

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคนโดยใช้แนวคิด
ของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT ON SOLVING ADDITION, SUBTRACTION,
MULTIPLICATION, AND DIVISION WORD PROBLEMS USING POLYA'S PROBLEM-SOLVING
APPROACH COMBINED WITH THE BAR MODEL TECHNIQUE OF GRADE 3 STUDENTS

นิพาภรณ์ ขาวนวล^{1*} และ วรณัฐ แหยมแสง²

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ประเทศไทย

²คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ประเทศไทย

*ผู้รับผิดชอบบทความ

Nipaporn Khaonual^{1*} and Woranuch Yamsang²

¹Mathematics Education, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Thailand

²Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Thailand

Corresponding author: khaonual26tay@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มี 80/80 2) เพื่อ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 3) เพื่อศึกษา ต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ ของนักเรียน ประชากรกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ของนักเรียนโรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) 83.07/81.07 ซึ่งเป็นไปได้ไว้ คือ 80/80 2) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .053) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียบ) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ อยู่ระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์; แนวคิดโพลยา; เทคนิค การวาดรูปบาร์โมเดล; โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน

Abstract

The objectives of this research were to (1) evaluate the efficiency of an instructional approach combining Polya's problem-solving model and the bar model technique for solving mixed-operation word problems among Grade 3 students against the 80/80 efficiency criterion; (2) compare students' learning achievement and problem-solving ability in mixed-operation (addition, subtraction, multiplication, and division) word problems before and after the instruction; and (3) investigate students' satisfaction with this integrated instructional approach. The sample comprised 30 third-grade students from Satit Provincial Administrative Organization School 2 (Ban Samnak Mai Riap) during the first semester of the 2025 academic year. The research instruments included (1) Lesson plans designed based on Polya's problem-solving approach integrated with the bar model technique for mixed-operation word problems; (2) a multiple-choice achievement test on mixed-operation word problems; and (3) a student satisfaction questionnaire. The findings revealed that (1) the instructional approach achieved an efficiency index of 83.07/81.07, meeting the predetermined criterion; (2) students' learning achievement in solving mixed-operation word problems on the post-test was significantly higher than their pre-test scores ($p < .05$); and (3) students' overall satisfaction with the instruction was at the highest level.

Keywords: Mathematics Instruction; Polya's Problem-Solving Approach; Bar Model Technique; Mixed Addition, Subtraction, Multiplication, and Division Word Problems

1. บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์คิดสังเคราะห์อย่างมีเหตุผล การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้จากสิ่งที่มีอยู่กับการสถานการณ์ต่าง ๆ และการใช้เทคโนโลยีในปัจจุบันอย่างเหมาะสม เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องอีกทั้งคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษา

ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ที่เป็นรากฐานสำหรับการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, หน้า 161) เพราะฉะนั้นการศึกษาจึงมีความสำคัญที่จะต้องพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ให้เกิดความทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถึงแม้ว่าวิชาคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญ แต่ในสภาพปัจจุบันการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหาทางของนักเรียนยังไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากนักเรียนเกิดความสับสนในกระบวนการคิด ไม่ได้ ทำให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ อีกทั้งยังขาดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ รวมทั้งยังมีสภาพปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของผู้เรียนซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน (ประพันธ์ สุขุม, 2560; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) คือผู้สอนในโรงเรียนขาดทักษะกระบวนการสอนการสอน และเทคนิคการสอนที่ไม่เอื้ออำนวยให้เกิดความคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ ตามกระบวนการทาง ขาดการฝึกทักษะให้กับผู้เรียนเกิดความชำนาญ รวมไปถึงการสร้างสื่อการเรียนรู้ที่เอื้อต่อ ทำให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน โดยเฉพาะซึ่งเป็นข้อความและตัวเลขที่มีความเป็นนามธรรม และการแก้โจทย์ปัญหาก็เป็นทักษะระดับสูงที่เน้นกระบวนการในการหาคำตอบมากกว่าคำตอบสุดท้าย ผู้เรียนจำเป็นต้องมีทั้งความรู้ ความเข้าใจ ประกอบกัน (Polya, 1957; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) นักเรียนต้องวิเคราะห์ ให้ได้ว่าจำนวนต่างๆ ที่ปรากฏในโจทย์ปัญหานั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร แต่การจัดการเรียนรู้การแก้ในรูปแบบเดิมมักใช้วิธีการที่เป็นนามธรรม เริ่มด้วยการเขียนสิ่งที่กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จากนั้นจึงเลือกกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้หาคำตอบ ซึ่งรูปแบบดังกล่าวค่อนข้างยากต่อความเข้าใจของนักเรียนในระดับประถมศึกษา เนื่องจากขาดภาพแทนความคิดที่เป็นรูปธรรมและไม่ส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ (อัมพร วัชรางกูร, 2559; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) เพราะเป็นวิธีที่ใช้ภาษาเป็นข้อความ อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในที่มีลักษณะเป็นข้อความเช่นกัน ส่งผลให้ นักเรียนมองไม่เห็นภาพความสัมพันธ์ของข้อมูลใน จึงไม่สามารถเปลี่ยนจาก โจทย์ปัญหากาหนดให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ เนื่องจากเลือกตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ไขไม่ได้ ท้ายที่สุดจึงไม่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

