

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

The Development of Mathematical Problem-Solving Ability Using Open Approach Combined with KWDL Technique for Grade 5 Students

นฤมล ภูมิชัยโชติ^{*1} กศนิตสิรินทร์ สว่างบุญ²
Naruemon Phumchaichot¹ Tatsirin Sawangboon²

Beembbg7@gmail.com*

ส่งบทความ 20 เมษายน 2568 แก้ไข 14 พฤษภาคม 2568 ตอรับ 17 พฤษภาคม 2568
Received: April 20, 2025 Revised: May 14, 2025 Accepted: May 17, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มขึ้นไป 2) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 75 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มขึ้นไป และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 17 คน ในโรงเรียนขนาดเล็ก ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ 5) แบบสัมภาษณ์ 6) แบบสังเกตพฤติกรรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลวิจัยพบว่า

- 1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 82.75 ของคะแนนเต็ม จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 83.53 ของคะแนนเต็ม จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

*ผู้ประสานงาน (corresponding author)

^{1,2} คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

^{1,2} Faculty of Education Mahasarakham University

3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตร และความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.91 ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

คำสำคัญ: การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์, การจัดการเรียนรู้แบบเปิด, เทคนิค KWDL

Abstract

This research is an action research study aimed at 1) Developing problem-solving skills in Grade 5 students through the Open Approach combined with the KWDL technique, with the goal of achieving an average score of at least 70% and having at least 70% of the students score 70% or higher of the total score. 2) Improving academic achievement in Grade 5 students through the Open Approach combined with the KWDL technique, aiming for an average score of at least 75% and having at least 75% of the students score 75% or higher of the total score. and 3) Investigating the satisfaction of Grade 5 students with learning management using the Open Approach combined with the KWDL technique. The target group consisted of 17 Grade 5 students from a small school in the Northeastern region of Thailand, selected through purposive sampling. The research instruments included 1) Lesson plans 2) A problem-solving ability test in mathematics 3) An academic achievement test 4) A satisfaction questionnaire 5) An interview form 6) A behavioral observation form The statistics used for data analysis were percentage, mean, and standard deviation.

The research findings were as follows

1. In terms of problem-solving ability in mathematics, 15 students achieved an average score of 82.75% of the total score, accounting for 88.24% of the target group—exceeding the set criterion.

2. Regarding academic achievement, 15 students achieved an average score of 83.53% of the total score, also accounting for 88.24% of the target group—again exceeding the set criterion.

3. Student satisfaction with the learning management using the Open Approach combined with the KWDL technique, on the topic of volume and capacity of rectangular prisms, had an average score of 3.89 with a standard deviation of 0.91, which is considered a high level of satisfaction.

Keywords: Mathematic Problem-Solving, Open Approach, KWDL Technique

.....

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือการเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยีการสื่อสาร ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) การจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาจำเป็นต้องเปลี่ยนไปจากเดิม ครูต้องเปลี่ยนบทบาทจากครูผู้สอนมาเป็นโค้ช (coach) หรือครูผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน (learning facilitator) ห้องเรียนต้องเปลี่ยนจากห้องสอน (classroom) มาเป็นห้องทำงาน (studio) ใช้การเรียนรู้เป็นกลุ่ม และทำงานร่วมกัน เปลี่ยนจากการเรียนแบบแข่งขันมาเป็นเน้นความร่วมมือช่วยเหลือแบ่งปันกัน ครูคือผู้ทำหน้าที่สร้างแรงบันดาลใจ สร้างความท้าทาย ความสนุกในการเรียนให้แก่ศิษย์ โดยเน้นออกแบบโครงการ ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันลงมือทำ เพื่อเรียนรู้จากการลงมือทำเพื่อให้ได้ฝึกฝนทักษะเพื่อการดำรงชีวิต (ขวลิต ชูกำแพง, 2565) แต่การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งเห็นได้จากผู้เรียนยังมองว่าการเรียนคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ยาก และผู้เรียนระดับประถมศึกษามองคณิตศาสตร์ในรูปแบบนามธรรมไม่ได้ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่ตั้งใจเรียน ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องใช้ทักษะและประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ดังจะเห็นได้จากการศึกษาของ Phonapichat et al (2014) ที่ได้ศึกษาปัญหาของทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาในประเทศไทย พบว่า นักเรียนประสบปัญหาในการอ่านและตีความโจทย์คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะโจทย์ที่มีข้อความยาว รวมถึงไม่สามารถระบุข้อมูลสำคัญหรือแปลความหมายเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ เมื่อติดขัดมักเดาคำตอบแทนการใช้กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ นักเรียนขาดความอดทนในการอ่านและทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาอีกด้วย

