socially open-ended problems within the students' immediate context. The situations used must be open-ended social problems within the students' context, where students have the power to make decisions, and these decisions impact them. Teachers should create open environments that allow students to apply their personal attitudes, beliefs, and values to ethical issues without being influenced or guided, to support the use of mathematical modeling as a basis for decision-making, and to promote discussion and reflection on the role of mathematics in ethical decision-making. The results showed that, overall, students' mathematical ethical reasoning skills significantly improved to a high level after the implementation of the learning approach. In conclusion, instructional approaches that combine mathematical modeling with socially open-ended problems at the primary level is an approach where teachers play a crucial role and can enhance the mathematical ethical reasoning skills of 6 sixth-grade students.

KEYWORDS: Ethical Reasoning in mathematics, Mathematical Modeling, Social Open-Ended Problems

**Corresponding author, E-mail: artornn@nu.ac.th Tel. 055-962-411*

Received: 27 May 2025 /Revised: 16 July 2025 /Accepted: 31 July 2025 /Published online: 29 August 2025

บทนำ

การพัฒนาให้นักเรียนมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงยังคงเป็นความท้าทายของการจัดการศึกษา ปัญหาของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันอยู่ที่วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคำนวณมากกว่าการให้เหตุผล นอกจากนี้หลักสูตรที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังขาดการเชื่อมโยงกับชีวิตจริงที่มีความซับซ้อน ปัญหาที่ถูกทำให้ยากทำให้ผู้เรียนขาดประสบการณ์ในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณและยืดหยุ่น เน้นความเร็วมากกว่าการคิดแก้ปัญหาที่หลากหลายและสร้างสรรค์ Thipwaree et al. (2023) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสถิติที่ดีขึ้นได้ โดยครูผู้สอนต้องเป็นผู้ที่สามารถนำสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาให้เข้ากับบริบทของนักเรียนได้ และสร้างบรรยากาศของการเรียนรู้อย่างแท้จริง ในทำนองเดียวกัน Tong-on & Katwibun (2021) กล่าวว่า สถานการณ์ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริง ซับซ้อนและมีแนวทางการหาคำตอบที่หลากหลายเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เปิดโอกาส

ให้นักเรียนพยายามวิเคราะห์ แก้ปัญหา และหาข้อสรุปด้วยตนเองซึ่งทำให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดี อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่ได้ให้ความสำคัญกับการฝึกสมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์กับปัญหาทางสังคม ปัญหาทางจริยธรรม หรือปัญหาที่มีความคิดเห็นแตกต่างหลากหลายและปัญหาที่ไม่มีวิธีที่ถูกต้องสมบูรณ์ชัดเจนเพียงวิธีเดียว ซึ่งสมรรถนะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อนดังกล่าวเป็นสมรรถนะที่จำเป็นในโลกที่มีความแปรปรวนและผันผวน และเป็นพื้นฐานสำคัญของสมรรถนะการเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงที่ถูกคาดหวังในเยาวชนอายุ 15 ปีในปัจจุบัน ตามกรอบการประเมิน PISA 2025 (OECD, 2023)

การให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ เป็นการแสดงข้อมูล สร้างหลักฐานทางคณิตศาสตร์ และการแสดงความสมเหตุสมผลตามหลักการทางคณิตศาสตร์ เพื่อระบุปัญหา ประเมิน โต้แย้ง อธิบายแนวคิด และแก้ปัญหาอย่างมีความรับผิดชอบทั้งต่อบุคคลและสังคม โดยคำนึงถึงผลกระทบทางจริยธรรมที่ไม่ได้มีคำตอบที่ถูกต้องหรือผิดชัดเจน ต้องอาศัยการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงระหว่างเหตุผลเชิงจริยธรรมและเหตุผลในเชิงหลักการ ซึ่งตรงกับการพัฒนาจริยธรรมระดับจริยธรรมตามหลักการด้วยวิจารณ์ญาณ (Kohlberg, 1975) คณิตศาสตร์เป็นหลักการที่สำคัญในการกำหนดความเป็นธรรมและถูกใช้เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการกำหนดและตัดสินความเป็นธรรมที่ถูกใช้อย่างยาวนานในประวัติศาสตร์มนุษยชาติ (Keitel-Kreidt, 2015) แต่การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันมักจะแยกคณิตศาสตร์ออกจากประเด็นจริยธรรม หรือไม่ได้สร้างการเชื่อมโยงถึงการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางจริยธรรมที่มีความซับซ้อน หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่เน้นงานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะแบบฝึก มากกว่าการเปิดโอกาสให้นักเรียนตีความได้แตกต่างหลากหลายตามความคิด ความเชื่อ และคุณค่าที่ตนเองยึดถือ (Fosse & Meaney, 2021) หากมีก็เป็นการกล่าวแบบผิวเผินเท่านั้น เช่น การแบ่งของ 12 ชิ้น กับคน 4 คนอย่างยุติธรรม ซึ่งมีคำตอบตายตัวเพียงคำตอบเดียว แต่ Skovsmose (2004) ยืนยันว่าการฝึกให้นักเรียนใช้คณิตศาสตร์ในบริบทสังคมโดยคำนึงถึงผลกระทบของคณิตศาสตร์ต่อสังคมเป็นความรับผิดชอบของการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์อย่างมีจริยธรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมในประเทศไทย พงพานวิชัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมในศาสตร์ต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกับหลักสูตร อาทิ วิทยาศาสตร์ (Muangsong et al., 2020) สังคมศึกษา (Sudcha & Tungkasamit, 2022) เทคโนโลยี (Tadsawa & Saifa, 2021) ซึ่งการศึกษาดังกล่าวพบว่าสามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม และ ลดการใช้อารมณ์หรือสัญชาตญาณในการตัดสินใจได้ อย่างไรก็ตามจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการศึกษากการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ ในประเทศไทยมีจำนวนน้อยมาก Pipithkul (1985) เสนอแนวคิดในการสอดแทรกจริยธรรมในการสอนคณิตศาสตร์ เช่น การสอดแทรกความเป็นระเบียบในการสอนคณิตศาสตร์ การศึกษาดังกล่าวนั้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรมผ่านการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นจริยธรรมระดับการปฏิบัติไปตามกฎเกณฑ์สังคม แต่ยังไม่พจนานวิจัยที่ส่งเสริมการนำคณิตศาสตร์ไปใช้เพื่อให้เหตุผลเชิงจริยธรรมในระดับหลักการซึ่งเป็นการให้เหตุผลในระดับสูง เป็นการให้เหตุผลหรือการประพจน์ปฏิบัติไม่ใช่เพราะเป็นกฎเกณฑ์สังคม แต่ประพจน์ปฏิบัติเพราะมีเหตุผลตามหลักการที่ยึดถือและสอดคล้องคุณค่าสากล (Kohlberg, 1975)

การส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุนการให้เหตุผลและตัดสินใจเชิงสังคมและจริยธรรมพบได้ในการทบทวนวรรณกรรมทางคณิตศาสตร์ศึกษาในต่างประเทศ Nakawa (2019) ได้ทำการศึกษาค่านิยมทางคณิตศาสตร์ผ่านค่านิยมส่วนบุคคลและสังคมในนักเรียนระดับชั้นอนุบาลโดยใช้กิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสังคม ผลการศึกษาพบว่าการแก้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนตีความปัญหาตามคุณค่าส่วนบุคคลและคุณค่าทางสังคมจะช่วยให้เด็กเกิดการพัฒนาค่านิยมทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นธรรมชาติ ในขณะที่ Sumpter et al. (2024) เสนอว่าการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม (Ethical Reasoning) เป็นส่วนสำคัญในกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical modeling) โดยได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมในเด็กประถมต้นและพบว่าการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมมีบทบาทสำคัญในการแก้ปัญหการแบ่งส่วนที่มีขนาดไม่เท่ากัน นอกจากนี้ Tanaka & Hattori (2020) ยังได้กล่าวถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อสังคมและย้าว่าบริบททาง

สังคมเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่ควรถูกเพิกเฉยในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกล่าวถึงลักษณะของปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมไว้ 4 ลักษณะดังนี้ 1.ปัญหาที่เกิดขึ้นในวงกว้าง 2.เป็นสถานการณ์จริงซึ่งอาจเป็นประเด็นจริง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมหรือเป็นการสร้างสถานการณ์จำลองที่สอดคล้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริง 3.ปัญหาที่นักเรียนสามารถตีความสถานการณ์ปัญหาได้เองอย่างอิสระตามค่านิยมทางสังคมหรือแนวความเชื่อของนักเรียน 4.ปัญหาที่สามารถแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน Register et al. (2021) ได้เสนอกรอบการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมในคณิตศาสตร์ที่จะช่วยพัฒนาทักษะในการคิดวิเคราะห์เชิงจริยธรรมในบริบทของคณิตศาสตร์ และ Alayont et al. (2025) เสนอกรอบในการผสมผสานการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมในกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ผ่านชุดคำถามในประเด็นจริยธรรมในกระบวนการสร้างแบบตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สามขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นการรวบรวมข้อมูลและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับบริบทในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การพัฒนาและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และ ประเมินผลและสะท้อนผลการตัดสินใจจากการทำงานทางคณิตศาสตร์