การพัฒนาทักษะการวิเคราะห์และแก้ของนักเรียนโดยเฉพาะการแก้ปัญหา การบวก ลบ คูณ หารระคน ซึ่งต้องวางพื้นฐานมาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยจึงมีความสนใจฝึกทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอนของ (Polya's Four-Stage Method ,1957) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระกระบวนการหรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการตัดสินใจการเรียนการสอนเกี่ยวกับการแก้ เป็นการฝึกให้นักเรียนมีวิธีการที่ดี ในการแก้ปัญหา มากกว่าที่จะสอนให้นักเรียนรู้คำตอบของปัญหา โดยพยายามส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบรูปแบบหรือวิธีการแก้ปัญหามากมาย ด้วยตนเอง นั่นคือ เน้นทักษะกระบวนการคิดของนักเรียนนั่นเองกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีวิธีการที่หลากหลาย ประกอบด้วย เทคนิควิธีสอนแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา (Polya 's Four - Stage Method)

ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ (Understanding the problem) ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) ขั้นที่ 3 ปฏิบัติตามแผน (Carrying out the plan) ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ (Looking back) ร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล (Bar Model) เป็นวิธีการการทำโจทย์ปัญหาโดยอาศัยการวาดรูปบาร์โมเดล ซึ่งเป็นการใช้รูปภาพแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นสัญลักษณ์แทนข้อมูลจากการแปลงจากโจทย์ปัญหานั้นเอง ลักษณะสำคัญของบาร์โมเดล คือการวาดโดยวิเคราะห์หรือตีความจากโจทย์ปัญหา นำมาเชื่อมโยงกับความคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ วิธีการแก้ปัญหาโจทย์แบบมีประสิทธิภาพ มีขั้นตอน รวมถึงการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาออกมาเป็นภาพเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาให้ง่ายขึ้น ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ข้อความจากโจทย์ปัญหานั้นมาเชื่อมโยงกับความคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้ว วาดออกมาเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแทนข้อมูลต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อที่นักเรียนจะสามารถมองความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

2. ทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยได้รวบรวมและศึกษาหาข้อมูลจากแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร ตำรา รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการวิจัย ดังนี้ 1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยา การเรียนการสอนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการฝึกให้นักเรียนมีวิธีการที่ดีในการแก้ปัญหามากกว่าที่จะสอนให้รู้คำตอบของปัญหา โดยพยายามส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบรูปแบบหรือวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเองดังนั้นการเรียนการสอนเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงเน้นทักษะกระบวนการคิดของนักเรียน โดยจัดกระบวนการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (พรรษา เชื้อวีระชน, 2553 : 14; อ้างอิงจาก Polya, 1957 : 16-17) ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) นั่นคือ เข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้อะไรคือข้อมูล โจทย์กำหนดอะไรมาให้และเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่สามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ถ้ายังไม่ชัดเจนในโจทย์อาจใช้การวาดรูปและแยกแยะสถานการณ์หรือเงื่อนไขในโจทย์ออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจปัญหามากขึ้น ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลสิ่งที่โจทย์ถามกับข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ถ้าหากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ก็ควรอาศัยหลักการของการวางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying Out the Plan) เป็นขั้นของการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาด้วยการรู้จักเลือกวิธีการคิดคำนวณ สมบัติกฎ หรือสูตรที่เหมาะสมมาใช้เมื่อนักเรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจโจทย์และวางแผนการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือการลงมือปฏิบัติตามแผนโดยการคำนวณหาคำตอบและแสดงวิธีทำ ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผล (Looking Back) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้าย ครูผู้สอนส่วนใหญ่มักมองข้ามความสำคัญของขั้นนี้เนื่องจากปัจจุบันมักจะให้ความสำคัญของคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าจะคำนึงถึงกระบวนการในการคิดหาวิธีที่ถูกต้อง จึงมีแนวโน้มว่าครูจะหยุดทำการสอนทันทีเมื่อได้ผลลัพธ์แล้ว โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบและพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่นหรือมีวิธีการคิดเป็นอย่างอื่นได้อีกหรือไม่โดยครูอาจจะหาคำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนมองย้อนกลับ หรือตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ได้ 2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล กรองทอง ไครีร์ และฉวีวรรณ แก้วไทรยะ (2554 : 2) กล่าวว่า การทำโจทย์ปัญหา โดยการวาดรูปบาร์โมเดลเป็น