เนื่องจากทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นทักษะการคิดที่มีความสำคัญและจำเป็นในการจัดการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ปัญหาต่าง ๆ เหตุการณ์ความยุ่งยากต่าง ๆ ไม่อาจได้รับการแก้ไขให้บรรลุเป้าหมายและประสบความสำเร็จได้ถ้าเพียงแต่มีความรู้และความจำ ดำรงชีวิตของมนุษย์ยังต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย ความสามารถในการแก้ปัญหาล้วนมีคุณภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นควบคู่กับการศึกษาเรียนรู้ ที่ผู้เรียนทุกคนในยุคปัจจุบันจึงต้องเตรียมพร้อม (วัชรวิภา เล่าเรียนดี และคณะ, 2560) นอกจากนั้นในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมยังไม่ประสบความสำเร็จอย่างที่ต้องการ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ จะเห็นได้จากคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติดิจิทัล (o-net) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนดอนแคนโนนเปลือยวิทยา ในรายวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 27.79 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน เมื่อดูมาตรฐานการเรียนรู้จากผลการทดสอบ พบว่ามาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่ามาตรฐานการเรียนรู้ได้แก่ มาตรฐาน ค 2.1 และมาตรฐาน ค 3.1 และร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกรายข้อ พบว่าข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดในระดับโรงเรียนไปจนถึงระดับประเทศ คือตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2567) อีกทั้งผู้วิจัยได้สังเกตและประเมินจากคะแนนปลายภาคของนักเรียนในบริบทโรงเรียน พบว่า ในรายวิชาคณิตศาสตร์นักเรียนยังมีปัญหาเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ที่ผ่านมาพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจว่าโจทย์ปัญหาต้องการอะไร และข้อมูลที่ให้มามีอะไรบ้างที่สามารถนำไปหาคำตอบได้ และจะสามารถหาคำตอบได้อย่างไร มีปัญหาในขั้นตอนการคำนวณเมื่อต้องคำนวณโจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอนเนื่องจากมีพื้นฐานในการคำนวณที่ไม่ดี และไม่เข้าใจว่าในแต่ละขั้นตอนต้องคำนวณอะไรก่อนถึงจะได้คำตอบที่ถูกต้อง มีปัญหาในการคิดแก้โจทย์ปัญหาเมื่อพบโจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากเดิมและไม่สามารถแก้ปัญหาคำตอบได้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลการสอบระดับประเทศของโรงเรียนต่ำ

จากปัญหาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้ดีขึ้นโดยการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยการเปลี่ยนบทบาทของครูผู้สอนจากผู้บรรยายเป็นผู้ให้คำปรึกษาแทน เพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดโดยตรงทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและพัฒนาการคิดได้โดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับกรมวิชาการ ที่กล่าวไว้ว่าคณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้สามารถคิดได้อย่างมีระบบ มีเหตุผล สามารถแก้ปัญหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สุมาลี ยิ่งยง และ นภาพร ธัญญา, 2565)

จากการศึกษารูปแบบการสอนต่าง ๆ พบว่า วิธีการแบบเปิดเป็นขั้นตอนที่เน้น “การเรียนรู้” ที่เริ่มจากสิ่งที่มีความหมายในโลกแห่งความจริงของนักเรียนเพื่อเคลื่อนย้ายเข้าสู่โลกคณิตศาสตร์ ด้วยการแก้ปัญหาและการคิดของนักเรียนเอง ทั้งนี้กระบวนการเรียนรู้จะเริ่มจากโลกแห่งความเป็นจริงของนักเรียน จะถูกแปลงเป็นสถานการณ์ปัญหา ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด (open approach) ผู้เรียนจะผ่านการแก้ปัญหาคำตอบโดยการคิดเป็นกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว

จะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถและทักษะในการเรียนรู้ตลอดชีวิต (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2561) และยังส่งเสริมให้มีการพัฒนาด้านการให้เหตุผล และการแก้ปัญหาของนักเรียนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย และอีกเทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจคือ เทคนิคเค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีประโยชน์มากในการพัฒนาผู้เรียนทางสติปัญญา ทักษะทางสังคม ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์ แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา และยังช่วยให้ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาหลากหลายทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน มาเรียนรู้ร่วมกัน ได้ฝึกการคิดอย่างมีระบบ และมีขั้นตอนการคิดที่เป็นกระบวนการชัดเจน (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2561) เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) เป็นเทคนิคที่พัฒนามาจากเทคนิค เค ดับเบิลยู แอล (KWL) ของ Ogle (1986) ที่อาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐาน ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการอ่านก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการอ่านให้มีคุณภาพมากขึ้น และช่วยชี้นำแนวคิดในการอ่านและหาคำตอบของคำถามที่สำคัญ นอกจากนั้นยังนำมาใช้ในการเรียนรู้ ฝึกให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างหลากหลาย จะทำให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิมได้ ดังนั้นการนำกระบวนการของเทคนิค KWDL ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ถือได้ว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมอีกวิธีหนึ่ง (วัชรานเล่าเรียนดี, 2554) ดังจะเห็นได้จากการศึกษาของ วรณวนนิจจิตรธรรมมา และพงษ์ศักดิ์ ศรีจันทร์ (2566) วิธีการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ช่วยให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มศักยภาพ สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ มีขั้นตอนการสอนที่ชัดเจน และนักเรียนได้มีส่วนร่วมในทุกขั้นของการสอน ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คิดวิเคราะห์ ตัดสินใจในปัญหา และเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม โดยมีเทคนิค KWDL ที่ช่วยให้ผู้เรียนฝึกวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนชัดเจน ทำให้เห็นกระบวนการที่ได้มาซึ่งคำตอบ พร้อมบอกเหตุผลของคำตอบได้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

ร่วมกับเทคนิค KWDL มาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มขึ้นไป
2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 75 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มขึ้นไป
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 17 คน โรงเรียนดอนแคนโนนเปลือยวิทยา ตำบลช่องชัยพัฒนา อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โดยนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)
2. ตัวแปรในการวิจัย
 - 2.1 ตัวแปรต้น
 - 2.1.1 การเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL
 - 2.2 ตัวแปรตาม
 - 2.2.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2.3 ความพึงพอใจ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ระเบียบวิธีวิจัย
การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) แนวคิดของ เคมมิส (Kemmis, 1988) โดยนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีวงจรในการปฏิบัติดังนี้ ขั้นวางแผน (planning) ขั้นการปฏิบัติ (action) ขั้นการสังเกต (observation) และ ขั้นการสะท้อนผล (reflection)
 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำ
 - 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้แบ่งวงจรปฏิบัติการออกเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ โดยแบ่งตามเนื้อหาของสาระการเรียนรู้ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังนี้
 - 1.1.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดจำนวน 4 แผน ใช้เวลา 4 ชั่วโมง เรื่องโจทย์การหาปริมาตรของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก
 - 1.1.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 4 ชั่วโมง เรื่องโจทย์การหาความจุและปริมาตรของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก
 - 1.1.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 4 ชั่วโมง เรื่องโจทย์การหาความจุและปริมาตรของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- จากแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 12 แผน มีผลการประเมินความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.8 – 4.9 ถือว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนและวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (posing open-ended problem) ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น K (what we know) สิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับผู้เรียน โดยการนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาจากเรื่องราว หรือ สิ่งที่ผู้เรียนให้ความสนใจ ให้ผู้เรียนได้สัมผัสปัญหา จากสถานการณ์นั้นจริง ๆ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น กลุ่มละความสามารถ ที่มีเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (student' self-learning) ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น W (what we want to know) โจทย์ให้หาอะไรจะมีวิธีการ อย่างไรใช้วิธีอะไรได้บ้าง และขั้น D (what we do to find out) ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้นักเรียน ช่วยกันระดมความคิดและเขียนแสดงแนวคิดลงในตาราง KWDL โดยใช้กระบวนการกลุ่มให้นักเรียนช่วยเหลือ ซึ่งกันและกันและแบ่งหน้าที่กันในการลงมือแก้ปัญหา ช่วยกันหาสิ่งที่รู้เกี่ยวกับโจทย์ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ วิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และ ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ ทั้งชั้นเรียน (whole class discussion and comparison) ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น L (what we learned) สรุปสิ่งที่ ได้เรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนได้ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิด ที่ได้จากขั้นที่ 2 หน้าชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้นได้มีโอกาสเรียนรู้แนวคิดของเพื่อน โดยให้ตัวแทน กลุ่มนำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิด ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (summarization through connecting students' ideas emerged in the classroom) เป็นขั้นที่ผู้สอนขยายและเชื่อมโยง แนวคิดที่ได้จากการที่นักเรียนได้นำเสนอในขั้นที่ 3 มาสรุป เป็นแนวคิดที่ได้จากการเรียนรู้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและ ประเมินผล

