

การพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในอำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
**The Development of Learning Model for Enhancement of Mathematical
Problem solving for Pratom 6 Students in Chai Badan
District, Lopburi Province**

บุญชัย อารีเอื้อ,
พรสิน สุภวาลย์, อภิชาติ ลือสมัย,
กฤษณะ โสขุมา, ภัทรพร ตัสโต และ เมธัช เชื้อแดง
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

**Boonchai Areeuea,
Pornsin Supawan, Apichart Luesamai,
Kritsana Sokhuma, Pattaraporn Tusto and Metat Chuedamg**
Phranakhon Rajabhat University, Thailand
Corresponding Author E-mail: chaiareeuea@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพและปัญหาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) พัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3) ศึกษาผลของการใช้รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 4) เผยแพร่รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ได้แก่ ศึกษานิเทศก์ ผู้อำนวยการโรงเรียน หัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ครูคณิตศาสตร์ และนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในอำเภอชัยบาดาล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสอบถามสภาพและปัญหาในการจัดการเรียนการสอน แบบสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง แบบสอบถามความพึงพอใจของครูที่เข้าร่วมกิจกรรมพัฒนารูปแบบฯ คู่มือครู เอกสารประกอบการเรียน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ และแบบสอบถามความคิดเห็นของครูที่เข้าร่วมกิจกรรมเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) และ Paired t-test

* วันที่รับบทความ : 7 มีนาคม 2566; วันที่แก้ไขบทความ 14 มีนาคม 2566; วันที่ตอบรับบทความ : 20 มีนาคม 2566

Received: March 7, 2023; Revised: March 14, 2023; Accepted: March 20, 2023

ผลการวิจัย พบว่า

1) สภาพการจัดการเรียนการสอนด้านที่มีคะแนนการปฏิบัติน้อยที่สุดคือ ด้านนักเรียนอยู่ในระดับน้อย ($\bar{X}=2.42$, $SD=0.811$) และปัญหาการจัดการเรียนการสอนด้านที่มีปัญหามากที่สุด คือ ด้านนักเรียนในภาพรวมมีปัญหายุ่งยากในระดับมาก ($\bar{X}=3.62$, $SD=0.811$) 2) รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้เป็นรูปแบบที่มีจำนวน 20 แผน เรื่องร้อยละและอัตราส่วน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นโจทย์สถานการณ์ในท้องถิ่นเพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับการใช้ชีวิตประจำวันได้ และมีขั้นตอนการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอนนี้ ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 การทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 การดำเนินการแผน ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและนำเสนอผลการแก้ปัญหา ขั้นที่ 6 การประยุกต์ใช้ความรู้ 3) ผลของการใช้รูปแบบฯ พบว่าเมื่อนำรูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างพบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) = 0.665 และ 4) การเผยแพร่รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า หลังการทดลองใช้รูปแบบฯ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงให้สมบูรณ์มากขึ้นแล้วจึงจัดเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ให้กับครูคณิตศาสตร์ โดยผู้เข้าร่วมเสวนามีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.61$, $S.D.=0.489$)

คำสำคัญ: รูปแบบ; การจัดการเรียนการสอน; การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์; นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6

Abstracts

The objectives were to 1) study the conditions and problems in teaching and learning management to promote students' mathematical problem-solving ability. 2) develop a model to promote students' mathematical problem-solving ability. 3) Study the effect of using the model. 4) Disseminate the model. The samples used were educational supervisors, school directors, head of mathematics department, math teachers and Prathom 6 students at schools in Chai Badan District. The research tools consisted of a questionnaire on conditions and problems in learning management, a semi-structured in-depth interview form, a satisfaction questionnaire of teachers who participated in the development activities, a teacher manual, a student material, a mathematical problem-solving ability test, a student satisfaction questionnaire on Learning Management, and a questionnaire on the opinions of teachers who participated in the learning exchange seminar. The statistics used in data analysis consisted of frequency, percentage, mean, standard deviation, content analysis, Effectiveness Index (E.I.) and Paired t-test.

The research resulted showed that 1) The state of learning management that had the lowest performance score was the students were at a low level ($\bar{X}=2.42$, $SD=0.811$). The most problematic learning management was the student with the overall problem score was at a high level ($\bar{X}=3.62$, $SD=0.811$). 2) The model to promote the ability to solve mathematical problems was the model with 20 lesson plans on percentages and ratios using active learning management that focused on local situation problems so that students could can connect mathematical knowledge with everyday life. There are 6 steps to solving problems as follows: Step 1 Defining the problem; Step 2 Understanding the problem; Step 3 Planning the solution;

Step 4 Implementing the plan; Step 5 Checking and presenting the solution results Problem; Step 6 Knowledge application. 3) After the learning management, average problem-solving ability scores was significantly higher than before the learning management at the .05 level with the effectiveness index (E.I.) = 0.665. the overall students satisfied with the learning management was at a high level ($\bar{X}$ =4.14, S.D.= 0.778). 4) The dissemination of the model to promote the ability to solve mathematical problems was done after the researchers improved the model and then disseminated it to mathematics teachers who were a sample group. The evaluation results showed that Participants in the seminar had overall satisfaction at the highest level ($\bar{X}$ =4.61, S.D.= 0.489).

