

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ร่วมกับบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

The development of learning achievement in mathematics
using Polya's problem-solving process with Bar Models for grade 4 students

ขวัญฤทัย บุญตน^{1*} และสุมาลี ชูกำแพง²

Khuanruethai Boonton^{1*} and Sumalee Chookhampaeng²

¹นิสิตระดับปริญญาโท สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

²รองศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

* ผู้ประสานงาน : 66010588001@msu.ac.th

¹M.Ed. Program Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Mahasarakham University

²Assoc. Prof. Ph.D. Department of Biology, Faculty of Science, Mahasarakham University

* Corresponding Author: 66010588001@msu.ac.th

(Received: 2025-05-07; Revised: 2025-07-25; Accepted: 2025-08-15)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับบาร์โมเดล ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนของโพลยา ได้แก่ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน และ 4) การตรวจสอบผล โดยใช้ บาร์โมเดลเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลในโจทย์ ทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมของปัญหาและแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านดงแดงหนองเพยขันธุ์ จำนวน 15 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับบาร์โมเดล จำนวน 12 แผน 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 3) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับบาร์โมเดล แบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ จำนวน 12 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติทดสอบแบบไม่อิงพารามิเตอร์ ชนิดการทดสอบอันดับของวิลคอกซัน

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับบาร์โมเดล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับบาร์โมเดล มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา, บาร์โมเดล, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์, ความพึงพอใจ

Abstract

The objectives of this research were: 1) to compare the mathematics learning achievement of Grade 4 students against the 75% criterion, and 2) to examine the satisfaction of Grade 4 students learning through the mathematics problem-solving learning activities based on Polya's problem-solving process combined with bar models. The instructional activities were systematically designed based on Polya's problem-solving process, which consisted of four key stages: 1) Understanding the Problem, 2) Devising a Plan, 3) Carrying Out the Plan, and 4) Looking Back. To improve students' cognitive processing, bar models were introduced as visual-representational aids to aid in the interpretation of numeric relationships buried inside word problems. This technique improved students' capacity to grasp issue structures and use systematic thinking throughout the problem-solving process. The samples in this study were 15 Grade 4 students from Ban Dong Daeng Nong Phia Khan School in the second semester of the 2024 academic year. The sample was selected using cluster random sampling. The research instruments included 1) 12 lesson plans for mathematics problem – solving learning activities using Polya's problem – solving process combined with bar models 2) a mathematics achievement test containing 30 multiple – choice items with four options each and 3) a satisfaction questionnaire on learning through Polya's problem – solving process combined with bar models, comprising 12 items on a 3 – point rating scale. The statistical methods used for data analysis included percentage, mean, standard deviation, and hypothesis testing using the nonparametric Wilcoxon Signed Rank Test.

The research findings were as follows: 1) Grade 4 students who participated in learning activities using Polya's problem-solving process combined with bar models demonstrated mathematics learning achievement significantly higher than the 75% criterion at the .05 level. 2) Grade 4 students who participated in learning activities using Polya's problem-solving process combined with bar models reported an overall satisfaction level classified as high.

Keyword: Polya's Problem-Solving Process, Bar Models, Mathematics Learning Achievement, Satisfaction

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์พื้นฐานที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทักษะชีวิตในศตวรรษที่ 21 ช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน คิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะเหล่านี้เป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์ วางแผน ตัดสินใจ และคาดการณ์ รวมถึงการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงและสาขาอื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จึงเน้นการพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ทั้งด้านการแก้ปัญหา การสื่อสาร การเชื่อมโยงความรู้ การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ วิจารณ์ การใช้เทคโนโลยี และการทำงานร่วมกัน เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเรียนรู้ในระดับสูงและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้กำหนดให้มีการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ โดยใช้แบบทดสอบ O-NET (Ordinary National Educational Test) ซึ่งเป็นการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขึ้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อวัดความสามารถของนักเรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนความสามารถในการนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์ อันสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร อย่างไรก็ตาม จากผลการประเมิน O-NET ที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ โดยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำที่หลักสูตรกำหนดไว้ จึงสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาในการพัฒนาทักษะการคิดและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งยังไม่บรรลุเป้าหมายตามที่หลักสูตรมุ่งหวัง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรและยังมีแนวโน้มลดลงสังเกตได้จากผลการสอบ O-NET ในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศ ในปีการศึกษา 2566 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 29.96 สอดคล้องกับผลคะแนน O-NET ของโรงเรียนบ้านดงแดงหนองเพี่ยนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2566 คะแนนเฉลี่ยเป็น 36.38 มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และยังมีแนวโน้มที่ผลการสอบ O-NET ในรายวิชาคณิตศาสตร์จะลดลงเรื่อย ๆ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2566) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่ามีปัญหาหลายประการที่เกิดขึ้นในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยปัญหาที่ส่งผลกระทบอย่างมากคือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ วางแผนการแก้ปัญหา เขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และแสดงวิธีทำได้ถูกต้องและเหมาะสม สะท้อนให้เห็นถึงการ

ขาดทักษะและกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการแก้โจทย์ ทั้งนี้ สาเหตุหนึ่งอาจมาจากการจัดการเรียนการสอนที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และไม่ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างผู้เรียน ครูผู้สอนบางส่วนยังคงเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาแบบบรรยายให้ผู้เรียนจดจำและทำตาม โดยกิจกรรมการเรียนรู้มักมุ่งเน้นผลลัพธ์มากกว่ากระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์ ส่งผลให้นักเรียนขาดความเข้าใจเชิงลึก และไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้โจทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากรายงานผลการใช้แผนการสอนประจำปีการศึกษา 2566 วิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนดงแดงหนองเพียวชั้น 4 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 50 ต่ำกว่าหน่วยอื่น ๆ และยังมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินน้อย โดยมีผู้ผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 44.73 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่โรงเรียนได้กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 ข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า เศษส่วนและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนเป็นประเด็นสำคัญที่พบตั้งแต่ระดับประถมศึกษาปีที่ 4 นักเรียนมักใช้เวลาในการคิดและไม่สามารถเลือกใช้การบวกหรือลบได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งยังไม่ตระหนักถึงความสำคัญของเศษส่วน เนื่องจากมีโอกาสนำไปใช้ในชีวิตประจำวันค่อนข้างน้อย ทำให้ปัญหานี้กลายเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้น การพัฒนาวิธีการสอนที่เชื่อมโยงเนื้อหากับการใช้ในชีวิตประจำวันจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อส่งเสริมความสนใจและกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งช่วยแก้ไขปัญหการเรียนรู้โจทย์ปัญหาเศษส่วนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (โรงเรียนบ้านดงแดงหนองเพียวชั้น 4, 2566)

กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya's problem solving process) เป็นกระบวนการทำงานที่มีขั้นตอนเป็นระบบ ซึ่งฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผล ฝึกคิดและหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาจะช่วยให้ค้นพบวิธีการใหม่ ๆ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาอื่น ๆ รวมถึงในชีวิตจริง กระบวนการนี้มีการนำไปใช้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากช่วยให้นักเรียนมีหลักการคิดที่เป็นระบบ ฝึกการแก้ปัญหาย่อยเป็นขั้นตอน มีการวางแผนและกำกับการทำงานอย่างต่อเนื่อง (อัมพร ม้าคนอง, 2553) ซึ่งเหมาะสมสำหรับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบ เข้าใจได้ง่ายและสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงควรคำนึงถึงการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นประเด็นหลัก ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ที่ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่เป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

บาร์โมเดล (Bar Model) เป็นนวัตกรรมการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยทีมวิจัยคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาของประเทศสิงคโปร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยนักเรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนชัดเจน การใช้บาร์โมเดลช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ผ่านรูปภาพ ทำให้การแก้ปัญหานั้นง่ายขึ้น โดยบาร์โมเดลคือวิธีการวาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแทนข้อมูลตามที่โจทย์กำหนด เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลอย่างชัดเจน ช่วยเชื่อมโยงข้อมูลที่ทราบและไม่ทราบในเชิงปริมาณ จึงเป็นนวัตกรรมที่เหมาะสมในการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ของนักเรียน (Kho, 1987) การสอนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการวาดรูปถือเป็นทักษะที่ครูระดับประถมศึกษาของ