การเรียนรู้ผ่านการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นวิธีการสอนหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พบกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ทำความเข้าใจกับปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่มาจาก การแก้ปัญหาที่หลากหลาย อาจจะได้คำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ต้องอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์เพื่ออธิบายและตรวจดูตัวแบบหรือคำตอบ กระบวนการนี้สามารถนำนักเรียนไปสู่การค้นพบความรู้ และค้นพบตัวตนของนักเรียนผ่านการอธิบายและให้เหตุผลของวิธีการแก้ปัญหา (Hattori et al., 2021) กระบวนการนี้มีความเหมาะสมต่อการนำมาปรับใช้กับสอนการแก้ปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมที่สอดคล้องกับแนวทางเชิงทฤษฎีการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมของ Hess et al. (2019) ที่พัฒนาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมผ่านการตัดสินใจประเด็นทางจริยธรรมและการสะท้อนการตัดสินใจ ผู้วิจัยจึงได้เสนอขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมและแนวคิดการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมผ่านการวิจัยเชิงปฏิบัติการ และศึกษาผลของการใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวที่มีต่อทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง อัตราส่วน
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง อัตราส่วนเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสร้างข้อกล่าวอ้างในประเด็นที่อาจมีคำตอบได้หลากหลายขึ้นกับคุณค่าหรือคุณธรรมที่ยึดถือ การแสดงข้อมูล การสร้างหลักฐานทางคณิตศาสตร์ และการแสดงความสมเหตุสมผลตามหลักการทางคณิตศาสตร์ เพื่อระบุปัญหา ประเมินโต้แย้ง อธิบายแนวคิด และแก้ปัญหาอย่างมีความรับผิดชอบทั้งต่อบุคคลและสังคม โดยคำนึงถึงผลกระทบด้านความยุติธรรม (Fairness) ความแม่นยำของข้อมูล (Accuracy) การเลือกปฏิบัติ (Discrimination)

2. ปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม หมายถึง สถานการณ์ข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นในวงกว้างในบริบทโรงเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตีความตามคุณค่าที่ยึดถือและหาคำตอบตามวิธีการของตนเองตามความรู้ทางคณิตศาสตร์ และทักษะทางคณิตศาสตร์ของตน

3. การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การสร้างประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาหรือสถานการณ์ในโลกจริงที่เกี่ยวข้องกับประเด็นจริยธรรม และกระตุ้นให้

นักเรียนแก้ปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมของ Tanaka & Hattori (2020) ตามกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ NCTM (2017) และ แนวทางเชิงทฤษฎีสำหรับการพัฒนาการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมของ Hess et al., (2019) เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทั้งการสร้างโมเดลและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นจริยธรรมผ่านสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การระบุปัญหาเชิงจริยธรรมและรับฟังมุมมองที่หลากหลาย คือ การระบุสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นจริยธรรม การรับฟังมุมมองที่หลากหลาย ตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ การระบุข้อมูลสำคัญแล้วพิจารณาเลือกตัวแปรและปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดเป็นตัวแทนของสถานการณ์

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ การสร้างและการเลือกใช้ตัวแทนความคิดเชิงกราฟ เชิงตาราง เชิงพีชคณิต หรือเชิงสถิติที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในสถานการณ์ปัญหาที่สนใจ

ขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ คือ การใช้งานตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และดำเนินการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ตามความสัมพันธ์ที่กำหนดเพื่อนำไปสู่คำตอบทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 การแปลความหมายในประเด็นจริยธรรม คือ การตีความหมายของคำตอบทางคณิตศาสตร์ที่ได้ตามบริบทปัญหาและสมมติฐานของการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นจริยธรรม

ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการตัดสินใจในประเด็นจริยธรรม คือ การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อคำตอบที่ได้ หากไม่สมเหตุสมผลหรือพบข้อผิดพลาดควรกลับไปพัฒนาหรือปรับปรุง และหากสมเหตุสมผลแล้วจึงสร้างข้อสรุปการตัดสินใจในประเด็นจริยธรรม

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอและสะท้อนผลการตัดสินใจในประเด็นจริยธรรม คือ การรายงานข้อสรุปและเหตุผลที่สนับสนุนการตัดสินใจเชิงจริยธรรม และการสะท้อนผลการตัดสินใจในประเด็นจริยธรรมด้วยเหตุผลทางคณิตศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้สานกรอบแนวทางเชิงทฤษฎีสำหรับการพัฒนาการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม (Hess et al., 2019) แนวคิดด้านการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (NCTM, 2017) การเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม (Hattori et al., 2021; Tanaka & Hattori, 2020) เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ดัง Figure 1

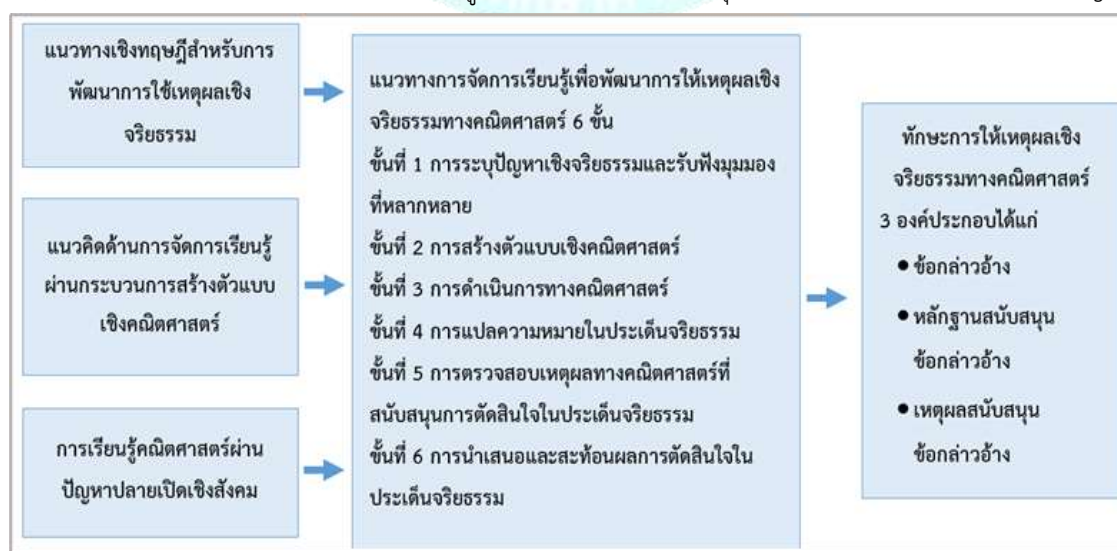


Figure 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์

การผสมผสานทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมแสดงใน Table 1

Table 1 การผสมผสานทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์

แนวทางเชิงทฤษฎีสำหรับการพัฒนาการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมของ Hess et al. (2019)	Math Modelling (NCTM, 2017) และปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม (Tanaka & Hattori, 2020)	แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์
ระยะเวลาสร้างองค์ความรู้ (Establishing knowledge) ระยะเวลารับฟังความคิดเห็นของผู้ที่มีความเกี่ยวข้อง (Perspective taking) ระยะเวลาเปรียบเทียบและมองหาความแตกต่าง (Compare and contrast)	ระบุปัญหา (Problem) และ ปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม (social open-ended issues)	การระบุปัญหาเชิงจริยธรรมและรับฟังมุมมองที่หลากหลาย
ระยะเวลาสร้างความขัดแย้ง (Inducing conflict)	สร้างตัวแทนความคิด (Formulate) การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (Compute)	การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์
ระยะเวลาตัดสินใจและการให้เหตุผล (Decision making and justification)	การแปลความหมาย (Interpret) การตรวจสอบ (Validate)	การแปลความหมายในประเด็นจริยธรรม การตรวจสอบเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการตัดสินใจในประเด็นจริยธรรม
ระยะเวลาสะท้อนผลการตัดสินใจ (Meta-reflection)	การรายงาน (Report)	การนำเสนอและสะท้อนผลการตัดสินใจในประเด็นจริยธรรม

ตัวอย่างสถานการณ์ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์

สถานการณ์ การจัดแข่งขันกีฬาระดับกลุ่มเครือข่ายโรงเรียน ต้องหาตัวแทนเพื่อเข้าร่วมแข่งขันกีฬา โดยกีฬาฟุตบอลมีนักกีฬาตัวจริง 7 คน ซึ่งทำการซ้อมและได้รับบาดเจ็บจึงต้องการคัดตัวนักเรียนเพื่อมาเป็นนักกีฬาตัวจริงแทนคนที่บาดเจ็บอีก 1 คน แต่เนื่องจากวันที่จะทำการคัดตัวนักกีฬาทตรงกับกาเข้าค่ายลูกเสือ จึงทำให้ต้องใช้ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ในวิชาพลศึกษา นักเรียนจะให้ใครเป็นตัวแทนนักกีฬาที่บาดเจ็บ จึงจะยุติธรรมและไม่เป็นการเลือกปฏิบัติ