Keywords: Model; Learning management; Mathematical problem-solving; Pratom 6 Students

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ทำให้สามารถ คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และเป็นเครื่องมือในการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและ ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้คิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีเป้าหมายที่สำคัญคือมุ่ง ให้ผู้เรียนได้รับความรู้ มีทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นได้ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้และเกิดทักษะทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะ การเชื่อมโยงความรู้ ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย และให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 56 – 57) ในหลักสูตรการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญนั้นนอกจากจะให้นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณแล้วยังจะต้องฝึกให้ นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีเหตุผลและมีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์มีระเบียบแบบแผน สามารถคิดได้อย่างมีเหตุผลและมีความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 13) การ แก้ปัญหาเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการคิดเราจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่เป้นจุดเน้นของวง การศึกษาโดยทั่วไปดังเช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551 : 6 – 7) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหา คณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัว นักเรียน การเรียนการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรช่วยให้ผู้เรียนมีแนวความคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น

ไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียนตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต

อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี เป็นที่ตั้งของวิทยาลัยชัยบาดาลพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หนึ่งในพันธกิจของมหาวิทยาลัยคือการบริการวิชาการ การพัฒนาการเรียนการสอนในพื้นที่บริการมีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบโรงเรียนระดับประถมศึกษาจำนวน 54 โรงเรียน พบว่า ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของไทยที่ผ่านมายังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตพื้นที่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรีเขต 2 ซึ่งมีผลดังนี้

คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET)					
ปีพุทธศักราช	ปี 2560	ปี 2561	ปี 2562	ปี 2563	ปี 2564
ระดับประเทศ	37.12	37.50	32.90	29.99	36.83
สพป. ลพบุรีเขต 2	32.61	31.96	28.34	26.68	33.79

ซึ่งสอดคล้องกับการสอบถามครูและศึกษานิเทศก์ในอำเภอชัยบาดาลซึ่งมีสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรีเขต 2

จากปัญหาและความสำคัญของการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจการพัฒนาแบบฯ ซึ่งเป็นช่วงวัยที่อยู่ในขั้นพัฒนาการเป็นรูปธรรมตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ที่เชื่อว่าช่วงวัยนี้สามารถพัฒนาความคิดเป็นรูปธรรมได้ ซึ่งรูปแบบที่ได้จะเป็นรูปแบบที่นำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ รวมทั้งบทเรียนท้องถิ่นมาบูรณาการเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับกับบริบทของโรงเรียนในอำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาสภาพและปัญหาในการจัดการเรียนการสอน และความสามารถในการแก้ปัญหา
2. พัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. ศึกษาผลของการใช้รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. เผยแพร่รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยใช้วิธีดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1.1 การศึกษาสภาพและปัญหาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ศึกษานิเทศก์ ผู้อำนวยการโรงเรียน หัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์ และครูคณิตศาสตร์ที่สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในอำเภอย้ายบาดาล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 2

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการแจกแบบสอบถาม ได้แก่ ครูคณิตศาสตร์ที่สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในอำเภอย้ายบาดาล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 2 จำนวน 36 คน ได้มาโดยการอาสาสมัคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึก ได้แก่ ศึกษานิเทศก์ ผู้อำนวยการโรงเรียน หัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์ และครูคณิตศาสตร์ที่สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในอำเภอย้ายบาดาล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 2 จำนวน 20 คน ได้มาโดยการเลือกตัวอย่างแบบสะดวก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยขั้นนี้ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามมี 4 ส่วน คือ 1) ข้อมูลส่วนบุคคล 2) และข้อ 3) เป็นคำถามด้านสภาพและปัญหาในการจัดการเรียนการสอน 4) ข้อเสนอเพิ่มเติมเป็นคำถามปลายเปิด มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับด้วยวิธี Cronbach เท่ากับ 0.980

2. แบบสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง มีข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ และมี IOC เท่ากับ 1.00 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา

1.2 การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีการพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีการพัฒนารูปแบบฯ นั้นผู้วิจัยได้นำเอาแนวคิดและทฤษฎีต่างๆ ดังนี้ คือ ทฤษฎีการแก้ปัญหาของโพลยา ทฤษฎีการแก้ปัญหาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การจัดการเรียนรู้เชิงรุก และแบบฝึกทักษะ/ชุดฝึก โดยนำมาดำเนินการพัฒนารูปแบบฯ ในบทเรียนเรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์เนื้อหา