สิ่งนี้จะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ และความชำนาญ ส่งผลให้ผลการสอบประเมินระดับนานาชาติด้านการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนสิงคโปร์อยู่ในระดับแนวหน้า (สุริชน์ อินทสัจ, 2558) ทั้งนี้ฤกษ์กัญท์ ศรีโนนยาง (2566) ระบุว่า บาร์โมเดลช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ แปลงข้อความนามธรรมเป็นภาพที่เข้าใจง่าย สามารถเลือกวิธีแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ง่ายขึ้น ทำให้แก้โจทย์ได้รวดเร็วและแม่นยำ สอดคล้องกับ กรองทอง ไครรี (2554) ที่กล่าวว่า การใช้บาร์โมเดลช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการเชื่อมโยงกับกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถถ่ายทอดความเข้าใจผ่านการวาดบาร์โมเดล ทำให้เข้าใจเนื้อหาเชิงลึก เกิดความคิดรวบยอด และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้การแก้โจทย์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยเล็งเห็นปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งส่งผลต่อเนื่องถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โดยเป็นช่วงชั้นที่ต้องสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ผลการสอบมีแนวโน้มลดลงและคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงเกณฑ์เป้าหมายของโรงเรียนที่ร้อยละ 50 ผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนาการจัดการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่ทันสมัยและเหมาะสม เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยหลักการของกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหา วางแผน แก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบด้วยตนเอง ร่วมกับการใช้บาร์โมเดลซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยแสดงความสัมพันธ์ในโจทย์อย่างเป็นรูปธรรมและง่ายต่อการวิเคราะห์ แนวคิดทั้งสองผสานกันภายใต้กรอบแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ของ Piaget (1970) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติและสร้างความเข้าใจด้วยประสบการณ์ตรง ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้นอกจากนี้ ผู้วิจัยให้ความสำคัญกับตัวแปรความพึงพอใจของนักเรียน เนื่องจากมีอิทธิพลต่อแรงจูงใจ การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระยะยาว ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสำเร็จทางการเรียน ให้นักเรียนตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัวและสำคัญต่อการดำรงชีวิต ซึ่งจะช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์และพัฒนาทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งสามารถนำกระบวนการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นหรือในชีวิตประจำวันได้อย่างแท้จริง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล กับเกณฑ์ร้อยละ 75

2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบทดลอง (Experimental Research) กลุ่มทดลองกลุ่มเดียววัดผลเฉพาะหลังการทดลอง (The Single Group, Posttest – only – Design หรือ One – Shot Case Study) ตัวแปรที่ศึกษา 1) ตัวแปรต้น ได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล 2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล และได้กำหนดเนื้อหาบทเรียนประกอบการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เศษส่วน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

2. ประชากรและตัวอย่าง

2.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มเครือข่ายตงแตงน้ำใสป่าสังข์ อำเภोजตุรพักตรพิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จำนวน 3 ห้องเรียน จากทั้งหมด 3 โรงเรียน ที่มีความรู้ความสามารถใกล้เคียงกัน แต่ละห้องเรียนจัดนักเรียนแบบ ความสามารถ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ได้แก่ โรงเรียนบ้านตงแตงหนองเพียงคันธุ์ จำนวน 15 คน (ชาย 7 คน หญิง 8 คน) โรงเรียนร่องคำวิทยานุกูล จำนวน 12 คน (ชาย 9 คน หญิง 3 คน) โรงเรียนบ้านน้ำใสเทียมแซ่ จำนวน 19 คน (ชาย 10 คน หญิง 9 คน) รวมทั้งหมดจำนวน 46 คน ซึ่งมีอายุเฉลี่ย 10 ปี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

2.2 ตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านตงแตงหนองเพียงคันธุ์ ตำบลตงแตงอำเภोजตุรพักตรพิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จำนวน 15 คน (ชาย 7 คน หญิง 8 คน) อายุเฉลี่ย 10 ปี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 12 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1) การบวกเศษส่วนที่มีส่วนเท่ากัน 2) การลบเศษส่วนที่มีส่วนเท่ากัน 3) การบวกเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง 4) การลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง 5) การบวกจำนวนนับกับเศษส่วน 6) การลบจำนวนนับกับเศษส่วน 7) การบวกจำนวนคละที่มีส่วนเท่ากัน 8) การลบ

จำนวนคณะที่มีส่วนเท่ากัน 9) การบวกเศษส่วนกับจำนวนคณะที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง 10) การลบเศษส่วนกับจำนวนคณะที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง 11) การบวกจำนวนคณะกับจำนวนคณะที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง 12) การลบจำนวนคณะกับจำนวนคณะที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง โดยการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนดำเนินการตาม 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) เป็นการอ่านและวิเคราะห์โจทย์เพื่อแยกแยะข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่ต้องการหา