ยุทธวิธีในการทำโจทย์ปัญหาอย่างหนึ่งที่ทำให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ ข้อความจากโจทย์ปัญหามานำมาเชื่อมโยงกับความคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้ววาด ออกมาเป็นรูปบาร์โมเดล ในระยะเริ่มต้นนักเรียนอาจไม่คุ้นเคยกับวิธีนี้อาจจะเสียเวลาไปบ้าง แต่หลังจากนั้นนักเรียนจะเข้าใจ และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง 3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มุ่งพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของ โพลยา (Polya, 1957) ซึ่งเป็นนักคณิตศาสตร์ชาวฮังการี-อเมริกัน ที่ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหามาไว้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจกับปัญหา (Understanding the Problem) การวางแผนการแก้ปัญห (Devising a Plan) การลงมือแก้ปัญห (Carrying Out the Plan) และการตรวจสอบคำตอบ (Looking Back) ชานนท์ ปิติสโรจน์ (2559) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกและการลบโดยใช้กระบวนการการแก้ปัญหของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยรวมมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ 77.02/77.05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 15.41 คิดเป็นร้อยละ 77.05 มีคะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 24.32 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกและการลบโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาโพลยา พบว่า โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก อนสุรา กิจพงศ์พาณิชย์ (2565, หน้า 17-18) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การจัดการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก - ลบจำนวนนับ โดยใช้กลวิธี STAR ผสานเทคนิคบาร์โมเดลและการสอนแบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา การบวก - ลบ จำนวนนับ โดยใช้กลวิธีดังกล่าวหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีดังกล่าว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 วิไลวรรณ มาวัว (2567, หน้า 85-86) ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบบาร์โมเดลร่วมกับกลวิธี STAR พบว่า 1) แผนพัฒนากระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพ 82.42/82.50 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) คะแนนทดสอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.08 นกสร ยั่งยืน (2563) ได้ทำการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโพลยาร่วมกับ เทคนิคบาร์โมเดลเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 11 คน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดลเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง การ บวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 72.81/75.26 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดลเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เกิดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ

ละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดลเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ โจทย์ปัญหาเรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมาก ที่สุด Osman et al. (2018) ได้ทำการศึกษาและพบว่า กระบวนการแก้ปัญหของ Polya จะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อนักเรียนมี "เครื่องมือในการสร้างมโนภาพ" (Visualization Tool) โดย Bar Model ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมระหว่างขั้นตอนที่ 1 (Understanding) และขั้นตอนที่ 2 (Devising a Plan) บาร์โมเดลช่วยให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นนามธรรมในโจทย์ภาษา ให้กลายเป็นรูปธรรมที่จับต้องได้ ซึ่งช่วยลดภาระทางสมองทำให้นักเรียนวางแผนแก้โจทย์ได้แม่นยำขึ้น Fan และ Zhu (2007) ได้ทำการศึกษาวิจัยเชิงเปรียบเทียบแบบเรียนคณิตศาสตร์และพบว่า แนวทางการสอนของสิงคโปร์ที่เน้นการใช้รูปภาพสัญลักษณ์ (Representation) โดยเฉพาะเทคนิคบาร์โมเดล (Bar Model) ช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โครงสร้างของโจทย์ปัญหาได้ชัดเจนกว่าการสอนที่เน้นเฉพาะการใช้ตัวเลขเพียงอย่างเดียว ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน"

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนอยู่ใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด2 (บ้านสำนักไม้เรียบ) จำนวน 30 คน