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยม มุมฉากจำนวน 3 ฉบับ แต่ละฉบับเป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ ซึ่งจะใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการ

แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากจบกิจกรรม การเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ ด้านความเที่ยงตรง โดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC: Index of item objective congruence) พบว่า ข้อสอบที่คิดไว้ทั้ง 3 ฉบับมีค่า IOC เฉลี่ยเท่ากับ 1.00 มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.22-0.55 มีค่าอำนาจจำแนก รายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.21-0.37 และความเชื่อมั่น (Cronbach) ทั้ง 3 ฉบับมีค่า 0.78, 0.92 และ 0.78 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นแบบ ทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ ผลการวิเคราะห์ คุณภาพเครื่องมือ ด้านความเที่ยงตรง โดยการวิเคราะห์ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่า ข้อสอบที่คิดไว้ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80–1.00 ค่าอำนาจจำแนก (B-index) ตั้งแต่ 0.21–0.88 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Lovett) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.91 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัด การเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็น แบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert rating scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ โดยมีผลการประเมิน IOC ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.80–1.00

2.4 แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง เพื่อให้ได้ข้อมูลสะท้อนผลการปฏิบัติ และนำข้อมูลที่ได้ ไปใช้ในการออกแบบและปรับปรุงกิจกรรมการเรียน การสอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยมีผลการประเมิน IOC ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.80–1.00

2.5 แบบประเมินพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ โดยทำการสังเกตระหว่างจัดกิจกรรม การเรียนรู้ แบบประเมินพฤติกรรมที่สร้างขึ้น เป็นแบบมีโครงสร้าง โดยมีผลการประเมิน IOC ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.80–1.00

3. การดำเนินการวิจัย

1. ชี้แจงข้อตกลงในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการ แบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยม มุมฉาก กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย สังเกตและประเมิน

พฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในระหว่างการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการเรียนรู้

3. หลังจากสิ้นสุดกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีผลคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลสะท้อนผลการปฏิบัติ และปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

4. หลังจากสิ้นสุดกิจกรรมทั้ง 3 วงจร ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ จากนั้นทำการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์คะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ วิเคราะห์ผลจากแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อนำไปอภิปรายผล และสรุปผลการวิจัยต่อไป

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มขึ้นไป

จากการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 3 ฉบับ เป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ ท้ายวงจรปฏิบัติการ แสดงดังรายละเอียดในตารางที่ 1

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

4.1.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย, ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มขึ้นไป

4.1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งวิเคราะห์โดยซึ่งวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย, ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำไปเทียบเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 75 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มขึ้นไป

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

นำข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ แบบประเมินพฤติกรรม และแบบสอบถามความพึงพอใจ มาวิเคราะห์ตีความและสรุปด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบอุปนัย (Inductive Reasoning) และนำเสนอเชิงพรรณนาวิเคราะห์

ตารางที่ 1 แสดงผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้ผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มขึ้นไป ในทำนองจริงปฏิบัติการที่ 1-3

ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละของคะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละของคะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละของคะแนนเต็ม
1. ความเข้าใจโจทย์ปัญหา (คะแนนเต็ม 6)	5.29	0.92	88.24	5.76	0.56	96.08	5.82	0.53	97.06
2. การเลือกวิธีแก้โจทย์ปัญหา (คะแนนเต็ม 9)	4.35	1.54	48.37	6.00	1.37	66.67	6.88	1.41	76.47
3. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (คะแนนเต็ม 9)	4.35	1.74	50.33	6.24	1.03	69.28	6.94	1.25	77.12
4. การสรุปคำตอบ (คะแนนเต็ม 6)	3.06	1.20	50.98	4.71	1.10	78.43	5.18	0.88	86.27
คะแนนเฉลี่ยภาพรวม(คะแนนเต็ม 30)		17.24			22.71			24.82	
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยภาพรวม		4.44			3.35			3.32	
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย		57.45			75.69			82.75	
จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป		6			12			15	
ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป		35.29			64.71			88.24	