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) เป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดกับสิ่งที่ต้องการหา จะต้องอาศัยการวางแผนให้ดีเสียก่อน แล้วเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมในการแก้โจทย์ปัญหากับลักษณะของโจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบหรือขั้นตอนที่เหมาะสม โดยในขั้นตอนที่ 2 นี้ นักเรียนจะนำโจทย์มาวาดเป็นภาพบาร์โมเดล เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงโจทย์ปัญหา มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล ค้นหาแนวทาง กำหนดขั้นตอนและเลือกแผนการในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan) เป็นการลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้ด้วยการเลือกวิธีการคิดคำนวณ สมบัติ กฎ หรือสูตรที่เหมาะสมมาใช้จนได้คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบผล (Looking Back) เป็นการมองย้อนกลับไปขั้นตอนที่ผ่านมาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ และความสมเหตุสมผลของคำตอบกับโจทย์

ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) รายแผน ตั้งแต่ 4.71 ถึง 4.85 มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.78 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.18 พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา และประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสมตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.79 (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563) และอำนาจจำแนกรายข้อแบบอิงเกณฑ์ เพราะสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนตามจุดประสงค์และเกณฑ์ที่กำหนดในหลักสูตรได้อย่างชัดเจน โดยใช้วิธีของ Brennan และใช้สูตร B-Index มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.73 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (r_{cc}) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett Method) มีค่าเท่ากับ 0.89

3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล โดยมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย ซึ่งใช้เกณฑ์ของวิเชียร เกตุสิงห์ (2538) จำนวน 12 ข้อ โดยมีการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถามความพึงพอใจกับข้อคำถาม (Index of Consistency : IC) โดยพิจารณาแบบทดสอบที่มีค่า IC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540) หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบสอบถามโดยใช้วิธีสหสัมพันธ์อย่างง่ายแบบเพียร์สัน ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม หรือ Item Total Correlation (r_{xy}) โดยมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.53 ถึง 0.93 และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจทั้งฉบับโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.95

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้ดำเนินการศึกษาเพื่อทดสอบผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เครื่องมือวิจัยที่ได้รับการปรับปรุงและแก้ไขอย่างสมบูรณ์แล้วกับตัวอย่างในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านดงแดงหนองเพียงชั้น 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 15 คน โดยกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลมีดังนี้

4.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านน้ำใสเทียมแฉะ ซึ่งไม่ได้เป็นตัวอย่างในการวิจัย

4.2 เตรียมความพร้อมของนักเรียนที่เป็นตัวอย่างในการวิจัยก่อนดำเนินการทดลอง เตรียมการสอนโดยแจ้งจุดประสงค์ของการเรียนรู้ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบ

4.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้ การประเมิน และการตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นตัวอย่างในการวิจัย

4.4 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง

4.5 เมื่อสิ้นสุดการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) หลังทำการสอนครบ 12 ชั่วโมง โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ

4.6 นำคะแนนหลังเรียนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ ไปใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์และวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

4.7 ทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล จำนวน 12 ข้อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ

4.8 วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งระบุปัญหา ข้อเสนอแนะ และสรุปผลการดำเนินการเพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ ร้อยละ 75 โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติทดสอบแบบไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Test) ชนิดการทดสอบอันดับของวิลคอกซัน (Wilcoxon Signed Rank Test)

5.2 วิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับบาร์โมเดล แล้วนำข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนมาหาค่าเฉลี่ยแล้วสรุปความพึงพอใจในการเรียน ตามเกณฑ์ดังนี้ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2538) ค่าเฉลี่ย 2.34 – 3.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 1.67 – 2.33 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.66 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ ร้อยละ 75 โดยผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 มาตรวจสอบการแจกแจงปกติของข้อมูล (Test of Normality) โดยใช้การทดสอบ Kolmogorov-Smirnov และ Shapiro-Wilk พบว่า ค่าระดับนัยสำคัญจาก Shapiro-Wilk เท่ากับ .023 ซึ่งน้อยกว่า .05 ผลการทดสอบพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีการแจกแจงแบบไม่เป็นปกติ ผู้วิจัยจึงได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติทดสอบแบบไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Test) ชนิดการทดสอบอันดับของวิลคอกซัน (Wilcoxon Signed Rank Test) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับบาร์โมเดล

