

การพัฒนากิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด
เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องปริมาตรของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
THE DEVELOPMENT OF ACTIVITIES ACCORDING TO THE CONCEPT OF
LEARNING TRAJECTORIES IN CLASSROOM USING OPEN APPROACH
TO ENHANCE LEARNING ON TOPIC OF VOLUME TO FOR GRADE 6 STUDENT

จีระวัฒน์ ครั่งพิบูลย์¹ วีระศักดิ์ แก่นอ้วน^{2*} ปริญญา ปริพุด³

Jeerawat Krangpiboon¹ Weerasuk Kanauan² Pariya Pariput³

¹นักศึกษาปริญญาโท สาขาการพัฒนหลักสูตรและการเรียนการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

¹Master's degree student, Faculty of Education, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Thailand

^{2,3}คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

^{2,3}Faculty of Education, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Thailand

*Corresponding author e-mail: weerasuk.k@ubru.ac.th

(Received: 19 August 2025, Revised: 11 September 2025, Accepted: 12 September 2025)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพโดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อ
1) พัฒนากิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดเรื่องปริมาตร 2) ศึกษาแนวคิดของ
นักเรียนจากการแก้ปัญหาเรื่องปริมาตร กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2567
จำนวน 12 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรม ใบกิจกรรม แบบบันทึกภาคสนาม แบบ
บันทึกการสะท้อนผล แบบบันทึกวิทัศน์ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา
โดยใช้การตรวจสอบสามเส้าด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล และนำเสนอข้อมูลด้วยการบรรยายเชิงวิเคราะห์
ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด มี 3 องค์ประกอบคือ (1)
กำหนดแนวคิดสำคัญ (2) กำหนดเส้นทางการเรียนรู้ (3) ออกแบบและจัดกิจกรรม 2) ผลการศึกษาแนวคิดของ
นักเรียนพบว่า แนวคิดการเรียนรู้เรื่องปริมาตร โดยเริ่มจากการเปรียบเทียบขนาดของปริมาตรโดยใช้หน่วยไม่
เจาะจง การใช้หน่วยมาตรฐาน การสร้างสูตรหาปริมาตร แล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วย หา
ความสัมพันธ์และแปลงหน่วยวัดปริมาตรความจุ และเชื่อมโยงแนวคิดในชีวิตจริงด้วยวิธีการที่หลากหลาย

คำสำคัญ: แนวคิดของนักเรียน; ปริมาตร; วิธีการเรียนรู้; วิธีการแบบเปิด

ABSTRACT

This study was qualitative classroom action research aimed to 1) Development of Activities according to the concept of Learning Trajectories in classroom using Open Approach to enhance learning on topic of Volume Measurement, and 2) study students' ideas through problem-solving on the topic of volume. The target group consisted of 12 Grade 6 students in the academic year 2024. The Research instruments included lesson plans, activity sheets, field notes, reflection journals, video recordings, and semi-structured interview forms. Data were analyzed using content analysis. Data collection methods were triangulation, and findings were presented through analytical descriptions. The findings revealed that: 1) the activities according to the concept of Learning Trajectories in classroom using Open Approach consisted of three components: (1) determining the Big ideas, (2) Defining the paths of learning, and (3) designing and implementing activities (2) students' ideas of volume measurement progressed from comparing quantities using non-standard units, to applying standard units, to constructing formulas for calculating volume, then connecting relationships between units, converting units of volume and capacity, and finally applying these concepts to real-life situations through multiple strategies.

KEYWORDS: Student's Idea; Volume; Learning Trajectories; Open Approach

บทนำ

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ผ่านการคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ใช้ความคิดที่หลากหลายและพัฒนาการคิดเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2565) ทั้งนี้การพัฒนาการคิดมีความสำคัญต่อการเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ได้ เนื่องจากแนวคิดของนักเรียนจะแสดงถึงข้อเท็จจริงที่นักเรียนเข้าใจ (Mullis, Martin and Von Davier, 2021) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนเพราะเป็นรากฐานที่แสดงถึงการแก้ปัญหา รวมถึงการเปลี่ยนผ่านแนวคิดไปสู่สมรรถนะการเรียนรู้ และการเสริมสร้างความมั่นใจในการเรียนรู้ (Inprasitha, 2022) นอกจากนี้แนวคิดของนักเรียนมีส่วนช่วยให้เข้าใจถึงความจำเป็นในการใช้ความรู้และทักษะในการเรียนรู้ถึงวิธีการเรียนรู้ของตนเองอย่างอิสระ (Isoda and Katagiri 2012: 38) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้จึงควรมุ่งเน้นพัฒนาให้นักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านการแสดงแนวคิดของนักเรียนที่ได้มาจากการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และพัฒนาระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

จากผลการประเมิน PISA 2022 ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ลดลง บ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนสามารถคิดและนำไปสู่การแก้ปัญหาในบริบทที่ซับซ้อนได้น้อย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2567) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2566 ของนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในพื้นที่วิจัย โดยสาระการวัดและเรขาคณิตมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด โดยเฉพาะเรื่อง ปริมาตรและความจุ และสัมพันธ์การศึกษาชั้นเรียน พบว่าการเรียนรู้ของนักเรียนยังไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่คาดเคลื่อน นักเรียนมีความยุ่งยากในการเรียนรู้ ไม่สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทาย สอดคล้องกับงานวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงการสอนแบบท่องจำทำให้เกิดความยุ่งยากในการทำความเข้าใจแนวคิดที่เรื่องการวัดปริมาตร ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำไปสู่การประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ (Eyeoğlu, Özdemir and Eyeoğlu, 2021) ดังนั้นสรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบเดิม ไม่สามารถพัฒนาแนวคิดเรื่องการวัดทางเรขาคณิตได้อย่างมีความหมาย เพราะไม่ได้มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดตามวิธีการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนแนวคิดของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพได้