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหาเชิงจริยธรรมและรับฟังมุมมองที่หลากหลาย

เริ่มจากการนำเสนอสถานการณ์การคัดเลือกตัวแทนเข้าร่วมทีมฟุตบอลของโรงเรียนเพียงคนเดียว โดยที่มีผู้เข้าคัดเลือก 3 คน (เด็กชายเก่ง เด็กชายโก้ เด็กชายกล้า) แต่ละคนมีความสัมพันธ์กับนักเรียนที่แตกต่างกัน และมีความสามารถที่แตกต่างกัน โดยให้ข้อมูลเป็นอัตราส่วนการทำประตูฟุตบอลที่แตกต่างกัน ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เช่น ปัญหาที่นักเรียนเจอคืออะไร เรามีวิธีแก้ปัญหายังไงให้ยุติธรรม โดยนักเรียนร่วมสนทนาในการทำกิจกรรม ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายถึงปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนด พร้อมกับแลกเปลี่ยนแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความยุติธรรมและการไม่เลือกปฏิบัติ พบว่ามีแนวคิดที่แตกต่างกัน 3 แนวคิด ประกอบด้วย แนวคิดที่ 1 เลือกนักกีฬาอย่างยุติธรรมโดยให้โอกาสทุกคน แนวคิดที่ 2 เลือกโดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน แนวคิดที่ 3 เลือกโดยคำนึงถึงผลประโยชน์ของทีมเป็นหลัก

ขั้นที่ 2 การสร้างตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

นักเรียนสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาคัดเลือกตัวแทนนักกีฬา พิจารณานำข้อมูลการทำประตูของแต่ละคนและพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับผู้เข้าคัดเลือกแต่ละคน เช่น สร้างตารางข้อมูล เขียนอัตราส่วนการทำประตูของนักกีฬาแต่ละคน โดยขณะที่นักเรียนลงมือบันทึกคำตอบใบกิจกรรมครูจะคอยสังเกตและช่วยเหลือเป็นระยะ

ขั้นที่ 3 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนได้นำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสร้าง มาดำเนินการเพื่อหาคำตอบ โดยใช้ความรู้ในเรื่องอัตราส่วนที่เท่ากัน ในการเปรียบเทียบการทำให้ประตูดึงของผู้เข้าคัดเลือกแต่ละคน เพื่อหาเหตุผลสนับสนุนการเลือกตัวแทนนักกีฬาแสดงใน Figure 2

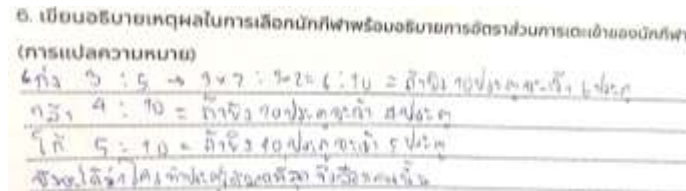


Figure 2 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อตัดสินใจในประเด็นจริยธรรม

ขั้นที่ 4 การแปลความหมายในประเด็นจริยธรรม

หลังจากการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ครูชวนนักเรียนอภิปรายเพื่อแปลผลคำตอบทางคณิตศาสตร์เพื่อตัดสินใจในประเด็นทางจริยธรรมแสดงใน Figure 3

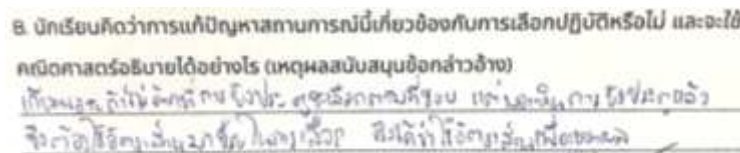


Figure 3 ตัวอย่างคำตอบจากแบบทดสอบหลังเรียนในองค์ประกอบการให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ระดับดีมาก

จากภาพเป็นตัวอย่างของคำตอบในประเด็นการให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง จะเห็นว่านักเรียนมีการแสดงเหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับหลักฐานทางคณิตศาสตร์ มีการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและตระหนักถึงผลกระทบของคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการตัดสินใจประเด็นทางสังคม ที่ว่าคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือหรือวิธีการที่ทำให้ไม่ตัดสินใจตามความชอบของแต่ละบุคคลตามบทสนทนาต่อไปนี้

บทสนทนา

ครู : จากข้อมูลนักเรียนตัดสินใจเลือกใคร

นักเรียน 1 : เลือกเก่ง เพราะจากอัตราส่วนเก่งทำประตูได้เยอะที่สุดน่าจะเก่งที่สุดและทำประตูได้ดีที่สุด

ครู : มีใครคิดแตกต่างหรือเลือกตัวแทนคนอื่นบ้าง

นักเรียน 2 : เลือกโก้ เพราะว่าจากข้อมูลอัตราส่วน โก้ทำประตูได้เป็นคนกลาง ๆ ได้ประตูน้อยกว่าเก่งแค่นิดเดียว แล้วโก้ก็เป็นเพื่อนกันน่าจะเล่นฟุตบอลเป็นทีมเดียวกันเข้าใจกันได้ดี

จากบทสนทนาจะเห็นว่านักเรียนแปลความและใช้คำตอบทางคณิตศาสตร์ในการตัดสินใจแก้ปัญหาแตกต่างกันตามคุณค่าที่นักเรียนยึดถือ ซึ่งจากบทสนทนา นักเรียน 1 ให้ความสำคัญกับการใช้คณิตศาสตร์ในการตัดสินใจเป็นหลัก ส่วนนักเรียน 2 ใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างข้อมูลเพื่อช่วยเสริมการตัดสินใจร่วมกับไข่มุมมองความคิดส่วนตัวเกี่ยวกับความเป็นทีม อย่างไรก็ตามเมื่อนักเรียนได้รับฟังมุมมองที่หลากหลายและเหตุผลจากเพื่อนทำให้นักเรียนมีการคล้อยตามคุณค่าร่วมของสังคมและเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจ

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการตัดสินใจในประเด็นจริยธรรม

นักเรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมกับแลกเปลี่ยนกันในการสร้างและนำเสนอตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความชัดเจนเข้าใจง่ายและนักเรียนยังสนทนาแลกเปลี่ยนกันเรื่องของแนวคิดในการเลือกตัวแทนนักเรียนที่คำนึงถึงความยุติธรรม เช่น เราควรเลือกจากความสามารถเท่านั้นเพราะจะได้ไม่เป็นการลำเอียง ใช้ข้อมูลการเปรียบเทียบอัตราส่วนการทำให้ประตูมาช่วย เราควรเลือกจากการเปรียบเทียบการทำให้ประตูได้เพราะจะได้คนเก่ง เราต้องเลือกคนเก่งที่

คุ้นเคยเพราะฟุตบอลต้องเล่นเป็นทีมร่วมกันดังนั้นอาจเลือกเพื่อนที่เราคุ้นเคยแต่สามารถทำประตูได้ในระดับกลาง ๆ แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการอภิปรายมาเป็นส่วนประกอบในการตัดสินใจปรับปรุงแก้ไขตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 6 การนำเสนอและสะท้อนผลการตัดสินใจในประเด็นจริยธรรม

นักเรียนนำเสนอตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไข พร้อมกับคำตอบของสถานการณ์นักกีฬาที่นักเรียนเลือกโดยคำนึงถึงประเด็นจริยธรรม พร้อมทั้งสะท้อนการใช้คณิตศาสตร์ในการตัดสินใจประเด็นจริยธรรมดังแสดงใน Figure 4

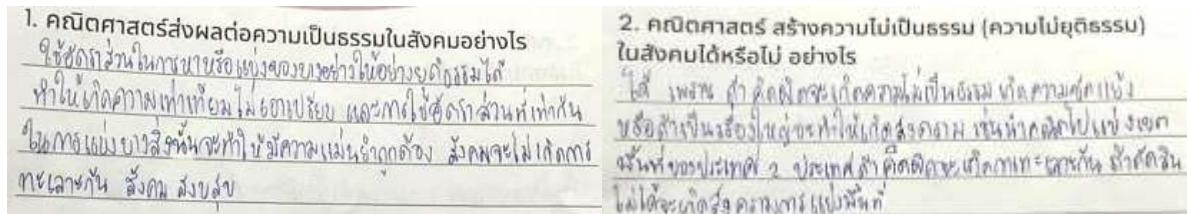


Figure 4 ตัวอย่างการสะท้อนการใช้คณิตศาสตร์ในการตัดสินใจประเด็นจริยธรรม

วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วยการดำเนินการ ดังนี้

1. ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. พัฒนาเครื่องมือวิจัย

2.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา ข้อมูล งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาการจัดกิจกรรมและขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมเพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม เรื่อง อัตราส่วน จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ สร้างแบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์

2.3 นำเครื่องมือทั้งหมดเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 1 ท่านเพื่อตรวจสอบในเรื่อง การใช้ภาษา ความถูกต้อง และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการประเมิน

2.4 พิจารณาผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในแต่ละรายการใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ที่ 4.56 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.13 ซึ่งถือว่านำมาใช้ได้ และพิจารณาข้อคำถามในแบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไปซึ่งจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าข้อคำถามมีค่า 1.00 สามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ และจัดทำเครื่องมือวิจัยฉบับสมบูรณ์

3. ดำเนินการวิจัยโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (2013) ทำซ้ำเป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 3 วงจร ในแต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

3.1 การวางแผน (Plan) ผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เรื่อง อัตราส่วน และปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม เพื่อนำข้อมูลมาประกอบประกอบการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จัดทำใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์

3.2 การลงมือปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมร่วมกับกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.3 การสังเกต (Observe) ผู้วิจัยสังเกตเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นระหว่างการลงมือปฏิบัติในขั้นตอนที่ 2

3.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ผู้วิจัยสะท้อนผลการปฏิบัติและบันทึกในแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นแนวปฏิบัติที่ดี และ ปัญหาที่พบในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

4. การวัดผลหลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง อัตราส่วน ตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมรวมทั้งสิ้น 9 ชั่วโมง ระหว่างการจัดกิจกรรมในแต่ละแผน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมซึ่งเป็นคำถามแบบปลายเปิดเชิงสังคมข้อมูลจากใบกิจกรรมถูกใช้เพื่อประเมินทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ และบันทึกแบบสะท้อนผลหลังการจัดการเรียนรู้ สำหรับใช้ในการสะท้อนสภาพปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม เรื่อง อัตราส่วนที่มีต่อทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน นักเรียนทำแบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่ 1 ผู้วิจัยรวบรวมแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ในแต่ละวงจรมาวิเคราะห์แนวทางปฏิบัติที่ดี และแนวทางที่ควรปรับปรุงมาทำการจำแนกประเภทของแนวทางปฏิบัติ และนำมาจัดกลุ่มเพื่อสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่ 2 ผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียนจากใบกิจกรรมที่นักเรียนทำระหว่างเรียน และแบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์มาทำการวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ผลการวิเคราะห์ใบกิจกรรมจะถูกใช้เพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ส่วนผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดหลังการจัดการเรียนรู้จะถูกตีค่าโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ตามที่แสดงใน Table 3 จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ และใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละองค์ประกอบตัดสินผลโดยใช้เกณฑ์ 4 ระดับ (คะแนนเต็ม 2 คะแนน) ได้แก่ ระดับดีมาก (คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.00 คะแนน) ระดับดี (คะแนนเฉลี่ย 1.01 – 1.50 คะแนน) ระดับพอใช้ (คะแนนเฉลี่ย 0.51 – 1.00 คะแนน) และระดับปรับปรุง (คะแนนเฉลี่ย ต่ำกว่า 0.50 คะแนน)

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลกที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 6 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงเนื่องจากนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้รับบทบาทเป็นผู้นำในกิจกรรมต่าง ๆ มีส่วนตัดสินใจในกิจกรรมของโรงเรียน และมีระดับพัฒนาการที่เหมาะสมกับการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ และการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้การคิดเชิงนามธรรม

เครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง อัตราส่วน มีแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง แสดงใน Table 2

Table 2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน และ สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดในประเด็นจริยธรรม

แผนการจัดการเรียนรู้	สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดในประเด็นจริยธรรม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายอัตราส่วน	การจัดทีมแข่งขันกีฬาโรงเรียนแบบคละเพศอย่างยุติธรรม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 อัตราส่วนที่เท่ากัน	การเลือกตัวแทนนักกีฬาของโรงเรียนอย่างไม่เลือกปฏิบัติ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มาตราส่วน	การสร้างแผนผังโรงเรียนอย่างแม่นยำเพื่อแบ่งพื้นที่ทำความสะอาด

2. แบบสะท้อนผลหลังการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือสำหรับผู้วิจัย เพื่อใช้ในการบันทึกแนวปฏิบัติที่ดีและสภาพปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม เรื่อง อัตราส่วน หลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

3. แบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาทางจริยธรรมทั้งหมด 3 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 6 ข้อย่อย ประเด็นทางจริยธรรม 3 ด้าน ประกอบด้วย

- 1) ความยุติธรรม (Fairness) หมายถึงการคำนึงถึงความเที่ยงธรรม ความชอบด้วยเหตุผล
- 2) ความแม่นยำของข้อมูล (Accuracy) หมายถึงการคำนึงถึงความถูกต้องเที่ยงตรงของข้อมูลที่นำมาใช้
- 3) การเลือกปฏิบัติ (Discrimination) หมายถึงการกระทำโดยการกีดกัน แบ่งแยก จำกัดโดยไม่เท่าเทียมกันและไร้เหตุผล

โดยในแต่ละสถานการณ์จะวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้ การสร้างข้อกล่าวอ้าง (Claims), การบอกหลักฐานสนับสนุน (Evidence) และ การให้เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Reasoning) โดยเกณฑ์การให้คะแนนสังเคราะห์จากกรอบแนวคิดการอธิบายเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ McNeill & Krajcik (2008) ร่วมกับ Khampan & Chuechote (2025) ดังเกณฑ์ที่แสดงใน Table 3

Table 3 เกณฑ์การวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์

ทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์	คะแนน	พฤติกรรมที่แสดงออก
ข้อกล่าวอ้าง (Claims)	2	สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างถึงเหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและ อ้างถึงประเด็นจริยธรรมที่เกี่ยวข้อง
	1	สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างถึงเหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง หรือ อ้างถึงประเด็นจริยธรรม อย่างใดอย่างหนึ่ง
	0	สร้างข้อกล่าวอ้างถึงเหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องและไม่อ้างถึงประเด็นจริยธรรม หรือ ไม่สร้างข้อกล่าวอ้างถึงเหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์
หลักฐานสนับสนุน (Evidence)	2	สามารถแสดงหลักฐานหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้าง และสนับสนุนข้อกล่าวอ้างอย่างเหมาะสมและเพียงพอ
	1	สามารถแสดงหลักฐานหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับข้อกล่าวอ้างแต่ไม่เพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรืออาจจะมีหลักฐานบางอย่างไม่เหมาะสม
	0	ไม่สามารถให้หลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างถึงเหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ หรือใช้หลักฐานที่ไม่เหมาะสม
เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Reasoning)	2	แสดงเหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับหลักฐานทางคณิตศาสตร์ มีการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและเพียงพอ
	1	แสดงเหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับหลักฐานทางคณิตศาสตร์ มีการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่เพียงพอ
	0	ไม่แสดงเหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์หรือแสดงเหตุผลที่ไม่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับหลักฐานทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง อัตราส่วน

การจัดการเรียนรู้โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง อัตราส่วน มีหลายประเด็นที่ครูควรให้ความสำคัญ สามารถสรุปแนวทางได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหาเชิงจริยธรรมและรับฟังมุมมองที่หลากหลาย

ครูควรนำเสนอสถานการณ์ทางสังคมที่กระตุ้นให้เกิดความหลากหลายด้านความคิดเห็นซึ่งจะนำไปสู่ประเด็นอภิปรายและตัดสินใจในเชิงจริยธรรม ควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่มีความใกล้ชิดและเกิดขึ้นได้จริงในบริบทนักเรียน และในสถานการณ์นั้นนักเรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจได้จริง หลีกเลี่ยงสถานการณ์ที่เป็นเชิงลบหรือสร้างความแตกแยกที่รุนแรง ในกรณีที่สถานการณ์นั้นไม่ได้เกิดขึ้นขณะจัดการเรียนรู้ครูควรสร้างสถานการณ์จำลองหรือใช้ชื่อนักเรียนเพื่อให้เกิดความรู้สึกร่วมกับสถานการณ์มากยิ่งขึ้น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดแสดงความคิดเห็น และยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่าง ครูอาจจะช่วยบันทึกหรือจัดระเบียบความคิดที่แตกต่างหลากหลายของนักเรียนบนกระดานเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเลือกสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ต่อไป ครูทำหน้าที่เสริมคำอธิบายคำพูดนักเรียนให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นสำหรับนักเรียนคนอื่น ๆ เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้เกี่ยวข้องกับประเด็นจริยธรรมการคำศัพท์บางคำอาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสนหรือเข้าใจผิดได้ ครูจึงควรแปลงคำศัพท์ที่มีความเป็นนามธรรมด้วยข้อความที่แสดงตัวอย่างที่นักเรียนเข้าใจได้ง่ายและคุ้นเคยจากการศึกษาทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยรวบรวมคำบรรยายในคำศัพท์เชิงจริยธรรมที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้นดังแสดงใน Table 4

Table 4 คำศัพท์เชิงจริยธรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

คำศัพท์เชิงจริยธรรม	ความหมาย	คำที่ใช้แทน
จริยธรรม	การคิด ทำ หรือตัดสินใจโดยนึกถึงคุณความดี	คนดี มีคุณธรรม
ความยุติธรรม	คือความเท่าเทียมกัน ทุกคนมีสิทธิ์ได้รับอย่างเท่า ๆ กัน	การไม่เอาเปรียบกัน
การเลือกปฏิบัติ	การตัดสินใจเลือกโดยใช้ความรัก ความชอบเป็นหลัก	เลือกที่รักมักที่ชัง
ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล	การใช้ข้อมูลอย่างถูกต้อง	ข้อมูลที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 2 การสร้างตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