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
คะแนนเต็ม	n	$\bar{x}$	S.D.	Z	p-value (1-tailed)
30	15	23.73	1.10	3.00	.002*

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับบาร์โมเดล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.73 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ผลการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1	นักเรียนชอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู	2.87	0.35	มาก
2	ครูจัดชั้นเรียนเหมาะสมกับสภาพกิจกรรม	2.53	0.64	มาก
3	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูสนุกไม่เครียด	2.80	0.41	มาก
4	ครูยกตัวอย่างสถานการณ์หรือโจทย์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	2.67	0.49	มาก
5	นักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่เรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเองได้จริง	2.93	0.26	มาก
6	การเรียนการสอนเป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปยาก	3.00	0.00	มาก
7	นักเรียนสนุกสนานกับการเรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล	3.00	0.00	มาก
8	กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาช่วยให้นักเรียนรู้จักการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ	2.87	0.35	มาก
9	การใช้บาร์โมเดลช่วยให้นักเรียนเข้าใจโจทย์และสามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้องมากขึ้น	2.87	0.35	มาก
10	นักเรียนชอบที่ได้ลงมือแก้โจทย์ปัญหด้วยตนเองช่วยให้นักเรียนเรียนรู้และจดจำวิธีแก้โจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น	2.93	0.26	มาก
11	การแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น	2.87	0.35	มาก
12	นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้น	2.87	0.35	มาก
เฉลี่ยรวม		2.85	0.32	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ร่วมกับบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 23.73 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ร่วมกับบาร์โมเดลเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและลำดับขั้น และถือเป็นแนวทางใหม่ที่จะช่วยขยายศักยภาพของกระบวนการคิดแก้ปัญหาในระดับประถมศึกษา โดยการใช้บาร์โมเดลเข้ามาเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ โจทย์ ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพเชิงโครงสร้างของปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น และลดความซับซ้อนของการ คิดความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งปรากฏ เที่ยงตรง (2563) กล่าวว่าความใหม่นี้ไม่ได้อยู่ที่การใช้แนวคิดใดแนวคิดหนึ่ง เพียงลำพัง แต่เกิดจากการหลอมรวมสองแนวทางเข้าด้วยกันอย่างสร้างสรรค์ โดยกระบวนการแก้ปัญหาตาม แนวคิดของ Polya (1957) มีขั้นตอนที่ชัดเจน ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจปัญหาและดำเนินการแก้ไขได้อย่างมี ประสิทธิภาพ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนได้ เรียนรู้กระบวนการที่ประกอบด้วยขั้นตอนที่เป็นระบบ ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบผล ซึ่งช่วยฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล ใช้ทักษะคณิตศาสตร์ในการ วิเคราะห์สถานการณ์ และวางแผนแก้ปัญหาอย่างมีแบบแผน ขณะเดียวกันการใช้บาร์โมเดลก็ทำหน้าที่เป็น สื่อกกลางทางความคิดส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ตามแนวคิดของ Kho (1987) โดย ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยในการวาดภาพแทนข้อมูลหรือค่าต่าง ๆ ที่ปรากฏในโจทย์ปัญหา ยังช่วยเสริมสร้าง ความเข้าใจที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้นและทำให้ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้น สอดคล้องกับกรองทอง ไครีรี (2554) ที่ได้นิยามว่าการใช้บาร์โมเดลเป็นการวาดภาพแทนข้อมูลจากการวิเคราะห์ โจทย์ ซึ่งช่วยเชื่อมโยงความคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกับหลักการทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ ความรู้ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังมีส่วนช่วยพัฒนาความจำและการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน หากผู้เรียนมีข้อสงสัย ผู้สอนมีบทบาทในการให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางที่ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจได้อย่างเหมาะสม กระบวนการ นี้จึงเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้อย่างแท้จริงและพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนอย่างรอบด้าน ดังนั้นวิธีการเหล่านี้จึง ส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงมากยิ่งขึ้น เพราะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการ คิดที่ชัดเจน ไม่หลงทาง และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วงศกร วงษ์สง่า (2563) ได้ศึกษาการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาแบบโพลยา ร่วมกับบาร์โมเดล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาแบบโพลยา ร่วมกับ บาร์โมเดล โดยมีนักเรียนจำนวน 23 คน อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 77.23 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแก้โจทย์ ปัญหาแบบโพลยา ร่วมกับบาร์โมเดล สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุวิมล ธรรมชาติ (2565) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและ

การลดจำนวนนับที่ผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100,000 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดลและการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคของ สสวท. พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดลและการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของราชนก บรรหาร (2564) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหาพร้อมกับบาร์โมเดล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Muhammad Naeem Shah (2022) ได้ศึกษาการวัดผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้เทคนิคบาร์โมเดล นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้งชายและหญิง จำนวน 40 คน โรงเรียนประถมศึกษาของรัฐบาล ในตำบลนาหวาเซอร่า แคว้นโคเบอร์ปัดตุนควา ประเทศปากีสถาน พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้งชายและหญิง มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดลมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

2. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 2.85$, S.D. = 0.32) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อที่เป็นจุดเด่นและมีความพึงพอใจสูงสุด 4 รายการแรก ได้แก่ การเรียนการสอนเป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปยาก มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.00$, S.D. = 0.00) นักเรียนสนุกสนานกับการเรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.00$, S.D. = 0.00) นักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่เรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเองได้จริง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 2.93$, S.D. = 0.26) นักเรียนชอบที่ได้ลงมือแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองช่วยให้นักเรียนเรียนรู้และจดจำวิธีแก้โจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 2.93$, S.D. = 0.26) ซึ่งหมายความว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล ส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดลสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อาจเป็นแนวทางที่แปลกใหม่ที่สร้างความน่าสนใจให้กับผู้เรียน ส่งผลให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพของสถานการณ์ในโจทย์ เข้าใจข้อมูลได้ง่ายขึ้น และสามารถเลือกวิธีการคำนวณได้อย่างเหมาะสม จนนำไปสู่การเขียนประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น วิธีการเรียนรู้ในลักษณะนี้ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน และมีความสุขกับการทำกิจกรรม นอกจากนี้ยังช่วยสร้างความประทับใจในกระบวนการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้

นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในห้องเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนอย่างรอบด้านนี้ ยังสอดคล้องกับแนวคิดลำดับขั้นความต้องการของ Maslow (1970) ที่อธิบายว่ามนุษย์มีแรงจูงใจพื้นฐานจากความต้องการ 5 ระดับ ได้แก่ 1) ความต้องการพื้นฐานทางกาย เช่น ความปลอดภัยและสุขภาพ 2) ความต้องการความมั่นคงทางอารมณ์และสิ่งแวดล้อม 3) ความต้องการการยอมรับในกลุ่ม 4) ความต้องการได้รับการยกย่อง และ 5) ความต้องการในการบรรลุศักยภาพสูงสุดของตนเอง ซึ่งการเรียนรู้ในลักษณะนี้สามารถตอบสนองความต้องการเหล่านี้ได้ เช่น นักเรียนรู้สึกมั่นใจ มีส่วนร่วม ได้รับการยอมรับจากเพื่อนและครู และรู้สึกว่าตนเองก้าวหน้าในด้านความคิดและการแก้ปัญหา จึงส่งผลให้เกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้โดยรวม นอกจากนี้ สถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ยังได้รับการออกแบบให้มีความใกล้เคียงกับบริบทในชีวิตจริงของผู้เรียน และเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียนอย่างเหมาะสม จึงช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และตั้งใจค้นหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทั้งยังสร้างบรรยากาศการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนร่วมชั้นอย่างมีความสุขและมั่นใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย นกสร ยั่งยืน (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล อยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุชิต กะสิรักษ์ (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคของโพลยาร่วมกับการวาดรูปบาร์โมเดล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยโดยใช้เทคนิคของโพลยาร่วมกับการวาดรูปบาร์โมเดล ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจรวมทั้งสามด้านอยู่ในระดับมาก จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหามาของโพลยาร่วมกับบาร์โมเดล มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การใช้กระบวนการแก้ปัญหามาของโพลยาร่วมกับบาร์โมเดลช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียน อย่างไรก็ตาม ในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนยังไม่คุ้นชินกับกระบวนการที่ต้องแสดงความคิดเห็นและใช้ความคิดอย่างมีระบบ ผู้สอนจึงควรชี้แจงแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้กระบวนการของโพลยาร่วมกับบาร์โมเดลอย่างชัดเจน เพื่อให้ นักเรียนสามารถปรับตัวและมีความพร้อมในการเข้าร่วมกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม

1.2 จากผลการจัดกิจกรรม พบว่ากิจกรรมกลุ่มมีส่วนช่วยสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้และกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม ผู้สอนควรเพิ่มบทบาทของกิจกรรมกลุ่มในแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและ

สมดุล เพื่อเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน การสื่อสาร และการแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้อย่างรอบด้าน

1.3 ผู้สอนควรจัดเตรียมแหล่งข้อมูลและสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนสามารถสืบค้นองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยเฉพาะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น การค้นคว้าผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติและการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

1.4 ควรวางแผนการตั้งคำถามที่มีคุณภาพระหว่างการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นการคิดวิเคราะห์อย่างมีลำดับขั้น และในช่วงท้ายของกิจกรรม ผู้สอนควรจัดให้มีการทบทวนขั้นตอนการแก้ปัญหาเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเชิงลึก ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างมั่นใจ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นหลัก แต่เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและครอบคลุมมากขึ้น ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นเพิ่มเติม เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดแบบเป็นระบบ หรือการเชื่อมโยงองค์ความรู้ ซึ่งจะช่วยขยายมิติการพัฒนาทางการเรียนรู้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการบูรณาการรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยนำกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับบาร์โมเดลไปประยุกต์เข้ากับแนวทางการเรียนการสอนอื่น ๆ เช่น การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ หรือการเรียนรู้แบบโครงงาน เพื่อเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและตอบโจทย์ทักษะในศตวรรษที่ 21 มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

_____. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

กรองทอง ไกรริ. (2554). *แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้บาร์โมเดล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*.

กรุงเทพฯ : เอทีเอ็มบิสซิเนส.

กฤษณกัณฑ์ ศรีโนนยาง. (2566). *ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาร่วมกับบาร์โมเดล*. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

นภสร ยิ่งยืน. (2563). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการโพลยาร่วมกับเทคนิคบาร์โมเดล เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องการบวกและการลบเศษส่วนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*.

วารสารวิจัยทางการศึกษา, 15(2), 67-79.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

- ปรางใส เทียงตรง. (2563). การใช้วิธีบาร์โมเดลในการแก้ปัญหาทางพีชคณิต: โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร. *วารสารคณิตศาสตร์*, 65 (700), 22–40.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- มนตรี วงษ์สะพาน. (2563). *พื้นฐานการวิจัยทางหลักสูตรและการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.
- ราชนก บรรหาร. (2564). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องการหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหาร่วมกับบาร์โมเดล. *วารสารราชพฤกษ์*, 19(1), 99-108.
- โรงเรียนบ้านดงแดงหนองเพี่ยนชัย. (2566). รายงานผลการวัดและประเมินผลทางการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566. โรงเรียนบ้านดงแดงหนองเพี่ยนชัย.
- วงศ์กร วงษ์สง่า. (2563). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาแบบโพลยาร่วมกับบาร์โมเดล. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2538). *ค่าเฉลี่ยกับการแปลความหมาย : เรื่องง่ายๆ ที่บางครั้งก็พลาดได้*. ข่าวสารวิจัยการศึกษา. สำนักสารสนเทศทางการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการ ศึกษาแห่งชาติ. 14(3). หน้า 8 – 11.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2566). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2566*. [ออนไลน์]. จาก <https://www.niets.or.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) คณิตศาสตร์ประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุรัชน์ อินทสังข์. (2558). การสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ บาร์โมเดล (Bar Model). นิตยสาร สสวท, 43 หน้า 194.
- สุวิมล ธรรมชาติ. (2565). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบจำนวนนับที่ผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100,000 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคบาร์โมเดลและการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคของ สสวท. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- อนุชิต กะสิริรักษ์. (2565). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคของโพลยาร่วมกับการวาดรูปบาร์โมเดลสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Kho, T. H. (1987). Mathematical models for solving arithmetic problems. *Proceedings of Fourth Southeast Asian Conference on Mathematical Education (ICMISEAMS)*. Mathematical Education in the 1990s. June 1 – 3, 345 – 351. Singapore: Institute of Singapore.

Maslow, A. H. (1970). *Motivation and Personality*. New York: Harper and Row.

Muhammad Naeem Shah. (2022). Determining the Effect of the Bar Model Technique on Students'

Mathematical Word Problem Solving Skills. *Journal of Contemporary Teacher Education*. Volume: 6, 2022, 145–156.

Piaget, J. (1970). *Science of Education and the Psychology of the Child*. New York: Orion Press.

Polya, G. (1957). *How To Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Doubleday and Company.