การส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องปริมาตร จำเป็นต้องมีแนวทางในการพัฒนากิจกรรมและสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามลำดับขั้นของการเรียนรู้ ดังนั้นแนวคิดวิธีการเรียนรู้ (Learning Trajectories) มีความสำคัญในการพัฒนาการเรียนรู้เพราะสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาระดับการคิดไปสู่การคิดที่ซับซ้อนขึ้น (Taguma et al, 2020) รวมทั้งยังเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพเพราะแนวทางในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยองค์ประกอบของวิธีการเรียนรู้ประกอบด้วย 1) แนวคิดสำคัญ 2) เส้นทางการเรียนรู้ และ 3) แนวทางการออกแบบและจัดกิจกรรมซึ่งสัมพันธ์กับระยะการคิดของนักเรียนในเส้นทางการเรียนรู้นั้น ๆ (Clements and Sarama, 2020) โดยเฉพาะเรื่องการวัดปริมาตร เพราะมีท้าทายสำหรับนักเรียนในการเชื่อมโยงเรื่องการวัดทางเรขาคณิตในลักษณะสามมิติที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนมากขึ้น (Clements Sarama and Van Dine, 2018) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้แนวคิดวิธีการเรียนมาเป็นกรอบในการพัฒนากิจกรรม ให้เป็นไปตามลำดับของเส้นทางการเรียนรู้ที่เหมาะสม โดยใช้แนวทางของ Mangao, Ahmad, and Isoda (2017) มากำหนดเป็นเป้าหมายและเส้นทางการเรียนรู้ที่พัฒนาผ่านการลงมือปฏิบัติ เพื่อทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนจากการแก้ปัญหาเรื่องปริมาตร และแนวทางการออกแบบและจัดกิจกรรมที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถแสดงแนวคิดผ่านการแก้ปัญหาโดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่สอดคล้องกับเส้นทางการเรียนรู้นั้น ๆ โดยในชั้นเรียนเรียนรู้ที่ใช้วิธีการแบบเปิดมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาและเรียนรู้เรื่องปริมาตรอย่างมีความหมาย สามารถเข้าใจสาระสำคัญของการวัดและนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดในชีวิตประจำวัน (สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2561) นอกจากนี้วิธีการแบบเปิดสนับสนุนให้นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการคิด กระบวนการและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง เพื่อให้ นักเรียนมีความคิดที่ซับซ้อนในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยศึกษาแนวคิดของนักเรียนแต่ละคนเพื่อมาสรุปเป็นวิธีการเรียนรู้ โดยขั้นตอนของการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) การอภิปรายและเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียนและ 4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Inprasitha, 2022) ดังนั้น วิธีการเรียนรู้จึงมีเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งนำมากำหนดเป็นเป้าหมายของแนวคิดสำคัญ สามารถพัฒนาแนวคิดของนักเรียนตามเส้นทางการเรียนรู้ไปสู่การคิดที่ซับซ้อนมากขึ้น โดยออกแบบและจัดกิจกรรมตามวิธีการแบบเปิด ซึ่งส่งผลให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดและเกิดความเข้าใจในการเรียนรู้เรื่องปริมาตรอย่างมีความหมาย

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนากิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดเรื่องปริมาตรของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งช่วย

ส่งเสริมแนวคิดของนักเรียนจากการแก้ปัญหาเรื่องปริมาตร การสร้างความรู้ด้วยตนเอง และนำไปสู่การประยุกต์ใช้ใน
ชีวิตประจำวันของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดเรื่องปริมาตรของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนจากการแก้ปัญหาเรื่องปริมาตรระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรม
ตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and
McTaggart (1988) มาเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย จำนวน 3 วงจร เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนากิจกรรมและ
ศึกษาแนวคิดการเรียนรู้เรื่องปริมาตรของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้วจึงรวบรวมข้อมูลเพื่อสรุปผลในภาพรวม
ของการวิจัยซึ่งมี 4 ขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยและผู้ช่วยผู้วิจัยสังเกตและวิเคราะห์สภาพปัญหาในการเรียนรู้เรื่องปริมาตร
ของนักเรียน ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง วางแผนและสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 2) ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 3) ขั้นสังเกต (Observe) ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้และผู้ช่วยผู้วิจัย
จะทำการสังเกตและบันทึกแนวคิดผลการจัดกิจกรรมลงในแบบบันทึกภาคสนาม และบันทึกวันที่ทัศนขณะนักเรียน
ดำเนินกิจกรรมทางคณิตศาสตร์
- 4) ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยสะท้อนผลการดำเนินกิจกรรมหลัง
เสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมในประเด็น แนวคิดของนักเรียน กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ปัญหาและอุปสรรค เพื่อเป็น
การปรับปรุงในแต่ละวงจร

กลุ่มเป้าหมาย

ดำเนินการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนของโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดอุบลราชธานี โดยมี
กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567
จำนวน 12 คน ซึ่งเป็นนักเรียนทั้งหมดในห้องที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากผลการศึกษาชั้นเรียนพบว่า
ปัญหาในการเรียนรู้ มีความยุ่งยากในการแสดงแนวคิดและแก้ปัญหาเรื่องปริมาตร และเนื่องจากผู้วิจัยเป็นครูผู้สอน
รายวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 - 6 โดยมีผู้ช่วยวิจัยเป็นครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ที่สอน
นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเมื่ออยู่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในการสังเกตแนวคิดและสะท้อนผลการจัดกิจกรรมร่วมกัน

เครื่องมือวิจัย

- 1) แผนการจัดกิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องปริมาตร จำนวน 14
กิจกรรม กิจกรรมละ 1 ชั่วโมง รวม 14 ชั่วโมง

2) แบบบันทึกการสะท้อนผล ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยใช้สำหรับการบันทึกการสะท้อนผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เกี่ยวกับประเด็นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน แนวคิดของนักเรียน ปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงในลำดับถัดไป

3) แบบบันทึกภาคสนาม ใช้บันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนขณะทำกิจกรรมรวมทั้งพฤติกรรมต่าง ๆ ทั้งการแก้ปัญหา การสื่อความหมายและแสดงแทนแนวคิด ในแต่ละขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด

4) เครื่องบันทึกวิดีโอ ใช้บันทึกภาพและเสียงขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด โดยบันทึกให้เห็นพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนขณะดำเนินกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาถอดเป็นคำพูดและภาพพฤติกรรมต่าง ๆ จัดทำเป็นโพรโทคอลในการวิเคราะห์ข้อมูล จำนวน 5 เครื่อง โดยเครื่องที่ 1 ใช้บันทึกภาพรวมทั้งชั้นเรียน เครื่องที่ 2 - 4 ใช้บันทึกขณะนักเรียนแก้ปัญหาในระหว่างดำเนินกิจกรรม

5) ใบกิจกรรมของนักเรียน เป็นใบงานบันทึกแนวคิด วิธีการคิด ขณะดำเนินการทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดของนักเรียน

6) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ใช้สำหรับสอบถามข้อมูลนักเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกมากยิ่งขึ้น การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ดำเนินการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของเครื่องมือ โดยมีความเหมาะสมคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.10 โดยภาพรวมกิจกรรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด โดยดำเนินการจัดกิจกรรมและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 3 วงจร มีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสังเกตแบบมีส่วนร่วม และได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลและใช้การตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากใบกิจกรรมของนักเรียน แบบบันทึกการสะท้อนผล แบบบันทึกภาคสนาม การวิเคราะห์โพรโทคอล และการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อวิเคราะห์และสรุปแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้เรื่องปริมาตรสอดคล้องกับเส้นทางการเรียนรู้ 6 ระยะของเส้นทางการเรียนรู้ตามแนวคิด (Mangao, Ahmad, and Isoda, 2017) และวิเคราะห์หาแนวทางในการพัฒนากิจกรรมตามวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดเรื่องปริมาตรของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบดังนี้ 1) กำหนดแนวคิดสำคัญเรื่องปริมาตร 2) กำหนดเส้นทางการเรียนรู้ 3) ออกแบบและจัดกิจกรรมโดยใช้วิธีการแบบเปิด ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน 3 วงจร โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 ออกแบบกิจกรรมสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงชีวิตจริง ใช้สื่อรูปธรรมเพื่อให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาร่วมกัน ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้แสดงแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 2 สนับสนุนนักเรียนคิดลงมือแก้ปัญหาร่วมกัน ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ให้เหตุผลความสัมพันธ์และอภิปรายผลแต่ละแนวคิดของนักเรียน วงจรปฏิบัติการที่ 3 ใช้คำถามเพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลาย ใช้สื่อเสริมเพื่อขยายแนวคิดและอภิปรายผลเพื่อค้นหาวิธีการที่ง่ายขึ้น โดยสามารถสรุปผลการ

พัฒนากิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อส่งเสริมแนวคิดการเรียนรู้ของนักเรียน
เรื่องปริมาตร ดังตารางที่ 1

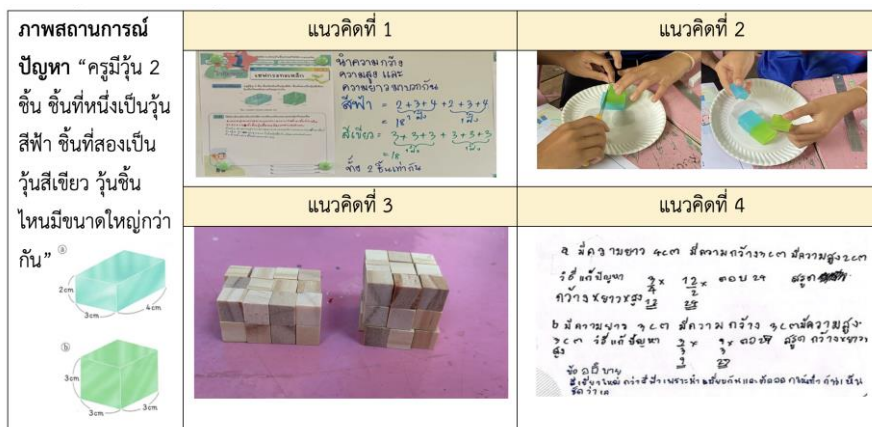
ตารางที่ 1 สรุปการพัฒนากิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด

กำหนดแนวคิดสำคัญ เรื่องปริมาตร	กำหนดเส้นทางการเรียนรู้	แนวทางการออกแบบและจัดกิจกรรม
ระยะที่ 1 การเปรียบเทียบขนาด ของปริมาตรและใช้ หน่วยไม่เจาะจง	- แยกแยะความแตกต่างของปริมาตรและพื้นที่ผิว - เปรียบเทียบปริมาตรโดยใช้หน่วยไม่เจาะจง	(1) ออกแบบและนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน เรื่องปริมาตร โดยใช้สื่อจริงที่มีลักษณะรูปธรรม สามารถจับต้องได้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกเชิงปริภูมิและความรู้สึกเชิงจำนวนของปริมาตรของสิ่งของต่าง ๆ เช่น วัสดุรูปปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก กล่องสี่เหลี่ยม โฟม ดินน้ำมัน เป็นต้น
ระยะที่ 2 การใช้หน่วยลูกบาศก์ เซนติเมตรเป็นหน่วย บอกและวัดปริมาตร	- อธิบายเหตุผลถึงปริมาตรจะไม่มีมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปลี่ยนรูปร่าง - แสดงค่าตัวเลขของปริมาตรโดยใช้หน่วยมาตรฐาน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	(2) ส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันแสดงแนวคิดผ่านการแก้ปัญหาและให้เหตุผลดำเนินการผ่านสื่อที่รูปธรรมที่สามารถจับต้องได้จริง เช่น ลูกบาศก์เซนติเมตร แบบจำลองลูกบาศก์เมตร แบบจำลองปริมาตรของปริซึม และให้นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและแสดงเหตุผลของแต่ละแนวคิด
ระยะที่ 3 การหาปริมาตรของ ปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก และลูกบาศก์โดยการ สร้างสูตรคำนวณ ปริมาตร	- แสดงขนาดของปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยนับเป็นหน่วยซ้ำได้ - เขียนและคำนวณโดยใช้สูตรเพื่อหาปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ - เขียนและคำนวณโดยใช้สูตรเพื่อหาปริมาตรของปริซึมลูกบาศก์ได้ - หาความยาว ความกว้างและความสูงเมื่อทราบปริมาตรทั้งหมด	(3) นำเสนอแนวคิดของนักเรียนที่ได้จากจัดเรียงแนวคิดที่คาดเคลื่อนไปสู่แนวคิดที่สมบูรณ์ และใช้กระดานดำเพื่อบันทึกแนวคิด ใช้สื่อเสริมเพื่อขยายแนวคิดของนักเรียนให้ชัดเจนมากขึ้น และใช้คำถามเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแนวคิด
ระยะที่ 4 การขยายลูกบาศก์ เซนติเมตรไปสู่ลูกบาศก์ เมตรเพื่อการวัดปริมาตร ขนาดใหญ่ขึ้น	- เขียนและคำนวณปริมาตรโดยใช้หน่วยลูกบาศก์เมตร - อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกบาศก์เซนติเมตรและลูกบาศก์เมตร - คำนวณปริมาตรโดยใช้หน่วยลูกบาศก์เมตรและลูกบาศก์เซนติเมตร	(4) เชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนร่วมกันโดยใช้คำถามเพื่อหาข้อสรุปแนวคิดของนักเรียนและสรุปเป็นหลักการทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษาของนักเรียน
ระยะที่ 5 การแปลง หน่วยและเลือกใช้หน่วย วัดปริมาตรที่เหมาะสม ได้อย่างคล่องแคล่ว	- อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรและความจุ - แสดงปริมาตรน้ำโดยใช้การแปลงหน่วยที่เหมาะสม	
ระยะที่ 6 การเปรียบเทียบ ปริมาตรของวัตถุในชีวิต จริง	- หาปริมาตรของรูปทรงที่ประกอบด้วยปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก - แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรในบริบทที่ซับซ้อน	

ตอนที่ 2 สรุปผลการศึกษาแนวทางการเรียนรู้เรื่องปริมาตรของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งนักเรียนได้คิดและแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม โดยนำเสนอตาม 6 ระยะของเส้นทางการเรียนรู้ ดังนี้