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ครูคณิตศาสตร์ที่สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในอำเภอชัยบาดาล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 2 จำนวน 28 คน ได้มาโดยการอาสาสมัคร

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 เกี่ยวกับสภาพและปัญหาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน โดยใช้ทฤษฎีการแก้ปัญหาของโพลยาและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การจัดการเรียนรู้เชิงรุก และแบบฝึกทักษะ/ชุดฝึก นอกจากนี้ยังมีการนำเอาข้อมูลท้องถิ่นและสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาตั้งเป็นโจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันเข้ากับคณิตศาสตร์ และให้ตระหนักว่าคณิตศาสตร์นั้นแทรกอยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียนมาดำเนินการสร้างรูปแบบฯ จากนั้นผู้วิจัยทำการประชุมกลุ่มย่อย (focus group) โดยครูคณิตศาสตร์ที่สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในอำเภอชัยบาดาล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 2 จำนวน 28 คน ผู้เชี่ยวชาญทางการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาจำนวน 1 ท่าน และอาจารย์ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 6 คน เพื่อพัฒนารูปแบบฯ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยขั้นนี้ประกอบด้วย

- 1) แบบสอบถามความพึงพอใจของครูที่เข้าร่วมกิจกรรมการพัฒนารูปแบบฯ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับด้วยวิธี Cronbach เท่ากับ 0.875
- 2) คู่มือครูที่ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 20 แผน ค่า IOC เท่ากับ .67 – 1.00
- 3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ และอัตนัยจำนวน 4 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบปรนัย ที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 – 0.60 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.22 – 0.68 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.741 และข้อสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 – 0.75 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.46 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.921
- 4) เอกสารประกอบการเรียนสำหรับนักเรียนจำนวน 20 ชั่วโมงค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00
- 5) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ฯ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับด้วยวิธี Cronbach เท่ากับ 0.847

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยนำรูปแบบฯ ที่ผ่านการปรับปรุงและแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นการวิจัยกึ่งทดลองโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบมีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวมีการทดสอบ ความรู้ก่อนและหลังการใช้รูปแบบฯ (One group pretest-posttest design) โดยมีรูปแบบการวิจัยดังนี้

T₁ X T₂

โดยที่

T₁ หมายถึง การทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้

T₂ หมายถึง การทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ประชากรที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในอำเภอย้ายบาดาล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 2 ปีการศึกษา 2565

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในอำเภอย้ายบาดาล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 2 จำนวน 133 คน จากโรงเรียนขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน 64 คน โรงเรียนขนาดกลางจำนวน 2 โรงเรียนรวม 53 คน และโรงเรียนขนาดเล็กจำนวน 2 โรงเรียนรวม 16 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 20 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ และข้อสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ 3) คู่มือครูจำนวน 159 หน้า 4) เอกสารประกอบการเรียนสำหรับนักเรียนจำนวน 128 หน้า และ 5) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ฯ การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าวได้กล่าวไว้แล้วในขั้นตอนก่อนหน้านี้

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยติดต่อครูผู้สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 โรงเรียนในอำเภอย้ายบาดาล สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 2 ที่สนใจเข้าร่วมการทดลองใช้รูปแบบฯ พร้อมทั้งชี้แจงการใช้รูปแบบฯ ให้กับครูอาสาสมัคร แต่เนื่องจากสถานการณ์น้ำท่วมในช่วงทดลองสอนทำให้โรงเรียนแห่งหนึ่งไม่สามารถทดลองสอนได้จึงขอลอนตัวออกจากการทดลองทำให้เหลือโรงเรียนที่ทดลองจริงเพียง 4 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน จำนวน 2 ห้อง 64 คน โรงเรียนขนาดกลางจำนวน 1 โรงเรียน 30 คน และโรงเรียนขนาดเล็กจำนวน 2 โรงเรียน 16 คน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ชี้แจงครูผู้สอนถึงวิธีการใช้รูปแบบฯ เพื่อให้ครูผู้สอนจัดการเรียนรู้ให้ตรงกับเป้าหมายของผู้วิจัย
2. ครูชี้แจงแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจว่าการเรียนรู้ต่อไปนี้จะทำหน้าที่อะไร นักเรียนต้องปฏิบัติตัวอย่างไร และจะมีการวัดการประเมินผลอย่างไร
3. ทดสอบกลุ่มทดลองด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ แล้วดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่แผนที่ 1 ถึงแผนที่ 20 โดยในแต่ละแผนมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูนำเสนอสถานการณ์สั้น ๆ ที่เกิดขึ้น ในชีวิตจริงมานำสนทนาเพื่อทำให้การเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ มีการอธิบายสถานการณ์นั้น ๆ อาจมีการให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ในทำนองเดียวกัน ครูสอบถามความเข้าใจของนักเรียนในสถานการณ์นั้น ๆ จากนั้นครูทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียนในคาบนี้ รวมถึงการเฉลยกิจกรรมเสริมทักษะในคาบก่อนหน้า