ในกรณีที่นักเรียนยังไม่มีประสบการณ์ในการสร้างแบบตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูควรเริ่มจากการมอบหมายงานที่ไม่ยากและไม่ซับซ้อน เช่น ให้นักเรียนเลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ครูนำเสนอ โดยครูควรเสนอตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นการคิด การตัดสินใจเกี่ยวกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังจากนั้นอาจค่อย ๆ เพิ่มระดับความยากของงานที่มอบหมายมากขึ้นเรื่อย ๆ จนนักเรียนสามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ในระยะแรกครูควรคอยให้คำแนะนำการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อย่างใกล้ชิดและเมื่อนักเรียนทำได้ขึ้นครูควรให้อิสระในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ด้วยตัวเองมากขึ้น สนับสนุนให้ช่วยเหลือกันและกันเองก่อนที่จะเข้าไปช่วยเหลือ

ขั้นที่ 3 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นี้ เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ตามมุมมองความคิดของตนเอง นักเรียนแต่ละคนมีความคิดที่ต่างกันอย่างขึ้นอยู่กับข้อมูล ประสบการณ์ และพื้นฐานจริยธรรมที่นักเรียนมี ดังนั้น นักเรียนแต่ละคนอาจจะสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์ที่ต่างกันไป ครูจึงควรเข้าไปติดตามนักเรียนทุกคนอย่างใกล้ชิดเพื่อให้นักเรียนดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องตามตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างและนำไปสู่การเตรียมการอภิปรายต่อไป

ขั้นที่ 4 การแปลความหมายในประเด็นจริยธรรม

ครูทำหน้าที่ในการถามเพื่อให้นักเรียนมีการอธิบาย แปลความคำตอบกับสถานการณ์ที่กำลังตัดสินใจ หรือถามเพื่อสร้างข้อโต้แย้งกับนักเรียน หรือเพื่อเสนอทางเลือกให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นทางประเด็นจริยธรรม ครูอาจสร้างข้อคำถาม

ที่ขัดแย้งให้นักเรียนแสดงจุดยืนทั้งในประเด็นเหตุผลทางจริยธรรมและการใช้คณิตศาสตร์ ครูควรใช้คำถามเจาะลึกในสิ่งที่นักเรียนอธิบาย เพื่อให้ให้นักเรียนได้ทบทวนในสิ่งที่ตนเองคิด และทบทวนข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการอธิบายตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนพูดอธิบายครูควรเขียนคำสำคัญในประเด็นจริยธรรมที่นักเรียนตอบไว้บนกระดานเพื่อเป็นข้อมูลให้นักเรียนได้ทบทวนสำหรับนำมาใช้ในการเขียนอธิบาย

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการตัดสินใจในประเด็นจริยธรรม

ครูให้นักเรียนนำเสนอในจุดยืนประเด็นเชิงจริยธรรมที่สมเหตุสมผลตามเงื่อนไขที่นักเรียนกำหนด ให้นักเรียนได้โต้แย้งแสดงความคิดเห็น ปรับเปลี่ยนคำตอบได้ ครูควรเสริมสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนให้เชื่อมั่นในคำตอบของตนเอง หากนักเรียนมีการปรับเปลี่ยนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูใช้คำถามเจาะลึกถึงเหตุผลในการเปลี่ยนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน และควรเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดและตอบคำถามได้อย่างอิสระ

ขั้นที่ 6 การนำเสนอและสะท้อนผลการตัดสินใจในประเด็นจริยธรรม

ในช่วงแรกครูควรยกตัวอย่างพูดสรุปเป็นแนวทางการให้เหตุผลในประเด็นจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนฟังก่อน เพื่อให้เห็นแนวทางในการพูดที่ชัดเจนครูควรมีรูปแบบประโยคในการสรุปประเด็นจริยธรรมทางคณิตศาสตร์เป็นแนวทางให้นักเรียนได้ใช้ในการพูดรายงาน ควรเขียนสิ่งที่นักเรียนตอบไว้บนกระดานเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับนำมาใช้ในการเขียนอธิบาย ครูควรสร้างบรรยากาศที่นักเรียนรู้สึกปลอดภัยสบายใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนคิดการใช้คณิตศาสตร์ในการตัดสินใจ และให้เหตุผลในประเด็นจริยธรรม เช่น คณิตศาสตร์ส่งผลต่อความยุติธรรม และ ความยุติธรรมในสังคมหรือไม่ อย่างไร คณิตศาสตร์ช่วยสร้างความยุติธรรมได้อย่างไร

2. ผลการศึกษาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมจากไปกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำในแต่ละวงจรปฏิบัติการเพื่อแสดงถึงพัฒนาการของนักเรียน

Table 5 ผลการศึกษาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์		วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	เฉลี่ยรวม	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย
คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน (เต็ม 2 คะแนน)	ข้อกล่าวอ้าง (Claims)	2.00 (ดีมาก)	0.67 (พอใช้)	1.33 (ดี)	1.33 (ดี)	66.50
	หลักฐานสนับสนุน (Evidence)	1.00 (พอใช้)	1.33 (ดี)	2.00 (ดีมาก)	1.44 (ดี)	72.00
	เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Reasoning)	1.67 (ดีมาก)	1.00 (พอใช้)	2.00 (ดีมาก)	1.56 (ดีมาก)	78.00
	รวม 3 องค์ประกอบ	1.57 (ดีมาก)	1.00 (พอใช้)	1.78 (ดีมาก)	1.44 (ดี)	72.00

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างในประเด็นจริยธรรมได้ในระดับดีมาก เนื่องจากการพูดถึงประเด็นจริยธรรมในเรื่องของความยุติธรรมซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนเข้าใจได้ และมีการสอนที่เน้นให้ฝึกตอบคำถามกระตุ้นคิด ในส่วนหลักฐานสนับสนุน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระดับพอใช้ เนื่องจากการสอนโดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิธีการสอนใหม่ที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย นักเรียนจึงสร้างหลักฐานในการสนับสนุนได้ไม่ดีพอ ในส่วนของเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้ในระดับดีมาก เนื่องจากได้รับคำแนะนำจากครูอย่างใกล้ชิด

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างในประเด็นจริยธรรมได้ในระดับพอใช้ เนื่องจากการพูดถึงประเด็นจริยธรรมในเรื่องการไม่เลือกปฏิบัติ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนสับสนในความหมาย และเป็นประเด็นที่นักเรียนไม่ค่อยเจอในชีวิตประจำวัน นักเรียนจึงสร้างข้อกล่าวอ้างได้ไม่ค่อยดี ในส่วนหลักฐานสนับสนุน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในระดับดี

เนื่องจากเริ่มเข้าใจการสอนโดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มากขึ้น ในส่วนของเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้ในระดับพอใช้ เนื่องจากครูจะคอยให้คำแนะนำเป็นระยะ ไม่ได้แนะนำใกล้ชิดเหมือนในวงจรปฏิบัติการแรก และครูให้ออกาสนักเรียนได้ลองพิจารณาถึงความเชื่อมโยงของเหตุผลด้วยตนเอง

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนสามารถสร้างข้อกล่าวอ้างในประเด็นจริยธรรมได้ในระดับดี เป็นการพูดถึงประเด็นจริยธรรมในเรื่องความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล นักเรียนเริ่มเข้าใจการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมในการกล่าวอ้าง ในส่วนของหลักฐานสนับสนุน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยระดับดีมาก เนื่องจากนักเรียนเข้าใจการใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น ในส่วนเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้างได้ในระดับดีมาก เนื่องจากเริ่มเข้าใจวิธีการอธิบายถึงเหตุผลและความเชื่อมโยงกันของหลักฐานและเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์จากแบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ 3 สถานการณ์นำมาพิจารณาแสดงแยกตามองค์ประกอบ (แต่ละองค์ประกอบมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน) ของการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ และคิดคะแนนเฉลี่ยรวมทั้ง 3 สถานการณ์ แยกรายองค์ประกอบดัง Table 6

Table 6 ผลการศึกษาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์

ทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	ระดับ
ข้อกล่าวอ้าง (Claims)	1.44	72.00	ดี
หลักฐานสนับสนุน (Evidence)	1.61	80.50	ดีมาก
เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Reasoning)	1.50	75.00	ดี
รวม 3 องค์ประกอบ	1.52	75.83	ดีมาก

ในภาพรวม 3 องค์ประกอบ ที่ได้จากการเก็บข้อมูลแบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ครบ 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่านักเรียนมีทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ในระดับดีมาก (ร้อยละคะแนนเฉลี่ย 75.83) ซึ่งทำให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลจากใบกิจกรรม เมื่อพิจารณาแยกองค์ประกอบพบว่าด้านข้อกล่าวอ้าง (Claims) อยู่ในระดับดี (ร้อยละคะแนนเฉลี่ย 72.00) แสดงให้เห็นว่าในภาพรวมนักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างในเชิงจริยธรรมเพื่อใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ที่เป็นการตัดสินใจในประเด็นจริยธรรมได้ แต่การเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนยังไม่ได้ระบุข้อความประเด็นจริยธรรมที่ชัดเจน ส่วนด้านหลักฐานสนับสนุน (Evidence) อยู่ในระดับดีมาก และด้านเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Reasoning) อยู่ในระดับดี นั่นคือนักเรียนสามารถสร้างหลักฐานแสดงวิถีคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวกับบริบทในสังคมได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล และสามารถระบุเหตุผลบอกหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้