ระยะที่ 1 เปรียบเทียบขนาดของปริมาตรและใช้หน่วยไม่เจาะจง

กิจกรรมในระยะนี้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สังเกตถึงขนาดของปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก ผ่านการเปรียบเทียบขนาดของปริมาตรโดยใช้หน่วยไม่เจาะจง โดยนักเรียนลงมือแก้ปัญหาโดยใช้สื่อจริงคือวุ้นสองขนาด และใช้บล็อกลูกบาศก์เป็นสื่อกึ่งรูปธรรม เพื่อเชื่อมโยงแนวคิดของการหาปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังภาพ 1

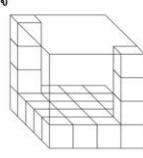
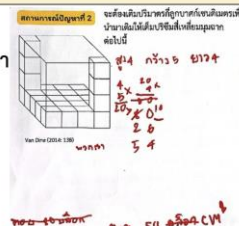


ภาพที่ 1 ตัวอย่างแนวทางการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่องปริมาตรในระยะที่ 1

จากแนวคิดของนักเรียน พบว่านักเรียนมีแนวคิดที่คาดเคลื่อนในการทำความเข้าใจถึงความหมายของปริมาตร โดยนักเรียนนำขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงของวุ้นมาบวกกัน และพบแนวคิดที่ตอบสนองเป้าหมาย ได้แก่ แนวคิดที่ 2 นักเรียนใช้การตัดวุ้นทั้งสองสี ให้มีขนาดเท่ากัน และพบว่าสีฟ้ามีส่วนที่เกินมาจากสีฟ้า ซึ่งแสดงถึงการเปรียบเทียบปริมาตรโดยตรง แนวคิดที่ 3 นักเรียนใช้บล็อกลูกบาศก์มาต่อให้ได้ขนาดเท่ากับวุ้นทั้งสองชิ้น แล้วนับจำนวนบล็อก ซึ่งแสดงถึงการเปรียบเทียบปริมาตรโดยอ้อม และแนวคิดที่ 4 นักเรียนใช้การคูณโดยนำความกว้าง ความยาวและความสูงมาคูณกัน ดังนั้นนักเรียนได้อภิปรายและสรุปร่วมกันว่า “ถ้าใช้การคูณจะทำได้ง่ายไม่เสียเวลา” ขณะที่ “การใช้บล็อกจะทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายและเห็นภาพได้ชัดเจน”

ระยะที่ 2 การใช้หน่วยลูกบาศก์เซนติเมตรเป็นหน่วยบอกและวัดปริมาตร

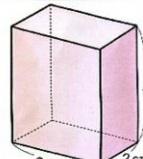
กิจกรรมในระยะนี้มุ่งเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดของการใช้หน่วยไม่เจาะจงคือบล็อกลูกบาศก์ เพื่อเชื่อมโยงความหมายของหน่วยมาตรฐานได้แก่ หน่วยลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความยุ่งยากของนักเรียนในการให้ความหมายหน่วยมาตรฐานซึ่งเป็นภาษาที่เป็นทางการ ดังนั้นครูจึงใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดพร้อมกับให้แสดงเหตุผลว่านักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอีกครั้งเกี่ยวกับการใช้หน่วยลูกบาศก์เซนติเมตร โดยแนวคิดที่ 1 แสดงวิธีการแก้ปัญหาด้วยการนับหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตร โดยนับทีละ 3 จนครบ 54 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งนักเรียนได้นำบล็อกลูกบาศก์มาประกอบให้เหมือนรูปเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง และแนวคิดที่ 2 แสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยการมองเป็นปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากในลักษณะภาพรวมก่อน โดยใช้การคำนวณ $(4 \times 5 \times 4 = 80)$ จากนั้นจึงลบปริมาตรส่วนที่มีอยู่แล้ว $(80 - 26 = 54)$ ดังภาพที่ 2

สถานการณ์ปัญหา “ให้นักเรียนหาปริมาตรที่ลูกบาศก์เซนติเมตรเพื่อ	แนวคิดที่ 1	แนวคิดที่ 2
	 เราต้องเติมปริมาตรอีก 54 ลูกบาศก์เซนติเมตร	 สูง 4 กว้าง 5 ยาว 3 $4 \times 5 \times 3 = 60$ $60 - 6 = 54$ ตอบ 54 cm³

ภาพที่ 2 แนวคิดการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่องปริมาตรในระยะที่ 2

ระยะที่ 3 หาปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากและลูกบาศก์โดยการสร้างสูตรเพื่อคำนวณปริมาตร

กิจกรรมในระยะนี้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดและให้เหตุผลถึงการให้ความหมายถึงการสร้างสูตรอย่างมีความหมาย โดยนักเรียนแสดงแนวคิดการเรียนรู้ โดยนักเรียนเชื่อมโยงการหาพื้นที่ด้านข้างสุดจากแนวคิดสูตรการหาพื้นที่ แสดงว่านักเรียนเข้าใจถึงการหาหน่วยซ้ำโดยการนำ “กว้าง x สูง” ได้ 6 cm² และพิจารณาถึงจำนวนชั้น มี 4 ชั้น ซึ่งนักเรียนให้เหตุผลว่าส่วนดังกล่าวเกิดจากความสูงของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังนั้นนักเรียนจึงเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ว่า “ $(3 \times 2) \times 4 = 24$ ” และสรุปเป็นสูตรการหาปริมาตรได้ว่า “กว้าง x ยาว x สูง” ซึ่งเกิดจากการเชื่อมโยงความรู้จากแนวคิดเดิมที่นักเรียนได้สะสมมาเพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ที่มีความหมาย ดังภาพที่ 3

สถานการณ์ปัญหา  ไออุ่นสร้างกล่องสี่เหลี่ยมมุมฉากเพื่อนำมาเล่นกับเพื่อน ๆ ในห้อง โดยกล่องใบนี้มีลักษณะเป็นปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความกว้าง 3 ซม. ยาว 2 ซม. และสูง 4 ซม. ไออุ่นอยากทราบว่ากล่องใบนี้มีปริมาตรเท่าไร คำสั่งที่ 1 มีจำนวนลูกบาศก์ขนาด 1 cm³ ที่อยู่ในชั้นล่างสุดเท่าใด คำสั่งที่ 2 มีจำนวนชั้นทั้งหมดกี่ชั้น	คำสั่งที่ 3 มีจำนวนลูกบาศก์ขนาด 1 cm³ อยู่เท่าใด และมีกี่ cm³ 24 เขียนสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก สูตร กว้าง x ยาว x สูง
--	--

ภาพที่ 3 แนวคิดการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่องปริมาตรในระยะที่ 3