จากตารางที่ 1 พบว่าหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวงจรมานั้น นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 82.75 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

จากคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจร และข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสัมภาษณ์และสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงได้สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการต่อไป ซึ่งแสดงไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3

วงจรปฏิบัติการ	ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ปัญหา
1	นักเรียนไม่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนในกลุ่ม และนักเรียนบางคนไม่ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน	ครูคอยกำชับเสมอว่าในกลุ่มทุกคนจะต้องมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และควรแบ่งหน้าที่ในกลุ่มให้ชัดเจน และครูให้ใบกิจกรรมกับนักเรียนทุกคนเพื่อให้ นักเรียนทุกคนรวมคิดร่วมทำและจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันและกันได้
	นักเรียนไม่วางแผนแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและไม่สามารถแสดงวิธีหาคำตอบได้	เพิ่มเทคนิคการสอน KWDL ที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้คิดอย่างเป็นระบบ เป็นไปตามขั้นตอนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการฝึกทักษะทางสังคมการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

วงจรปฏิบัติการ	ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ปัญหา
2	นักเรียนยังลังเลและสับสนกับการเลือกวิธีแก้ปัญหา	ให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และสังเกตกลุ่มคำที่มีความหมายเหมือนกันในสถานการณ์อื่น ๆ เช่นการยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเพิ่มเติม เพื่อเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การวางแผน และแก้ปัญหาได้ เมื่อได้คำตอบแล้วให้นักเรียนลองตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องไหม ถ้าคำตอบไม่ถูกต้องให้กลับมาดูที่การเลือกวิธีแก้ปัญหาอีกรอบ
	นักเรียนมีปัญหาในการคำนวณซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหา	ให้นักเรียนได้ทบทวนการคำนวณ และฝึกทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมสำหรับกลุ่มนักเรียนที่ยังมีปัญหา
3	นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาหรือเลือกวิธีแก้ปัญหาไม่ครบ ทำให้การดำเนินแก้ปัญหาเกิดความผิดพลาด	ให้นักเรียนคนที่ยังมีปัญหาดูกระดาษคำตอบของตนเอง เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงจุดที่ผิดพลาดของตน ชี้แนะในจุดที่นักเรียนยังสงสัย และครูให้กำลังใจกับนักเรียน ซึ่งเป็นการเสริมแรงทางบวก อีกทั้งคอยกำชับให้นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาให้ดี และครบถ้วน ให้นักเรียนได้ฝึกการวางแผนแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหาอื่น และเน้นย้ำกับนักเรียนเสมอว่าขั้นตอนการวางแผนนั้นสำคัญสำหรับการหาคำตอบมาก เพราะถ้าขาดไปเพียงขั้นตอนเดียวก็อาจทำให้คำตอบที่ได้นั้นผิดไปด้วย

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 75 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มขึ้นไป

ผู้วิจัยได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นแบบปรนัยจำนวน 1 ฉบับ 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

ตารางที่ 3 แสดงผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

จำนวนนักเรียน (คน)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	
				จำนวน (คน)	ร้อยละ
17	16.71	1.65	83.53	15	88.24

จากตารางที่ 3 แสดงผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.53 ของคะแนนเต็ม นักเรียนจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL

ผู้วิจัยได้วัดผลความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (likert rating scale) 1 ฉบับ จำนวน 20 ข้อ โดยแบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ

ตารางที่ 4 แสดงผลการศึกษาคำพึงพอใจของนักเรียน

รายการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
1. เนื้อหาวิชามีความน่าสนใจ และทำให้นักเรียนตั้งใจในการเรียนรู้แต่ละครั้ง	3.65	0.79	มาก
2. เนื้อหาวิชามีการลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยากและเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน	3.71	0.77	มาก
3. เนื้อหาวิชาเหมาะสมกับระยะเวลาในการเรียน	3.82	0.95	มาก
4. เนื้อหาวิชาสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้	3.76	0.90	มาก
5. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายขึ้น	3.59	1.06	มาก
6. นักเรียนพอใจต่อผลสำเร็จในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง	3.88	0.78	มาก
7. นักเรียนมีความสุขในการเรียนรายวิชานี้	3.71	1.16	มาก
8. นักเรียนรู้สึกมีความสุขและสนุกสนานที่ได้ทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกับเพื่อน	4.06	1.03	มาก
9. ครูผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง และเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	3.88	0.99	มาก
10. ครูผู้สอนชี้แจงรายละเอียดการสอน การวัดและประเมินผลอย่างชัดเจน	3.94	0.97	มาก
11. นักเรียนใช้สื่อการสอนต่างๆร่วมกัน	3.65	0.79	มาก
12. นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	3.41	1.00	มาก
13. นักเรียนได้ฝึกทักษะการทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม ได้ฝึกความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม ได้ฝึกฝนตนเองในด้านความกล้าแสดงออก กล้าคิด กล้าตัดสินใจ	3.76	0.90	มาก
14. การวัดและการประเมินผลมีการประเมินการเรียนรู้นักเรียน ทั้งรายบุคคล และกิจกรรมกลุ่ม	4.12	0.60	มาก
15. ครูผู้สอนแจ้งให้นักเรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่ม	4.12	0.99	มาก
16. ครูผู้สอนแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยละเอียดความสามารถและเพศ อย่างเหมาะสม	4.29	0.92	มาก
17. ครูผู้สอนให้คำปรึกษา แนะนำ ดูแลนักเรียนอย่างทั่วถึง	4.12	1.05	มาก
18. ครูผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	3.76	1.03	มาก
19. นักเรียนรู้สึกพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชานี้	4.18	0.95	มาก
20. นักเรียนรู้สึกพึงพอใจต่อวิธีการสอนและเทคนิคการสอนของครูผู้สอนในรายวิชานี้	4.47	0.62	มาก
เฉลี่ยรวมรายฉบับ	3.89	0.91	มาก

ผลการศึกษาคำพึงพอใจของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.91 โดยภาพรวม

พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้และความสามารถ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL จากผลการ ศึกษา และการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา สำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายควรส่งเสริมให้ผู้เรียนแก้ โจทย์ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการ วิเคราะห์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และคอยช่วยเหลือ นักเรียนโดยการชี้แนะให้เห็นถึงจุดที่บกพร่องของแต่ละคน

ในการแก้โจทย์ปัญหาที่สูงขึ้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นกิจกรรม ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา ปลายเปิด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนา ความรู้ความเข้าใจ และทักษะการคิด โดยให้เสนอแนวคิด หรือกระบวนการ แก่ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง เป็นการ ให้ผู้เรียนได้เรียนคณิตศาสตร์ตามศักยภาพของตนเอง ซึ่งมีทั้งใบกิจกรรมให้นักเรียนทำกันเป็นกลุ่มสามารถ

ปรึกษากันและช่วยกันแก้โจทย์ปัญหา โดยฝึกให้แก้ปัญหาคือ เป็นลำดับขั้นตอน และมีการสรุปความรู้ร่วมกัน เป็นการเน้นย้ำให้ผู้เรียนได้เข้าใจและยังได้ตรวจสอบความบกพร่องของกลุ่มตนเอง และกลุ่มอื่นๆซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) การให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง ในขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญห โดยมิจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการเรียนรู้ด้วยตัวเองเพียงคนเดียวมาเป็นการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น และการนำแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาอภิปรายทั้งชั้นเรียน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นๆ ในชั้นได้มีโอกาสเรียนรู้แนวคิดของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ และเทคนิค KWDL ช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้คิดอย่างเป็นระบบ เป็นไปตามขั้นตอนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการฝึกทักษะทางสังคมการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561) ที่กล่าวว่า การสอนแบบ KWDL นี้มีประโยชน์มากในการพัฒนาผู้เรียนทางสติปัญญา ทักษะทางสังคม ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา และยังช่วยให้ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาหลากหลายทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อนมาเรียนรู้ร่วมกันได้ ได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนการคิดที่เป็นกระบวนการชัดเจน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ที่ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยสนใจที่กระบวนการคิดของนักเรียน นักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดแก้สถานการณ์ปัญหาและสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่มมาช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ให้แก่เพื่อน เพื่อให้นักเรียนเกิดความท้าทายและอยากแก้สถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อลงกรณ์ ดำรงไทย (2563) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 28.41 คิดเป็นร้อยละ 71.03 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 30 คน