3.2 แบบแผนการวิจัย คือ แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวและมีการวัดก่อนการทดลอง 1 ครั้งและหลังการทดลอง 1 ครั้ง One Group Pretest – Posttest Design

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด2 (บ้านสำนักไม้เรียบ) ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เรื่อง การแก้โจทย์การบวก ลบ คูณ หารระคน จำนวน 5 แผน ใช้เวลา 10 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) สาระการเรียนรู้ โครงสร้างหลักสูตร โครงสร้างรายวิชาและรายละเอียดเนื้อหา เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

2. ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบไปด้วยมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

3. ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล

4. ศึกษาเนื้อหาวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมในด้านความรู้ (K) ด้านทักษะกระบวนการ (P) และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

5. ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 5 แผน

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมและแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

8. ปรับปรุงแก้ไขตามให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านเสนอแนะ จากนั้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษารวบรวมความถูกต้อง

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี วิธีสร้าง เทคนิคการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ ศึกษาแบบเรียน ศึกษาคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด2 (บ้านสำนักไม้เรียว) และศึกษาเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบโดยพิจารณาจากสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ (ใช้จริง 25 ข้อ) ให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยกำหนดเกณฑ์คะแนนคือนักเรียนตอบถูกต้องได้ 1 คะแนนและนักเรียนตอบผิดได้ 0 คะแนน

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสม ของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับแก้ไข

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร และการสอน ด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และการวิจัยและสถิติทางการศึกษาจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective Congruence: IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีเกณฑ์ให้คะแนนตามเกณฑ์

6. นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาคัดเลือกข้อสอบ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไปถือว่าใช้ได้ (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2547, หน้า 423) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

ของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ

7. จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนในสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีสภาพใกล้เคียงกับประชากรกลุ่มเป้าหมายและได้เรียนเนื้อหา เรื่อง การแก้ไขภัยปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน มาแล้ว จำนวนนักเรียน 50 คน เป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 30 ข้อ

8. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 - 1.00 จำนวน 25 ข้อ การวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (Reliability) ให้ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) เพื่อให้แบบทดสอบนี้ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ไขภัยปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน

9. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับประชากรกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) จำนวน 30 คน

3.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ไขภัยปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล จำนวน 15 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาหลักการแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจและวิธีการสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลประเภทแบบสอบถามความพึงพอใจจากเอกสารหนังสือตำราที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ไขภัยปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล จำนวน 15 ข้อ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจตามแนวคิดของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

3. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมของข้อคำถามและพฤติกรรมชี้วัดความพึงพอใจของแบบสอบถามความพึงพอใจและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

4. นำแบบสอบถามความพึงพอใจให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความถูกต้องความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมชี้วัดความพึงพอใจของแบบสอบถามความพึงพอใจแล้วนำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ

5. ปรับปรุงแบบสอบถามความพึงพอใจตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6. จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจแบบสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงกับประชากรกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) จำนวน 30 คน

3.3 ขั้นตอนดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นประชากรกลุ่มเป้าหมาย ทราบถึงการจัดการเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน

3.3.2 ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนที่เป็นประชากรกลุ่มเป้าหมาย ก่อนที่นักเรียนจะได้รับด้วยการจัดการเรียนรู้ใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านการวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์แล้วใช้เวลา 1 คาบ คาบละ 60 นาที จากนั้นผู้วิจัยทำการตรวจและบันทึกคะแนนของประชากรกลุ่มเป้าหมาย ให้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (pre-test)

3.3.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนประชากรกลุ่มเป้าหมาย ตามแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ได้นำการจัดการเรียนรู้ใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล มาใช้ ซึ่งใช้เวลาทั้งหมด 10 คาบ คาบละ 60 นาที ในขณะที่สอนผู้วิจัยได้ทำการบันทึกคะแนนของประชากรกลุ่มเป้าหมายที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเพื่อใช้เป็นคะแนนระหว่างเรียน

3.3.4 โดยเมื่อเสร็จสิ้นการสอนประชากรกลุ่มเป้าหมาย ครบทั้ง 10 คาบ ผู้วิจัยให้นักเรียนประชากรกลุ่มเป้าหมาย ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคนซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียนใช้เวลาสอบ 60 นาที โดยที่ผู้วิจัยเป็นผู้คุมสอบด้วยตนเอง จากนั้นผู้วิจัยทำการตรวจและบันทึกคะแนนของประชากรกลุ่มเป้าหมายให้เป็นคะแนนทดสอบหลังเรียน (post-test)