นอกจากนี้เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการใช้สูตรคำนวณหาปริมาตร พบว่านักเรียนทุกคนมีความเข้าใจถึงการใช้สูตรหาปริมาตร แต่พบว่านักเรียนมีแนวคิดที่คาดเคลื่อนในด้านการคำนวณโดยเฉพาะการคูณทศนิยม ดังนั้นเพื่อสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงมีการช่วยเหลือให้นักเรียนให้เข้าใจถึงวิธีการคูณทศนิยม ซึ่งสามารถช่วยเสริมสร้างความมั่นใจในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้ดีขึ้น

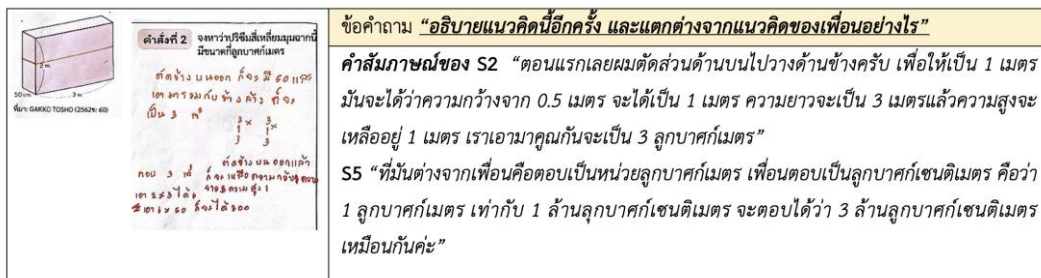
ระยะที่ 4 การขยายหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตรไปสู่ลูกบาศก์เมตรเพื่อการวัดปริมาตรขนาดใหญ่ขึ้น

กิจกรรมในระยะนี้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยวัดปริมาตร จากหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตรไปสู่หน่วยลูกบาศก์เมตร โดยใช้สื่อที่รูปธรรม ได้แก่ ลูกบาศก์เซนติเมตร และลูกบาศก์เมตร เพื่อให้นักเรียนได้เกิดความรู้สึกเชิงปริมาณระหว่างหน่วยวัดปริมาตร โดยนักเรียนแสดงแนวคิดการตรวจสอบขนาดของลูกบาศก์เมตรโดยใช้ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กิจกรรมการเรียนรู้ในระยษที่ 4 ที่แสดงถึงแนวคิดการแก้ปัญหาโดยใช้สื่อที่รูปธรรม

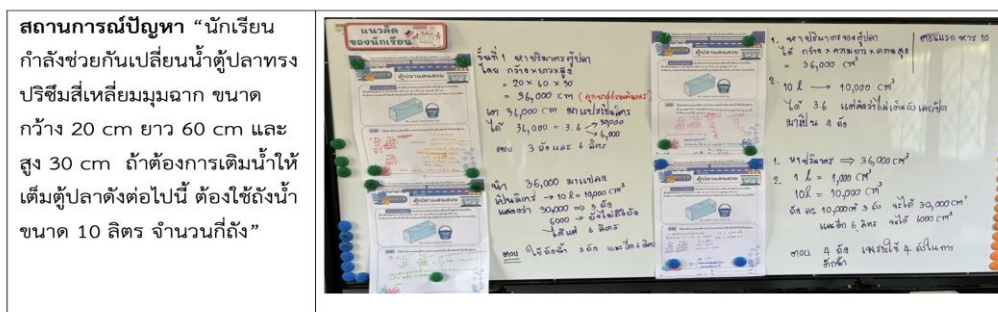
จากนั้นนักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดระหว่างหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตร และลูกบาศก์เมตรเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปทรงปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีหน่วยเซนติเมตรและเมตร ดังตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา “จงหาปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 3 เมตร และความสูง 2 เมตร” โดยแนวคิดที่ 1 ใช้วิธีการแก้ปัญหา โดยนักเรียนแปลงหน่วยวัดความยาวเพื่อให้เป็นหน่วยวัดเดียวกันก่อน โดยเปลี่ยนหน่วยจาก 3 เมตร = 300 เซนติเมตร และ 2 เมตร = 200 เซนติเมตร ก่อนคำนวณโดยใช้สูตร จากนั้นจึงเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการวัดปริมาตรที่ได้เรียนมาจากกิจกรรมที่ผ่านมาโดยแปลงหน่วย จาก $1,000,000 \text{ cm}^3$ เท่ากับ 1 m^3 ดังนั้น $3,000,000 \text{ cm}^3$ จึงเท่ากับ 3 m^3 ในขณะที่แนวคิดที่ 2 ใช้วิธีการแบ่งครึ่งเพื่อทำให้รูปปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีความกว้างเป็น 50 cm และนำมาต่อเป็น 1 เมตร เพื่อให้สามารถใช้ในการคำนวณโดยใช้สูตรได้ ซึ่งสอดคล้องกับแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างของนักเรียนกลุ่มที่ 1

ระยะที่ 5 การแปลงหน่วยและเลือกใช้หน่วยวัดปริมาตรที่เหมาะสมได้อย่างคล่องแคล่ว

กิจกรรมในระยะนี้สนับสนุนให้นักเรียนเชื่อมโยงและให้เหตุผลถึงความสัมพันธ์ระหว่าง หน่วยการวัดปริมาตร และ ความจุ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาและสื่อจริงที่ครู เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถเข้าใจและมีความรู้สึกเชิงปริมาณมากขึ้น และนำความรู้ที่ได้มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง เช่นสถานการณ์ปัญหาตัวอย่าง ดังภาพที่ 6

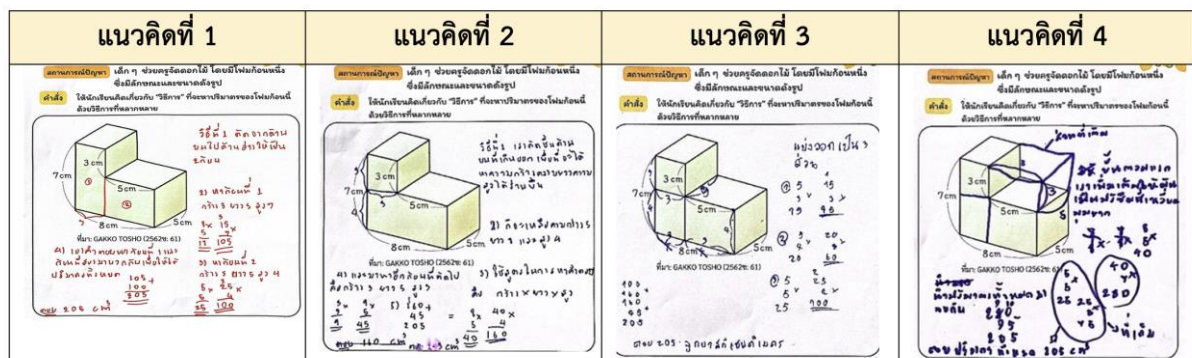


ภาพที่ 6 การจัดเรียงแนวคิดของนักเรียนโดยใช้กระดานดำในกิจกรรมในระยะที่ 5

จากภาพนักเรียนนำแนวคิดการใช้สูตรหาปริมาตรของตู้ปลาปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถหาปริมาตรของตู้ปลาได้ว่า 36,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร และแสดงแนวคิดเกี่ยวกับหน่วยความจุโดยเชื่อมโยงแนวคิดการเปลี่ยนหน่วยการแปลงหน่วยของถังน้ำขนาด 10 ลิตร ซึ่งเท่ากับ 10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้ดังนี้ 3 ถังและ 6 ลิตร และ 3.6 ถัง และมีนักเรียนแสดงแนวคิดเชื่อมโยงกลับไปสู่โลกจริงได้ว่า จะต้องใช้ จำนวน 4 ถังในการตักน้ำ