ยกตัวอย่างสถานการณ์ในแบบทดสอบ แม็คครัวของโรงเรียนทำอาหารกลางวัน โดยใช้ข้าวสารหุงข้าววันละ 5 กิโลกรัม สำหรับนักเรียน 50 คน จากการสำรวจข้อมูลพบว่า มีข้าวเหลือทิ้งทุกวัน เนื่องจากนักเรียนหลาย ๆ คนกินข้าวไม่หมด เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า และไม่ให้เกิดเศษอาหารเหลือทิ้ง นักเรียนจะนำข้อมูลที่มีมาวิเคราะห์และช่วยในการคำนวณปริมาณการหุงข้าวอย่างไร เพื่อปรับปรุงสูตรให้มีความเหมาะสม โดยที่ให้นักเรียนทุกคนยังคงทานอาหารได้อิ่มพอดี และมีเศษอาหารเหลือทิ้งน้อยที่สุด

****หมายเหตุ จากการสืบค้นข้อมูลพบว่า ข้าวสาร 100 กรัม หุงแล้วจะได้ข้าวสวย 300 กรัม**

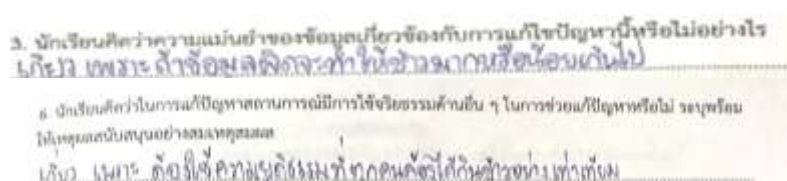


Figure 5 ตัวอย่างคำตอบจากแบบทดสอบหลังเรียนในองค์ประกอบ การสร้างข้อกล่าวอ้าง ระดับ ดี

จาก Figure 5 เป็นการเขียนถึงข้อกล่าวอ้างในประเด็นจริยธรรม จากภาพนักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างโดยระบุสถานการณ์ที่กำหนดเป็นประเด็นปัญหาทางจริยธรรม และ ระบุคุณค่าทางจริยธรรมที่นักเรียนให้ความสำคัญ กล่าวคือนักเรียนให้ความสำคัญกับหลักความยุติธรรม การแบ่งอย่างเท่าเทียม ซึ่งคุณค่าเชิงจริยธรรมนี้ถูกแสดงอย่างสอดคล้องผ่านตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และแสดงการดำเนินการและหาข้อสรุปการตัดสินใจเพื่อสร้างข้อกล่าวอ้างที่สมบูรณ์ ดังแสดงใน Figure 5 ที่แสดงการที่นักเรียนระบุหลักการทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนที่สอดคล้องกับ ข้อกล่าวอ้าง และ หลักฐานสนับสนุนที่นักเรียนใช้

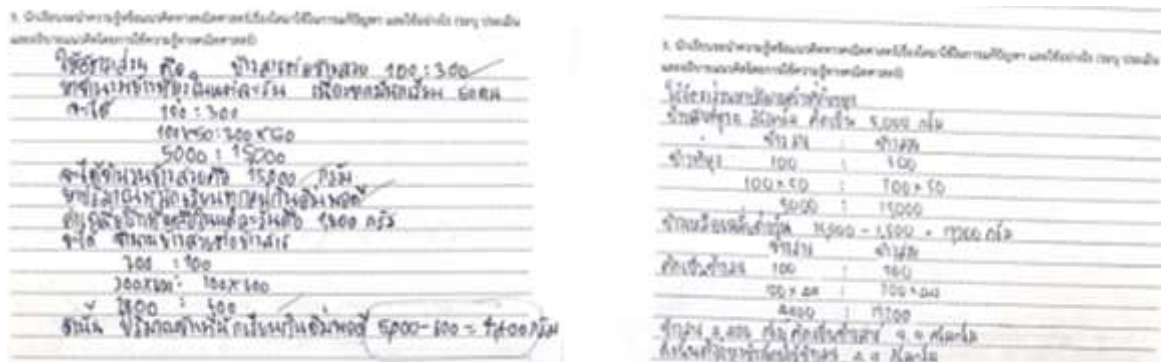


Figure 6 ตัวอย่างคำตอบจากแบบทดสอบหลังเรียนในองค์ประกอบการสร้างหลักฐานสนับสนุน ระดับ ดีมาก

Figure 6 เป็นการเขียนหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยนักเรียนอ้างอิงหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ ‘อัตราส่วน’ และเขียนแสดงวิธีการที่สอดคล้องกับหลักการที่อ้างถึงเพื่อสร้างข้อกล่าวอ้าง หรือคำตอบของตัดสินใจในสถานการณ์เชิงจริยธรรมที่กำหนด จากภาพ นักเรียนแสดงความสอดคล้องของหลักฐานหรือการแสดงผลการคำนวณทางคณิตศาสตร์กับข้อกล่าวอ้างอย่างเหมาะสมและเพียงพอ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนตีความปัญหา สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมายต่อตัวผู้เรียนซึ่งอาจจะมีความแตกต่างกัน

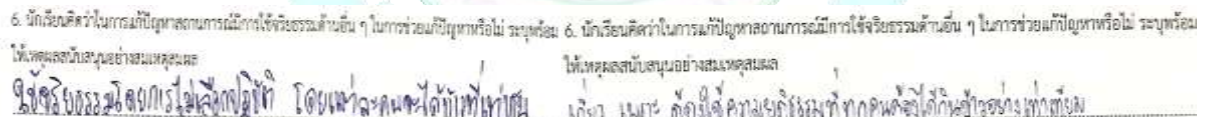


Figure 7 มุมมองการตีความแนวคิดจริยธรรมในสถานการณ์เดียวกันที่แตกต่างกันของนักเรียน

Figure 7 แสดงการเชื่อมโยงการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์เดียวกันเข้ากับแนวคิดเชิงจริยธรรมที่แตกต่างกัน ทางภาพทางซ้ายมือนักเรียนเชื่อมโยงการดำเนินการคณิตศาสตร์กับคำว่า ‘ไม่เลือกปฏิบัติ’ ในขณะที่ภาพทางขวามือนักเรียนเชื่อมโยงกับคำว่า ‘ยุติธรรม’ กระบวนการนี้เปิดให้เกิดการอภิปรายถกเถียงกับเกี่ยวกับความเข้าใจในแนวคิดจริยธรรม โดยมีคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการให้เหตุผล ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้ไม่ได้กำหนดชุดความคิดเชิงจริยธรรมที่ยึดติดตายตัว แต่เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายเพื่อตีความหมายของคำทางจริยธรรมที่สนับสนุนด้วยเหตุผลทางคณิตศาสตร์ของตนเอง

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ผลจากการวิจัยมีข้อค้นพบที่สามารถนำมาอภิปรายได้ดังนี้

1.แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแนวทางการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยได้ผสานแนวคิดด้านการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (NCTM, 2017) การเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม (Tanaka & Hattori, 2020) และกรอบแนวทางเชิงทฤษฎีสำหรับการพัฒนาการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม Hess et al., (2019) พบว่า การจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสร้างตัว

แบบเชิงคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม โดยในขั้นระบุปัญหาในกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนตีความสถานการณ์ ระบุปัญหา ตั้งข้อสันนิษฐาน สอดคล้องกับ 3 ระยะแรกในกระบวนการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม ได้แก่ ระยะการสร้างองค์ความรู้ (Establishing knowledge) ระยะการรับฟังความคิดเห็นของผู้ที่มีความเกี่ยวข้อง (Perspective taking) และ ระยะการเปรียบเทียบและมองหาความแตกต่าง (Compare and contrast) ซึ่งในกระบวนการนี้เน้นให้นักเรียนรับฟังมุมมองที่แตกต่างหลากหลาย ในขั้นตัวแบบความคิดและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมระยะที่ 4 สร้างความขัดแย้ง ส่วนชั้นแปลความหมาย (Interpret) ขั้นการตรวจสอบ (Validate) ช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมในระยะที่ 5 ระยะการตัดสินใจและการให้เหตุผล (Decision making and justification) ขั้นการตรวจสอบเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการตัดสินใจในประเด็นจริยธรรมสอดคล้องกับระยะการสะท้อนผลการตัดสินใจ (Meta-reflection) ที่เป็นการไตร่ตรองเกี่ยวกับกระบวนการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมตามหลักการที่เลือกใช้ ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น สอดคล้องกับ แนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ที่เสนอโดย Alayont et al. (2025) ที่เน้นย้ำว่า การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมควรแฝงอยู่ในกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ไม่สามารถแยกส่วนอย่างอิสระจากกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตั้งแต่การสร้างความเข้าใจในบริบท การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ประเมินผลและสะท้อนผลการตัดสินใจจากการทำงานทางคณิตศาสตร์