3.3.5 ผู้วิจัยให้นักเรียนประชากรกลุ่มเป้าหมาย ทำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ด้วยการจัดการเรียนรู้ใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เป็นเวลา 10 นาที

3.3.6 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์

4. ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยคำนวณหาค่า E_1 จากพฤติกรรมระหว่างเรียน แบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบย่อย และคำนวณหาค่า E_2 จากคะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ผลดังตาราง 1

ตาราง 1

ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

คะแนน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	50	41.53	3.76	83.07
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	25	20.27	2.13	81.07
$E_1/E_2 = 83.07/81.07$				

จากตาราง 1 ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากระหว่างเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.53 จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.07 และคะแนนเฉลี่ยจากคะแนนแบบทดสอบหลังการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.27 จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.07 ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.07/81.07

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา การบวก ลบ คูณ หารระคน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยได้นำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test Independent Samples ปรากฏผล

ตาราง 2

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	30	16.03	2.442	10.654	.000
หลังเรียน	30	20.27	2.132		

***มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ผู้วิจัยได้นำคะแนนแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ในระดับมาก ($X = 4.59, S.D. = 0.55$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในความรู้สึกรักของนักเรียนกับการกระตุ้นด้วยคำถามของครูและครูอธิบายเนื้อหาและวิธีการแก้โจทย์ได้เข้าใจง่าย มากที่สุด ($\bar{X} = 4.80, S.D.=0.41$)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ซึ่งมีสมมติฐานการวิจัยว่า ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.07/81.07 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 โดยผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา พัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ฝึกให้คิดเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนที่ทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหา ขั้นตอนที่ 2 เป็นการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้เทคนิคบาร์การวาดรูปบาร์โมเดลในขั้นตอนนี้โดยมีวิธีการคือ 1. การวาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แทนจำนวนที่เราต้องการ 2. เขียนอธิบายแทนจำนวนและสิ่งที่เกี่ยวข้องไว้ด้านบน ด้านล่างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่กำหนดไว้ตามความเหมาะสม 3. วาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแทนรูปบาร์โมเดลแสดงความสัมพันธ์ ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนที่ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยมีทั้งหมด 5 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 ชั่วโมง และผลของการตรวจสอบคุณภาพด้านความเหมาะสมของการ

จัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ระคน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างตามขั้นตอนและกระบวนการตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาตามหลักสูตร ตัวชี้วัด เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เอกสารที่เกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วดำเนินการสร้างอย่างมีระบบและวิธีการที่เหมาะสม โดยผ่านการตรวจ แก้ไข รวมถึงได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านหลักสูตรและการสอน การวัดและประเมินผล

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบ คูณ หารระคน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ซึ่งมีสมมติฐานการวิจัยว่า เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบ คูณ หารระคน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบ คูณ หารระคน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียน เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ซึ่งอาจจะเกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดลในแต่ละขั้นตอนได้ส่งเสริมทักษะกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และได้ฝึกทักษะในการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และสอดคล้องกับแนวคิดของ ฉัตรกาญจน์ ธาณีพูน (2562) ที่กล่าวว่า การสอนแก้โจทย์ปัญหาที่ได้ผลดีนั้นจะต้องมีขั้นตอนการอ่านเพื่อวิเคราะห์โจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องอ่านและตอบคำถามให้ได้ว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และต้องการหาอะไรก่อน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันกับขั้นตอนการแก้ปัญหา ขั้นสรุปและตรวจคำตอบ แล้วให้นักเรียนออกมานำเสนอเป็นขั้นตอนพร้อมกับการวาดรูปบาร์โมเดลในขั้นตอนการแก้ปัญหาเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจ ต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยใช้แนวคิดของโพลยาร่วมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีสมมติฐานการวิจัยว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก

ลบ คุณหาระคน อยู่ระดับมากขึ้นไป โดยผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล อยู่ระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดลในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคนเป็นการสร้างแนวคิดให้กับนักเรียนรู้จักการวางแผนเป็นขั้นตอน สามารถมองเห็นภาพและสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการคำนวณจนสามารถนำไปสู่การเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ง่ายยิ่งขึ้นรวมถึงสามารถดึงดูดความสนใจช่วยให้มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความสุข มีความความประทับใจในผลงานรวมไปถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ อนุชิต อนุรักษ์ (2565) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจเกี่ยวกับเกี่ยวกับการฝึกทักษะและกระบวนการสอน เรื่องการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิคของโพลยาพร้อมกับการวาดรูปบาร์โมเดลระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน

6. ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัย เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตองค์การบริหารส่วนจังหวัด 2 (บ้านสำนักไม้เรียว) จังหวัดนครศรีธรรมราช มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดลสามารถช่วยนักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นและ ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนแต่ละขั้นตอนและวางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้เป็นอย่างดี โดยคำนึงถึงความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล ในแต่ละ ขั้นตอนครูผู้สอนควรกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนจะได้รับและลงมือปฏิบัติ บางเนื้อหาที่มีความยากและซับซ้อน ครูผู้สอนควรเพิ่มเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากผู้เรียนต้องใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้า และลงมือปฏิบัติ เพื่อหาข้อสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้จากวิธีการหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ได้รับ

3. ในการเรียนคณิตศาสตร์นักเรียนแต่ละคนมีปัญหาเล็กน้อยต่างกัน ดังนั้นครูผู้สอนควรดูแลอย่างใกล้ชิด และควรสร้างสิ่งแวดล้อมเชิงบวกเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความพยายามอย่างเต็มที่

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการวิจัยการจัดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อจะได้ทราบว่าวิธีใดเหมาะสมกับนักเรียนและการเรียนรู้ของนักเรียนให้ได้มากที่สุด โดยใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคอื่น ๆ หรือใช้เทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดลร่วมกับวิธีหรือเทคนิคอื่น ๆ ร่วมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ควรมีการศึกษาวิจัยกับตัวแปรอื่น ๆ ที่มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการวาดรูปบาร์โมเดล เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หรือเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้ดีขึ้น ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี และพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงน่าจะทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560). โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรรทอง ไครี และ ฉวีวรรณ แก้วไทรยะ. (2554). คู่มือครูการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ รูปบาร์โมเดล (Bar Model) ชั้น ป.4. กรุงเทพฯ : เอ ทีม บิสซิเนส.

ฉัตรกาญจน์ ธานีพูน. (2562). การจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบร่วมกับการวาดรูปบาร์โมเดล. กรุงเทพฯ.

ฉัตรกาญจน์ ธานีพูน. (2562). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดล (Bar Model) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ชานนท์ ปิติสวโรจน์. (2559). การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงราย.

นภสร ยั่งยืน. (2563). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโพลยาพร้อมกับเทคนิคบาร์โมเดล เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องการบวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. การค้นคว้าอิสระ. กศ.ม. (วิจัยและประเมินทางการศึกษา), มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ประพันธ์ สุขุม. (2560). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดและการแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พรรษา เชื้อวีระชน. (2553). การพัฒนาแบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. การค้นคว้าอิสระ, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- ภาสกร วัชรพงศาวิน. (2544). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก โจทย์ปัญหาการลบและโจทย์ปัญหาการบวกลบระคนด้วยวิธีสอนโดยใช้แผนภาพของ วิวิธและพิวสันกับวิธีสอนแบบปกติ. การศึกษาและการสอน สาขาวิชาการประถมศึกษา, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิไลวรรณ มาวัน. (2567). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบบาร์โมเดลร่วมกับกลวิธี STAR. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 19(2), 85-98. <http://doi.org/10.14456/ojed.2024.7>
- อัมพร วัชรางกูร. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วนและร้อยละ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเน้นมนทัศน์ร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล (Bar Model) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- อนุสร กิจพงศ์พาณิชย์. (2565). การศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก - ลบจำนวนนับ โดยใช้กลวิธี STAR ผสานเทคนิคบาร์โมเดล และการสอนแบบปกติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านบ่อ จังหวัดราชบุรี. วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์, 12(3), 17-27.
- Fan, L., & Zhu, Y. (2007). Representation of problem-solving procedures: A comparative study of English and Singaporean mathematics textbooks. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 1-28.
- Osman, S., Yang, C. N. A. C., Abu, M. S., Ismail, N., Jambari, H., & Kumar, J. A. (2018). Enhancing students' mathematical problem-solving skills through bar model visualisation technique. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 13(3), 273-279. <https://doi.org/10.12973/iejme/3919>
- Polya, George. (1957). *How to solve It : New Aspect of Mathematical Method*. New York : Doubleday and Company Garden City. *How to Solve It*. New Jersey : Princeton University, 1985.