ระยะที่ 6 การเปรียบเทียบปริมาตรของวัตถุในชีวิตจริง

ในระยะนี้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหาโดยแสดงแนวคิดที่หลากหลาย โดยการเชื่อมโยงวิธีการเดิมที่นักเรียนได้เรียนรู้ในกิจกรรมที่แล้วมาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ดังตัวอย่างกิจกรรมการหาปริมาตรของรูปทรงที่ประกอบด้วยปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ดังตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา แนวคิดลักษณะที่ 1 ของการแบ่งรูปทรงที่ประกอบด้วยปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากเป็นปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก 2 ส่วน โดยมี 2 แนวคิด โดยนักเรียนได้มีการแบ่งในแนวตั้ง (แนวคิดที่ 1) และแบ่งในแนวนอน (แนวคิดที่ 2) และแบ่งออกเป็นรูปปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก 3 ส่วน (แนวคิดที่ 3) เพื่อให้สามารถใช้การคำนวณโดยใช้สูตรได้ และพบว่าแนวคิดที่ 4 สะท้อนให้นักเรียนสามารถมองให้เป็นปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดใหญ่ โดยวาดภาพจำลองส่วนที่เติม เพื่อให้สามารถคำนวณโดยใช้สูตรได้ และใช้การลบส่วนที่เติมปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากขึ้นมา เพื่อหาขนาดของปริมาตรที่แท้จริง ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แนวคิดการเรียนรู้ของนักเรียนในระยะที่ 5

จากแนวคิดที่เกิดขึ้นนักเรียนสามารถสรุปแนวคิดที่ได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนได้เรียนรู้ “วิธีการเรียนรู้” หาปริมาตรของรูปทรงที่ประกอบด้วยปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งเกิดจากการเชื่อมโยงแนวคิดมาจากกิจกรรมก่อนหน้านี้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน จากนั้นกิจกรรมต่อไปมุ่งเน้นเชื่อมโยงไปสู่การหาปริมาตรของปริซึม โดยเชื่อมโยงจากสูตรการหาปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดการหาชั้นล่างสุดเพื่อเขียนเป็นสูตรการหาปริมาตรใหม่ได้ว่า “พื้นที่ x ความสูง” หรือ “พื้นที่ของฐาน x ความสูง” ตามตัวอย่างโพโทคอลในตารางที่ 2 ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดจากสถานการณ์ปัญหาเดิมเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนได้แสดงแนวคิดผ่านการแก้ปัญหาด้วยตนเอง แสดงว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้ “วิธีการเรียนรู้ของตนเอง” และนำไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายได้มีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2 โพรโทคอลที่นักเรียนแก้ปัญหาเรื่องปริมาตรของรูปทรงที่ประกอบด้วยปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก

Item	ผู้พูด	คำพูด/พฤติกรรม
Item 85	S1	นี่คิดว่า ตรงนี้ มันคือ 8 ไซ้ใหม่
Item 86	S11	5
Item 87	S4	ไม่ใช่ 5 มันคือ (ทำมือบอกความสูง) ตรงนี้เป็น 4 ตรงนี้เป็น 8 จะอธิบายให้ฟังนะ นี่คือ 8 ตรงนี้ตอนแรกมันเป็น 5 (ชี้ตรง 5) มันคือความกว้าง แต่เมื่อหงายขึ้นมันเลยเป็นความสูง 8×4 เป็นเท่าไร 
Item 88	S1	32
Item 89	S4	32 ตรงนี้ก็เป็น 3 ตรงนี้ก็เป็น 3 เป็นเท่าไร 9
Item 90	S1	3 คูณ 3 เป็น 9
Item 91	S4	เออ ตรงนี้มันเป็น 3 ใหม่ แต่ว่าตรงนี้เราหงายขึ้น ตรงนี้เลยกลายเป็นความสูง (ตบมือ) มันจะได้ 32 บวก 9 เป็น 41
Item 92	S	เราได้ 41 เอามาคูณกับความสูง จะได้คำตอบ 

อภิปรายผล

1. การพัฒนากิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนากิจกรรมอย่างเป็นระบบ โดยภาพรวมมีความเหมาะสมจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 4.57 สามารถส่งเสริมให้นักเรียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายผ่านการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เนื่องจากการออกแบบและจัดกิจกรรมที่สัมพันธ์กับโลกจริงโดยใช้สื่อจริง เช่น ฐาน กล้อง ก้อนโฟม และสื่อสิ่งพิมพ์ รูปธรรม เช่น บล็อกลูกบาศก์ การสร้างแบบจำลอง เพื่อให้เห็นภาพ และเชื่อมโยงไปสู่แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะนามธรรม โดยที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดจากรูปธรรมเพื่ออธิบายสูตรที่มีลักษณะนามธรรมได้ ผ่านการใช้สื่อสิ่งพิมพ์คือบล็อกลูกบาศก์ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ที่ให้ความสำคัญกับการสร้างองค์ความรู้ และพัฒนาความเข้าใจจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม เนื่องจากการจัดกิจกรรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อายุระหว่าง 11 - 12 ปี เป็นช่วงรอยต่อที่นักเรียนสามารถเข้าใจเชิงนามธรรมที่มีความซับซ้อนได้ แต่ยังจำเป็นต้องอาศัยการรับรู้รูปธรรมมาสนับสนุน (กุลิสรา จิตระฐานวณิช, 2565) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมนสิชา โพธิ์เสนา และสัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง (2566) ว่าการแสดงแทนแนวคิดของนักเรียนที่เชื่อมโยงโลกจริงไปโลกคณิตศาสตร์ สามารถช่วยให้เข้าใจคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง เกิดแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา และงานวิจัยของวาริพินท์ สุขสิงห์, ชานนท์ จันทรา และต้องตา สมใจเพ็ง (2024) ว่าการใช้สื่อการเรียนรู้ที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม

สามารถช่วยสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้อง นักเรียนได้โอกาสสัมผัสจับต้องผ่านของจริงหรือแบบจำลอง ทำให้นักเรียนสามารถสื่อความหมาย และให้เหตุผลได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นแนวทางการออกแบบกิจกรรมเรื่องปริมาตร จะต้องมีการเรียงลำดับกิจกรรมโดยเชื่อมโยงจากโลกจริงของนักเรียน โดยใช้สื่อที่รูปธรรมและเชื่อมโยงไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้อย่างดีขึ้น

นอกจากนี้ชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาาร่วมกัน มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิดของตนเองและแนวคิดของเพื่อน มีการจัดเรียงแนวคิดที่คาดเคลื่อนไปสู่แนวคิดที่สมบูรณ์ และใช้กระดานดำเพื่อบันทึกแนวคิด ใช้สื่อเสริมเพื่อขยายแนวคิดของนักเรียน และใช้คำถามเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแนวคิด รวมทั้งการอธิบายเปรียบเทียบและสรุปแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกัน ทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ในแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ในกิจกรรมถัดไป แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้เรื่องการวัดปริมาตรโดยใช้ขั้นตอนวิธีการแบบเปิด ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีความหมาย และนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและเรียนรู้ถึงวิธีการ “How to” ในแบบของตนเอง เนื่องจากนักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดวิธีการเดิมมาแก้ปัญหาที่หลากหลายและสรุปหาวิธีการที่ง่ายที่สุด เชื่อมโยงไปสู่โลกคณิตศาสตร์โดยสรุปเป็นกฎ สูตรและนำไปใช้อย่างมีความหมาย นอกจากนี้ควรสังเกตแนวคิดที่คาดเคลื่อนและความยุ่งยากของนักเรียน เพื่อช่วยเหลือนักเรียนให้สามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น เมื่อนักเรียนเกิดความยุ่งยากขณะแก้ปัญหาจะมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิด ทบทวนแนวคิดเดิม และตรวจสอบแนวคิดของตนเองอีกครั้ง ทำให้นักเรียนได้พัฒนากลยุทธ์การแก้ปัญหา และเตรียมพร้อมในการเผชิญกับความท้าทายใหม่ ๆ (สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2561; ธิฐารัตน์ รุจิราวิณิจัย และคณะ, 2564; Varveris, Saltas and Tsiantos, 2023) ดังนั้นแนวทางการจัดกิจกรรมโดยใช้วิธีการแบบเปิดช่วยนักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน สามารถแก้ปัญหาและแสดงแนวคิดที่หลากหลาย เกิดการเชื่อมโยงแนวคิดและนำไปสู่พัฒนากลยุทธ์การแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การศึกษาแนวคิดของนักเรียนจากการแก้ปัญหาเรื่องปริมาตร พบว่านักเรียนสามารถแสดงแทนแนวคิดการเรียนรู้เรื่องปริมาตรของตนเองได้อย่างหลากหลายและนักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้ตามลำดับของเส้นทางการเรียนรู้ โดยนำความรู้เดิมมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาใหม่และสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเองได้ดีขึ้น เนื่องจากกิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด ใช้กระบวนการแก้ปัญหาาร่วมกัน และเชื่อมโยงแนวคิดในชั้นเรียน เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ร่วมกัน ทำให้นักเรียนมีวิธีการเรียนรู้ของตนเอง โดยนักเรียนแสดงแนวคิดตามลำดับของเส้นทางการเรียนรู้เริ่มจากการเปรียบเทียบปริมาตรที่ใช้หน่วยไม่เจาะจง การให้ความหมายและการใช้หน่วยมาตรฐาน การสร้างสูตรหาปริมาตร การหาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยวัดปริมาตรและความจุ และการนำไปใช้แก้ปัญหาในบริบทที่ซับซ้อนได้ ซึ่งกิจกรรมสนับสนุนให้นักเรียนมีการเขียนอธิบายแนวคิด ให้เหตุผล วาดภาพแบบจำลอง และดำเนินการผ่านสื่อจริงที่มีลักษณะรูปธรรมไปสู่นามธรรม ซึ่งสอดคล้องกับ Kim et al (2017) ว่าเป็นนักเรียนสามารถรับรู้โครงสร้างเชิงปริภูมิไปสู่การวัดปริมาตรด้วยหน่วยมาตรฐาน ค้นหาสูตรและเชื่อมโยงแนวคิด จะทำให้สามารถใช้สูตรด้วยความเข้าใจ แสดงว่านักเรียนได้สะสมและพัฒนาแนวคิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดความก้าวหน้าของแนวคิดการเรียนรู้เรื่องปริมาตร เพราะเกิดจากประสบการณ์ตรงของนักเรียนและพัฒนาวิธีการไปประยุกต์ใช้ในโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนได้ ซึ่งสัมพันธ์กับหลักการของ Freudenthal ว่าแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่นักเรียนเริ่มต้นด้วยการใช้กลยุทธ์ที่ไม่เป็นทางการหรือวิธีการที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงที่เป็นรูปธรรม จากนั้นค่อยพัฒนาไปสู่การใช้วิธีการ หลักการ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็น

ทางการมากขึ้นจะทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มีประสิทธิภาพ (Van Reeuwijk, 2001) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rahim, et al. (2020) ว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่สูงขึ้น อันเนื่องมาจากนักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง ซึ่งแสดงแทนผ่านแนวคิดที่หลากหลาย เกิดการเชื่อมโยงแนวคิดขององค์ความรู้เดิมไปสู่วิธีการเรียนรู้ใหม่ได้ ดังที่ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2565) ว่าการสร้างสมรรถนะการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนมีวิธีการเรียนรู้ของตนเอง ดังนั้นกิจกรรมตามแนวคิดวิธีการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ และสามารถแสดงแนวคิดของตนเองผ่านกระบวนการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

นอกจากนี้ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดความยุ่งยากในแสดงแนวคิดระหว่างเรื่องเรขาคณิตสามมิติ และความหมายของปริมาตร ดังนั้นควรใช้สื่อรูปธรรมมาสนับสนุนให้นักเรียนเห็นภาพ และเชื่อมโยงไปสู่การให้ความหมายของการหาปริมาตรอย่างแท้จริง สอดคล้องกับหลักการทางเรขาคณิตศาสตร์ของแวนฮีสส์ ว่าลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตควรเริ่มจากรูปธรรมไปสู่ระดับนามธรรมที่ซับซ้อน เริ่มจากการเห็นภาพเพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ พิสูจน์ และจัดระบบแบบแผน และเกิดการคิดอย่างนามธรรม สามารถสรุปเป็นหลักการที่ค้นพบได้อย่างมีความหมาย (Vojkuvkova, 2012) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Eyeoğlu, Özdemir and Eyeoğlu. (2021) ว่านักเรียนที่รู้สูตรในการคำนวณปริมาตร แต่ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องโครงสร้างปริภูมิสามมิติ จะทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสูตรและวัตถุจริงได้ และ Tan-Sisman & Aksu (2016) ที่ศึกษาแนวคิดที่คาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดของนักเรียน เรื่องปริมาตร โดยพบความคาดเคลื่อนในด้านการคำนวณ เมื่อพิจารณาถึงข้อผิดพลาดของนักเรียนในแต่ละสถานการณ์ปัญหาที่มุ่งเน้นแนวคิดและขั้นตอนวิธีการ จึงควรให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจที่มีความหมาย และเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียน ครูควรสังเกตและช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้นโดยการทบทวนแนวคิดและเชื่อมโยงความรู้เดิมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้น