คิดเป็นร้อยละ 76.92 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจลักษณ์ ภูสามารถ และคณะ (2564) ที่พบว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดแก้สถานการณ์ปัญหา ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจ และทักษะการคิด และสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่ม ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้น นอกจากนี้การใช้การเรียนรู้เป็นกระบวนการกลุ่มและทำงานร่วมกัน ช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สิทธิพล อาจอินทร์ (2564) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยวิธีแบบเปิด (opened approach) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลความสามารถในการหาแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันและสามารถหาแนวทางดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระตามหลักสูตรและฝึกกระบวนการคิดควบคู่ไปด้วย และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิลดา ชูพันธ์ และ รักพร ดอกจันทร์ (2565) ที่พบว่าผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตร และความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก แสดงว่า กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ที่เสริมด้วยเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดแก้สถานการณ์ปัญหา และสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่ม มาช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ นอกจากนี้การใช้การเรียนรู้เป็นกระบวนการกลุ่มและทำงานร่วมกัน จะทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อกันเองและส่วนรวม ได้ฝึกฝนตนเองในด้านความกล้าแสดงออก กล้าคิด กล้าตัดสินใจ และการได้มีส่วนร่วมจะช่วยให้เด็กมีความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ บุญธรรมกิจปริดาภิสุทธิ (2549) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นสภาพความรู้สึกที่มี ความสุข สดชื่น เป็นภาวะทางอารมณ์เชิงบวกที่บุคคลแสดงออกเมื่อได้รับผลสำเร็จทั้งปริมาณ และ คุณภาพ ตามจุดมุ่งหมาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจลักษณ์ ภูสามารถ และคณะ (2564) ที่พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.21

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นวิธีการสอนที่แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ครูผู้สอนควรอธิบายขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และอธิบายกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาให้ชัดเจนก่อนทำกิจกรรม และควรคำนึงถึงนักเรียนแต่ละคน เนื่องจากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ไม่เท่ากัน ความสนใจที่มีต่อกิจกรรมไม่เท่ากัน ควรให้การเสริมแรงเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความสนใจให้การทำกิจกรรม และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อให้กิจกรรมเป็นไปตามวัตถุประสงค์

1.2 การจัดกิจกรรมกลุ่ม การวิจัยนี้มีการจัดกิจกรรมกลุ่มที่หลากหลาย ทั้งกลุ่มที่ละความสามารถ กลุ่มแบบสุ่ม และกลุ่มที่นักเรียนแบ่งกลุ่มเอง พบว่ากลุ่มแบบละความสามารถ และกลุ่มแบบสุ่มมักเจอปัญหาที่นักเรียนบางคน หรือนักเรียนบางกลุ่ม ไม่อยากให้เพื่อนอยู่กลุ่มด้วย จนทำให้เกิดปัญหาตั้งแต่ต้นคาบจนทำให้เวลาในการทำกิจกรรมกลุ่มล่าช้าไปด้วย ส่วนกลุ่มที่นักเรียนแบ่งกลุ่มเองจะไม่พบปัญหาดังกล่าวแต่จะพบปัญหาเรื่องความสามารถของนักเรียนแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ทำให้กลุ่มที่เก่งทำกิจกรรมได้รวดเร็ว และกลุ่มที่อ่อนมักจะทำกิจกรรมได้ช้ากว่า ดังนั้นการจัดกิจกรรมกลุ่มแต่ละแบบจึงมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป ครูผู้สอนจึงต้องเลือกใช้กิจกรรมกลุ่มที่เหมาะสมกับสถานการณ์