การผสมผสานแนวคิดทฤษฎีเข้าด้วยกันทำให้ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ที่มีจุดเน้นให้ผู้เรียนรับฟังมุมมองที่แตกต่างหลากหลาย คำนึงถึงข้อสันนิษฐานเบื้องต้นที่แตกต่างกัน เคารพความคิดเห็นที่แตกต่าง และ แปลงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้คณิตศาสตร์ในการหาข้อมูลและหลักฐานเพื่อประกอบหรือสนับสนุนการตัดสินใจ และตีความคำตอบให้สอดคล้องกับบริบทและข้อสันนิษฐานเบื้องต้น ซึ่งสอดคล้องกับระดับการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมในระดับจริยธรรมตามหลักการด้วยวิจญาณตามแนวคิดของ (Kohlberg, 1975)

จากการใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นพบประเด็นสำคัญดังนี้ สถานการณ์ที่ใช้ต้องเป็นปัญหาปลายเปิดเชิงสังคม (สังคมในบริบทของนักเรียน เช่น ปัญหาในห้องเรียน ปัญหาในโรงเรียน) ที่เกี่ยวกับคนจำนวนหนึ่ง รับฟังความคิดเห็นที่หลากหลาย เปิดให้ใช้ความเชื่อหรือคุณค่าที่ต่างกันมาตีความปัญหาและหาคำตอบตามวิธีการของตัวเองโดยใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีผ่านการสร้างแบบตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Tanaka & Hattori (2020) ที่ให้แนวทางการสร้างคำถามปลายเปิดเชิงสังคมที่ประกอบด้วย ปัญหาที่เกิดขึ้นในวงกว้าง เป็นสถานการณ์จริง ปัญหาที่นักเรียนตีความได้เองอย่างอิสระตามค่านิยมทางสังคมหรือแนวความเชื่อของนักเรียน และสามารถแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนตีความและตัดสินใจตามคุณค่าของตนเองจะส่งเสริมให้เกิดวิธีการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลาย การใช้ค่านิยม ความเชื่อ หรือพื้นฐานในจิตใจในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Nakawa, 2019)

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างสถานการณ์ปัญหาปลายเชิงสังคมที่อยู่ในบริบทโรงเรียน 3 สถานการณ์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนให้ความสนใจในปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดแตกต่างกัน สถานการณ์ที่นักเรียนให้ความสนใจมากที่สุดคือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 อัตราส่วนที่เท่ากัน การเลือกตัวแทนนักกีฬาของโรงเรียนอย่างไม่เลือกปฏิบัติ กิจกรรมเป็นบริบทกีฬาฟุตบอลซึ่งเป็นกีฬาที่นักเรียนชอบและมีประสบการณ์ร่วมโดยตรง เป็นกิจกรรมทางสังคมที่เล่นเป็นประจำในช่วงพักกลางวัน นักเรียนสามารถจินตนาการถึงบทบาทของตนเองในการมีส่วนร่วมตัดสินใจและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นจริงกับตนเองและเพื่อน ได้อย่างชัดเจน ต่างจากกิจกรรมการจัดทีมกีฬาและ การสร้างแผนที่แบ่งเวรทำความสะอาด ที่แม้ว่าจะเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในบริบทโรงเรียนเช่นกัน แต่นักเรียนให้ความสนใจน้อยกว่า อาจจะเป็นเพราะนักเรียนอาจไม่ได้มีส่วนในการตัดสินใจหรือมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจมากนักในชีวิตจริง และการตัดสินใจในเหตุการณ์นี้อาจจะเกิดขึ้นบ่อย จึงยากที่นักเรียนจะจินตนาการถึงบทบาทของตนเองและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น ความแตกต่างของระดับความสนใจที่นักเรียนมีต่อ

สถานการณ์ปัญหาทั้งสาม สอดคล้องกับแนวคิด Foreground ของ Skovsmose (2005) ที่กล่าวว่า foreground หรือ ความเป็นไปได้ โอกาส อุปสรรค และข้อจำกัดต่างๆ สถานการณ์ทางสังคม เศรษฐกิจ การเมือง และวัฒนธรรมในปัจจุบันเป็นตัวกำหนดการรับรู้และตีความของบุคคล ปัจจัยเชิงอำนาจการตัดสินใจปัญหาในชีวิตจริงมีผลต่อการเห็นคุณค่าการเรียนรู้ การสร้างความหมายของการเรียนรู้ของตนเอง และการให้ความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. ผลการศึกษาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับปัญหาปลายเปิดเชิงสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง อัตราส่วน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเชิงจริยธรรมในบริบทที่สามารถเจอได้ในชีวิตจริง เปิดกว้างในการตัดสินใจทั้งในการเลือกวิธีแก้ปัญหาและคำตอบซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สอดคล้องกับ Sumpter et al., (2024) ที่พบว่าเด็กสามารถใช้การให้เหตุผลเชิงจริยธรรมร่วมกับคณิตศาสตร์ได้ สถานการณ์ที่เปิดกว้างให้เด็กได้ใช้จินตนาการและคำนึงส่วนตัวสามารถพัฒนา “การคิดเชิงวิพากษ์” ได้ สอดคล้องกับ Nakawa (2019) ที่พบว่า การแก้ปัญหาเชิงสังคมด้วยคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนในระดับประถมใช้คุณค่าส่วนบุคคลและคุณค่าเชิงสังคมช่วยพัฒนาคุณค่าเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนและทำให้นักเรียนมีเครื่องมือในการแก้ปัญหาเชิงสังคม และเมื่อพิจารณาผลของทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ในองค์ประกอบย่อย พบว่า ระดับทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ด้านหลักฐานสนับสนุน (Evidence) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่อาศัยความสามารถทางคณิตศาสตร์ในการสร้างข้อมูลและประจักษ์พยาน มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดนั่นคือ นักเรียนสามารถสร้างหลักฐานการแสดงวิธีคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อให้สนับสนุนการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบริบทในสังคมได้เป็นอย่างดีและทำได้ดีที่สุดจากทั้ง 3 องค์ประกอบ สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์จริงได้ชัดเจน และแสดงข้อมูลประจักษ์พยานสนับสนุนข้อกล่าวอ้างโดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถระบุเหตุผลที่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างในประเด็นจริยธรรมได้ตรงลงมา และสามารถระบุข้อกล่าวอ้างในเชิงจริยธรรมเพื่อใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ได้น้อยที่สุดในจากทั้ง 3 องค์ประกอบ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะนักเรียนยังขาดประสบการณ์ในการวิเคราะห์และระบุประเด็นทางศีลธรรมที่ซ่อนอยู่ในบริบททางสังคม หรืออาจยังไม่คุ้นเคยกับการใช้ภาษาและกรอบแนวคิดทางจริยธรรมในการอธิบายปัญหา ผลการศึกษานี้พบว่าการพัฒนาในแต่ละองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์มีความท้าทายแตกต่างกันไป ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาจริยธรรมของ Kohlberg (1975) ที่เน้นว่าการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมเป็นสิ่งที่พัฒนาได้และมีหลากหลายระดับ การให้เหตุผลเชิงจริยธรรมในขั้นสูงเกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงหลักการและคุณค่าสากล อย่างไรก็ตาม การมีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาสูงไม่ได้เป็นหลักประกันของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมที่ดี แม้ว่าความสามารถทางสติปัญญาอาจเป็นเงื่อนไขเบื้องต้น แต่การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์เป็นงานที่ซับซ้อนที่ต้องอาศัยประสบการณ์ทางสังคม การเผชิญกับความขัดแย้งทางจริยธรรม และการไตร่ตรองอย่างมีวิจารณญาณ

Skovsmose (2004) ให้แนวคิดว่าการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ไม่ได้มีบทบาทเพียงแต่ให้ความรู้คณิตศาสตร์กับผู้เรียนแต่รวมถึงการสอนให้รู้จักการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในทางปฏิบัติ และถือเป็นจริยธรรมของครูคณิตศาสตร์ที่มีความรับผิดชอบในการสอนให้นักเรียนใช้คณิตศาสตร์อย่างมีจริยธรรม การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่แยกส่วนคณิตศาสตร์จากบริบทสังคม และไม่คำนึงถึงผลกระทบของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ต่อผู้อื่นและสังคม ถือว่าการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ไม่ผสมผสานการตัดสินใจเชิงจริยธรรมเป็นการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ และเป็นส่วนหนึ่งของการไม่ปฏิบัติอย่างมีจริยธรรม (Ernest, 2019) Alayont et al. (2025) นำเสนอรูปแบบการผสมผสานการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมกับกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้คำถาม บทความนี้นำเสนอแนวทางบูรณาการกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับการตัดสินใจเชิงจริยธรรมอย่างเปิดเผยและคาดหวังผลการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจนโดยครูมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยสนับสนุนนักเรียนในกระบวนการสร้างตัวแบบ

เชิงคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ไม่ได้มุ่งหวังพัฒนาชุดความเชื่อ คุณค่าความดีที่ยึดติดตายตัว แต่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ความเชื่อ และ คุณค่าส่วนบุคคลที่ยึดถือ แสดงออกโดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ รับฟังความคิดเห็น และมุมมองที่แตกต่าง ถกเถียงต่อรองอย่างมีเหตุผลเพื่อหาข้อสรุปที่สังคมยอมรับ ซึ่งสอดคล้องกับ Alayont et al. (2025) ที่แยกความแตกต่างระหว่างการสอนการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม กับ การสอนจริยธรรม การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อความสามารถในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันอย่างมีวิจารณญาณและสร้างสรรค์ (Hattori et al., 2025) เนื่องจากการตัดสินใจแก้ปัญหาในชีวิตจริงอาจสร้างผลกระทบกับผู้อื่น การสอนบูรณาการจึงเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับการแก้ปัญหาจริงในสภาพจริง และเตรียมผู้เรียนสำหรับการใช้คณิตศาสตร์สำหรับโลกวิชาชีพในอนาคต (Alayont et al., 2025; Austin et al., 2025)

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การสร้างสถานการณ์ปัญหา หรือในการนำสถานการณ์ปัญหาไปใช้ควรคำนึงถึงอำนาจในการตัดสินใจ และประสบการณ์ตรงของนักเรียนเป็นหลักเพื่อให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้อย่างชัดเจนและให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์ได้อย่างตรงไปตรงมา

การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมทางคณิตศาสตร์มุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่คนส่วนใหญ่เห็นพ้องกัน การจัดการเรียนรู้ไม่ได้มุ่งหวังพัฒนาชุดความเชื่อ คุณค่าความดีที่ยึดติดตายตัว การจัดการเรียนรู้จึงมุ่งเน้นการผสาคคุณค่าของคณิตศาสตร์ที่มีแบบแผน เทียงตรง เป็นเหตุเป็นผล กับคุณค่าเชิงบุคคลและคุณค่าเชิงสังคมที่นักเรียนแต่ละคนอาจจะมีการยึดถือคุณค่าที่แตกต่างกัน ซึ่งการตีความสถานการณ์ปัญหาอาจทำให้เกิดความหลากหลายในแนวคิดควรเปิดพื้นที่ในการใช้ความคิด หรือคุณค่าของผู้เรียนในการตีความหลักเลียงการขึ้น่า และสนับสนุนให้แปลงสถานการณ์ปัญหาตามที่คุณเรียนตีความเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ และใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาเพื่ออภิปรายแลกเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างเพื่อสร้างข้อตกลงร่วมกันของสังคมที่รับฟังความเห็นที่หลากหลาย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากการวิจัยมีการใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นสถานการณ์จริงในบริบทที่ใกล้ชิดนักเรียนทั้งหมด แต่การเข้าใจหรือมีความรู้สึกร่วมต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนค่อนข้างต่างกัน โดยนักเรียนจะตอบสนองหรือให้ความร่วมมือในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่นักเรียนมีอำนาจในการตัดสินใจ หรือมีประสบการณ์กับเหตุการณ์นั้นมากกว่าสถานการณ์อื่น ซึ่งกรอบในการออกแบบกิจกรรมที่คำนึงถึงมิติเชิงสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรม และอำนาจยังเป็นสิ่งที่ไม่ชัด ควรมีการวิจัยศึกษาเพื่อพัฒนาแนวทางการออกแบบกิจกรรมที่สร้างความหมาย ความสนใจและคุณค่าต่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน

References

- Alayont, F., Burke, K., Griesenauer, E., Shaw, J. A., & Thomas, R. (2025). A General Framework for Incorporating Ethical Reasoning into Mathematical Modeling Problems. *PRIMUS*, 1–17.
- Austin, J., Cudina, M., Pace, T., & Pedrotti, R. (2025). Developing Ethical Reasoning Skills as a Mathematics Student. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 1–15.
- Ernest, P. (2019). The ethical obligations of the mathematics teacher. *Journal of Pedagogical Research*, 3(1), 80–91.
- Fosse, T., & Meaney, T. (2021). *Milieus of learning in a Norwegian mathematics textbook*. In T. H. Bjuland, A. M. Kolstad, & O. A. Brekke (Eds.), *Bringing Nordic mathematics education into the future* (pp. 81–88). Sweden: Cappelen Damm Akademisk.

- Hattori, Y., Fukuda, H., & Baba, T. (2021). Development of socio-critically open-ended problems for critical mathematical literacy: A Japanese case. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 31(3), 357-378.
- Hattori, Y., Inoue, Y., Matsubara, K., Hakamata, R., & Hisadomi, Y. (2025). Enhancing critical thinking in mathematics education: A rubric for students' social values. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 20(3), em0830.
- Hess, J. L., Beever, J., Zoltowski, C. B., Kisselburgh, L., & Brightman, A. O. (2019). Enhancing engineering students' ethical reasoning: Situating reflexive principlism within the SIRA framework. *Journal of Engineering Education*, 108(1), 82-102.
- Khampan,T., & Chuechote, S. (2025) The Effects of Activity-Based Learning Integrated with The CER Technique on the Topic of Rectangle in Developing Mathematical Reasoning Skills and Mathematical Identity of Fourth-Grade Students. In Chamnan Panawong (Ed.), *Proceedings of the 12th National Conference on Educational Research, Naresuan University Topic: "Innovating for a Sustainable Future: Ethics and Sustainability in Education in the Digital Age"* (pp. 1204-1218). Phitsanulok: Faculty of Education, Naresuan University. [in Thai]
- Keitel-Kreidt, C. (2015). Mathematics, knowledge and political power. In E. Silver & C. Keitel-Kreidt (Eds.), *Pursuing excellence in mathematics education* (pp. 113-124). London: Springer.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2013). *The Action Research Planner: Doing Critical Participatory Action Research* (3rd ed.). Geelong: Deakin University, Australia.
- Kohlberg, L. (1975). The cognitive-developmental approach to moral education. *The Phi Delta Kappan*, 56(10), 670-677.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Inquiry and scientific explanations: Helping students use evidence and reasoning. In J. Luft, R. L. Bell, & J. Gess-Newsome, *Science as inquiry in the secondary setting* (pp. 121-134). Virginia: NSTA Press.
- Muangsong, K., Changkien, K., Kinking, K., & Pongsophon, P. (2020). The systematic literature review and research synthesis on the development of moral reasoning by using socioscientific issues approach in science teaching. *STOU Journal of Education*, 13(2), 15-27. [in Thai]
- Nakawa, N. (2019). Mathematical values through personal and social values: A number activity in a Japanese kindergarten. In P. Clarkson, W. T. Seah, & J. Pang (Eds.), *Values and valuing in mathematics education: Scanning and scoping the territory* (pp. 157-170). London: Springer.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2017). *The Common Core Mathematics Companion: The Standards Decoded, High School*. Thousand Oaks, California: Corwin Publishers.
- OECD. (2023). *PISA 2025 science framework (Second draft)*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Retrived from <https://www.oecd.org>
- Pipithkul, Y. (1985). Integration of ethics in secondary mathematics teaching. *Journal of Education Studies*, 14(2), 13. [in Thai]

- Register, J., Stephan, M., & Pugalee, D. (2021). Ethical reasoning in mathematics: New directions for didactics in U.S. mathematics education. *Mathematics*, 9(8), 799.
- Sudcha, A., & Tungkasamit, A. (2023). The development of moral reasoning using socioscientific issue-based teaching with argumentation technique in the S33101 social studies of Grade 12 students. *Journal of Research and Development Institute, Rajabhat Maha Sarakham University*, 10(3), 475–486. [in Thai]
- Sumpter, L., Eriksson, H., Hedefalk, M., & Markkanen, P. (2024). Ethical reasoning as part of mathematical modelling: Young children's work with sharing and division. In P. Ernest (Ed.), *Ethics and mathematics education* (pp. 443–462). Switzerland: Springer.
- Skovsmose, O. (2004). Mathematics in action: A challenge for social theorising. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, (18). <http://www.ex.ac.uk/~PErnest/pome18/contents.htm>
- Skovsmose, O. (2005). Foregrounds and politics of learning obstacles. *For the Learning of Mathematics*, 25(1), 4–10.
- Tadsawa, W., & Saifa, Y. (2021). Development of a program enhancing digital ethics reasoning for lower secondary school student using outcome-based education and case-based learning approaches. *Journal of Information and Learning*, 32(1), 1–16. [in Thai]
- Tanaka, Y., & Hattori, Y. (2020). In junior high school mathematics classes development of social open-ended issues and their implementation. *Journal of the Japanese Society for Mathematics Education*, 102(11), 1–19.
- Thipwaree, P., Kasemsukpipat, W., & Somchaipeng, T. (2023). Using real-life situations in promoting statistical reasoning on measures of central tendency of twelfth-grade students. *Journal of Educational Innovation and Research*, 7(3), 810–824 [in Thai]
- Tong-on, C., & Katwibun, D. (2021). The study of 10th grade students' mathematical reasoning ability and mathematics achievement in a mathematics problem-based learning (PBL) classroom. *Silpakorn Educational Research Journal*, 13(1), 24–41. [in Thai]