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ควรวางลำดับสถานการณ์ปัญหาอย่างรอบคอบ จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ใช้คำสั่งที่ชัดเจนเข้าใจง่าย จะทำให้นักเรียนสามารถแสดงแนวคิดและแก้ปัญหาได้ดีขึ้น
2. ควรสนับสนุนและมีตัวช่วยในการแก้ปัญหา โดยใช้สื่อหลักและสื่อเสริมที่เป็นของจริง จับต้องได้ จะช่วยส่งเสริมจินตนาการและทำให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดสู่หลักการทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ควรใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้คิด เชื่อมโยงแนวคิดเดิม และทบทวนเครื่องมือที่นักเรียนมีก่อนหน้า บันทึกแนวคิดของนักเรียนบนกระดานดำ จะช่วยให้นักเรียนอธิบายและเชื่อมโยงแนวคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ครูต้องสังเกตและรวบรวมแนวคิดที่เกิดขึ้นในห้องเรียน และความสัมพันธ์กับทุกแนวคิดที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นแนวคิดที่คาดเคลื่อน แนวคิดที่ยังไม่สมบูรณ์ และแนวคิดที่ถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนได้เปรียบเทียบถึงวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย จะกระตุ้นให้นักเรียนกล้าคิดแก้ปัญหา และนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ครั้งต่อไปได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้เรื่องปริมาตร มีแนวคิด ทฤษฎีที่สอดคล้องและสัมพันธ์กับการวัดทางเรขาคณิต ดังนั้นสามารถนำไปพัฒนาและออกแบบสำหรับการวิจัยของเนื้อหาการวัดเรขาคณิตอื่นๆ เช่น การวัดความยาว การวัดพื้นที่ เป็นต้น

2. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาหรือพัฒนาทักษะการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หรือสมรรถนะที่เฉพาะเจาะจง เช่นความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องปริมาตร

องค์ความรู้ใหม่

แนวคิดวิธีการเรียนรู้ เป็นการออกแบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ 1) การกำหนดแนวคิดสำคัญ 2) เส้นทางการเรียนรู้ และ 3) การออกแบบการเรียนรู้ โดยมีแนวทางในการสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ได้ 1) นำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน 2) ส่งเสริมให้นักเรียน ร่วมกันแสดงแนวคิดผ่านการแก้ปัญหา 3) นำเสนอแนวคิดจากการจัดเรียงแนวคิดที่คาดเคลื่อนไปสู่แนวคิดที่สมบูรณ์ ใช้สื่อเสริมเพื่อขยายแนวคิดให้ชัดเจนมากขึ้น 4) เชื่อมโยงแนวคิดนักเรียนและหาความสัมพันธ์ร่วมกันโดยใช้สื่อเสริม และคำถามเพื่อหาข้อสรุปแนวคิดของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2565). *แผนพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐาน (พ.ศ. 2566–2570) ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กุลิสรา จิตรชญาวนิช. (2565). *การจัดการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 5). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธิฎารัตน์ รุจิราวินิจฉัย, และคณะ. (2564). การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่องพื้นที่ของรูปในชั้นเรียนที่ใช้ การศึกษาขั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 22* (ออนไลน์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มนสิชา โพธิ์เสนา, และสัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง. (2023). การสำรวจการแสดงแทนของนักเรียนในลำดับกิจกรรมการสอน ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด. *วารสารวิจัยวิชาการ*, 6(1), 63–78.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2565). *Proceedings of the 15th National Open Class Volume I: เอกสารประกอบการประชุมการเปิดชั้นเรียน ระดับชาติ ครั้งที่ 15*. มูลนิธิการศึกษาเพื่อการพัฒนาทักษะการคิด.
- วาริพินท์ สุขสิงห์, ชานนท์ จันทรา, และต้องตา สมใจเพ็ง. (2024). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามของ Badham ที่มีต่อเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *Interdisciplinary Academic and Research Journal*, 4(6), 781–800.
- สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง, และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2561). รูปแบบการสอนแนวใหม่สำหรับการวัดในคณิตศาสตร์ระดับ โรงเรียน. *วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม*, 8(3), 118–127.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2014). *Learning trajectories in early mathematics: Sequences of acquisition and teaching*. Routledge.
- Eyeoğlu, K. O., Özdemir, B. G., & Eyeoğlu, U. (2021). Conceptual understanding of 8th grade students based on big ideas: The case of measurement. *Journal of Pedagogical Research*, 5(4), 19–42.

- Inprasitha, M. (2022). Lesson study and open approach development in Thailand: A longitudinal study. *International Journal for Lesson & Learning Studies*, 11(5), 1–15.
- Isoda, M., & Katagiri, S. (2012). *Mathematical thinking: How to develop it in the classroom*. World Scientific.
- Kim, E. M., et al. (2017). A learning progression for geometric measurement in one, two, and three dimensions (Research Report No. RR-17-55, pp. 1–26). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Mangao, D. D., Ahmad, N., & Isoda, M. (2017). *SEAMEO basic education standards: Common core regional learning standards in mathematics and science*. Penang, Malaysia: SEAMEO-RECSAM.
- Mullis, I. V., Martin, M. O., & von Davier, M. (2021). *TIMSS 2023 assessment frameworks*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Rahim, U., et al. (2020). The effect of open-ended learning approaches and thinking patterns on student mathematical learning outcomes. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 11(1), 646-665.
- Taguma, M., et al. (2020). Future of education and skills 2030: Curriculum analysis. *Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)*
- Tan-Sisman, G., & Aksu, M. (2016). A study on sixth grade students' misconceptions and errors in spatial measurement: Length, area, and volume. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 1293–1319.
- Van Reeuwijk, M. (2001). From informal to formal, progressive formalization: An example on solving systems of equations. In *The future of the teaching and learning of algebra, Proceedings of the 12th ICMI study conference*. (613-620). University of Melbourne.
- Varveris, D., Saltas, V., & Tsiantos, V. (2023). Exploring the role of metacognition in measuring students' critical thinking and knowledge in mathematics: A comparative study of regression and neural networks. *Knowledge*, 3(3), 333–348.
- Vojkuvkova, I. (2012). The van Hiele model of geometric thinking. *WDS'12 Proceedings of Contributed Papers*, 1(1), 72–75.