1.3 การช่วยเหลือนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ผู้วิจัยทำโดยการเข้าไปพูดคุยเพื่อให้ทราบถึงปัญหาของนักเรียน และช่วยชี้แนะถึงข้อผิดพลาด และจุดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนที่มีปัญหานั้นๆ เช่น นักเรียนที่มีปัญหาในการคูณทศนิยม ผู้วิจัยจะให้นักเรียนมาเรียนเพิ่มเติมในท้ายคาบเรียนและให้นักเรียนได้ฝึกการคูณทศนิยม เพื่อให้นักเรียนได้คุ้นชินและทราบถึงหลักการและวิธีการคูณที่ถูกต้อง

1.4 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรเน้นกระบวนการวางแผนแก้ปัญหาและการดำเนินการแก้ปัญหา ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของกระบวนการวางแผนแก้ปัญหา เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการแก้ปัญหา นักเรียนมักจะวางแผนแก้ปัญหาไม่ครบถ้วน ทำให้การดำเนินการแก้ปัญหาผิดพลาด และขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหานั้นนักเรียนมักจะคำนวณผิดพลาด แสดงวิธีแก้ปัญหาไม่เป็นขั้นตอน จึงทำให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ในเนื้อหาอื่นๆ เช่น โจทย์ปัญหาร้อยละ โจทย์ปัญหาเศษส่วน โจทย์ปัญหาทศนิยม เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการเปิด ร่วมกับเทคนิคอื่นๆ เช่น Think-Pair-Share, Pairs Check, Team-pair-solo, Numbered head together เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ขวลิต ชูกำแพง. (2565). *ชุมชนแห่งการเรียนรู้สู่การวิจัยในชั้นเรียน*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2561). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. พี บาลานซ์ดีไซด์แอนปรินต์.
- นิลดา ชูพันธ์ และรักพร ดอกจันทร์. (2565). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ ศรีนครินทรวิโรฒ*, 23(2), 40-56. <https://ejournals.swu.ac.th/index.php/jedu/article/view/14450>
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2549). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*. จามจุรีโปรดักท์.
- เบญจลักษณ์ ภูสามารถ, ณัฐชัย จันทชุม และธัญญลักษณ์ เขจรศักดิ์. (2564). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด*, 15(2), 146-153. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/reru/article/view/241022>
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนญี่ปุ่น. *KKU Journal of Mathematics Education*, 1(1), 1-9.
- _____. (2561). การศึกษาชั้นเรียนด้วยวิธีการแบบเปิด: PLC ภาคปฏิบัติจริงในโรงเรียน (Open approach esson study: An authentic PLC practice in school). *เอกสารประกอบการอบรมเรื่องกิจกรรมเปิดชั้นเรียนระดับชาติ ครั้งที่ 12*, ขอนแก่น.
- วรรณวนิช จิตธรรมมา และพงษ์ศักดิ์ ศรีจันทร์. (2566). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (OPEN APPROACH) เสริมด้วยเทคนิค KWDL ตามกรอบสถานการณ์ปัญหาของ PISA ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารการบริหารการศึกษา มจร.วิทยาเขตร้อยเอ็ด*, 3(2), 152-165. <http://ojs.mbu.ac.th/index.php/RJGE/article/view/2186>
- วัชร เล่าเรียนดี. (2554). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิด*. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชร เล่าเรียนดี ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์. (2560). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาการคิดและยกระดับคุณภาพการศึกษา สำหรับศตวรรษที่ 21*. บริษัท เพชรเกษมพรินต์ติ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2567). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2566*.
- สิทธิพล อาจอินทร์. (2564). *ศาสตร์และศิลป์การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมาลี ยิ่งยอม และนภภรณ์ ธัญญา. (2565). การพัฒนารูปแบบการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสาร มจร พุทธปัญญาปริทรรศน์*, 7(3), 296-305. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jmbr/article/iew/259485>

- อลงกรณ์ ดำรงไทย. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับเทคนิค
KWDL. [วิทยานิพนธ์ปริญามหาบัณฑิต, ไม่ได้ตีพิมพ์] มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Kemmis, S. (1988). *Action research*. in keeves, J. P. (ed.), *Educational research, methodology, and
measurement: An international handbook*. Pergamon Press.
- Ogle, D. M. (1986). K-W-L: A teaching model that develops active reading of expository text. *Reading
Teacher*, 39(6), 564–570. <https://doi.org/10.1598/RT.39.6.11>
- Phonapichat, P., Wongwanich, S. and Sujiva, S. (2014). An analysis of elementary school students'
difficulties in mathematical problem solving. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*.
116(2014), 3169–3174.
-