ขั้นสอน ครูยกตัวอย่างสถานการณ์หลายสถานการณ์พร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยทำตามขั้นตอนที่ได้สร้างขึ้นดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหา (Identifying the problem) เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดจากบริบทในท้องถิ่นว่าปัญหาคืออะไร มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องอะไรบ้าง ปัญหานั้นมีประเด็นที่สำคัญอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาว่าสิ่งที่ต้องทราบคืออะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไขเป็นอย่างไร จะแก้ปัญหามาตาม เงื่อนไขได้หรือไม่ เงื่อนไขที่ให้มาเพียงพอที่จะหาสิ่งที่ต้องการหรือไม่ โดยพิจารณาความเชื่อมโยงของ ข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่พร้อมระบุรายละเอียดของปัญหา โดยใช้ประสบการณ์แจกแจงปัญหาออกมาในขั้นนี้ การวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ การแบ่งเงื่อนไขออกเป็นส่วยย่อย ๆ อาจช่วยให้เข้าใจปัญหาดีขึ้น

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นการวิเคราะห์หาแนวทางหรือกลวิธีในการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ในปัญหาอย่างชัดเจน มากขึ้น เป็นขั้นของการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ต้องการหาคำตอบกับข้อมูล หรือสิ่งที่ปรากฏในปัญหา ถ้าหากไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ จะอาศัยหลักการของการวางแผนการแก้ปัญหา ดังนี้

- เป็นปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่ หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยหาคำตอบมาก่อนหรือไม่
- รู้จักปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับปัญหาที่จะหาคำตอบหรือไม่เพียงใด และรู้จักทฤษฎีหรือแนวทางที่จะใช้ในการหาคำตอบหรือไม่
- พิจารณาสถานการณ์ที่ไม่รู้ปัญหาและพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคยซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน และพิจารณาว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เคยพบมากับปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่ เคยพบหรือไม่

- ควรอ่านทำความเข้าใจปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์เพื่อดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบหรือไม่

ขั้นที่ 4 การดำเนินการแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นการลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นย่อย ๆ ของงานที่ทำว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งเป็นการกำกับการทำงานตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบและนำเสนอผลการแก้ปัญหา (Looking back and presentation) เป็นการตรวจสอบผลการแก้ปัญหาหรือผลเฉลยที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ และอาจมีการนำเสนอผลการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 การประยุกต์ใช้ความรู้ (Application) เป็นขั้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา หรือขยายผลการแก้ปัญหา ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการขยายความคิดจากผลหรือคำตอบที่ได้ และการวิเคราะห์หาวิธีการ อื่นในการแก้ปัญหา

หลังจากการยกตัวอย่างและแสดงวิธีการแก้ปัญหาให้นักเรียนดูแล้วครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในห้องเรียนโดยอาจเป็นงานกลุ่มและ/หรืองานเดี่ยว หลังจากนั้นครูเฉลยคำตอบพร้อมทั้งสอบถามความเข้าใจของนักเรียนในห้อง

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความหมายของแนวคิดและสูตรที่ใช้ในเรื่องนั้น ๆ หลังจากจบการเรียนการสอนในคาบ ครูมอบหมายกิจกรรมเสริมทักษะให้นักเรียนกลับไปทำเป็นการบ้าน โดยครูตรวจกิจกรรมเสริมทักษะและเรียกนักเรียนที่ทำผิดมาอธิบายและแสดงวิธีทำที่ถูกต้องเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง

4. คณะผู้วิจัยเข้าสังเกตการณ์ระหว่างทดลองใช้รูปแบบฯ เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการทดลอง

5. เมื่อสิ้นสุดการทดลองทั้ง 20 แผนแล้วทดสอบกลุ่มทดลองด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้และให้กลุ่มทดลองทำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 4 การเผยแพร่รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

หลังจากที่ผู้วิจัยได้รูปแบบฯ แล้วขั้นตอนต่อมา คือ การเผยแพร่รูปแบบฯ นี้ให้กับครูคณิตศาสตร์ที่สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนในอำเภอย้ายบาดาล จังหวัดลพบุรีที่ร่วมพัฒนารูปแบบฯ ขั้นที่ 2 การเผยแพร่จัดทำในรูปของการเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้วิจัยและครูอาสาสมัครกับครูที่เข้าร่วม ใช้เวลาในการดำเนินการจำนวน 6 ชั่วโมง โดยมีครูผู้เข้าร่วมจำนวน 14 คน

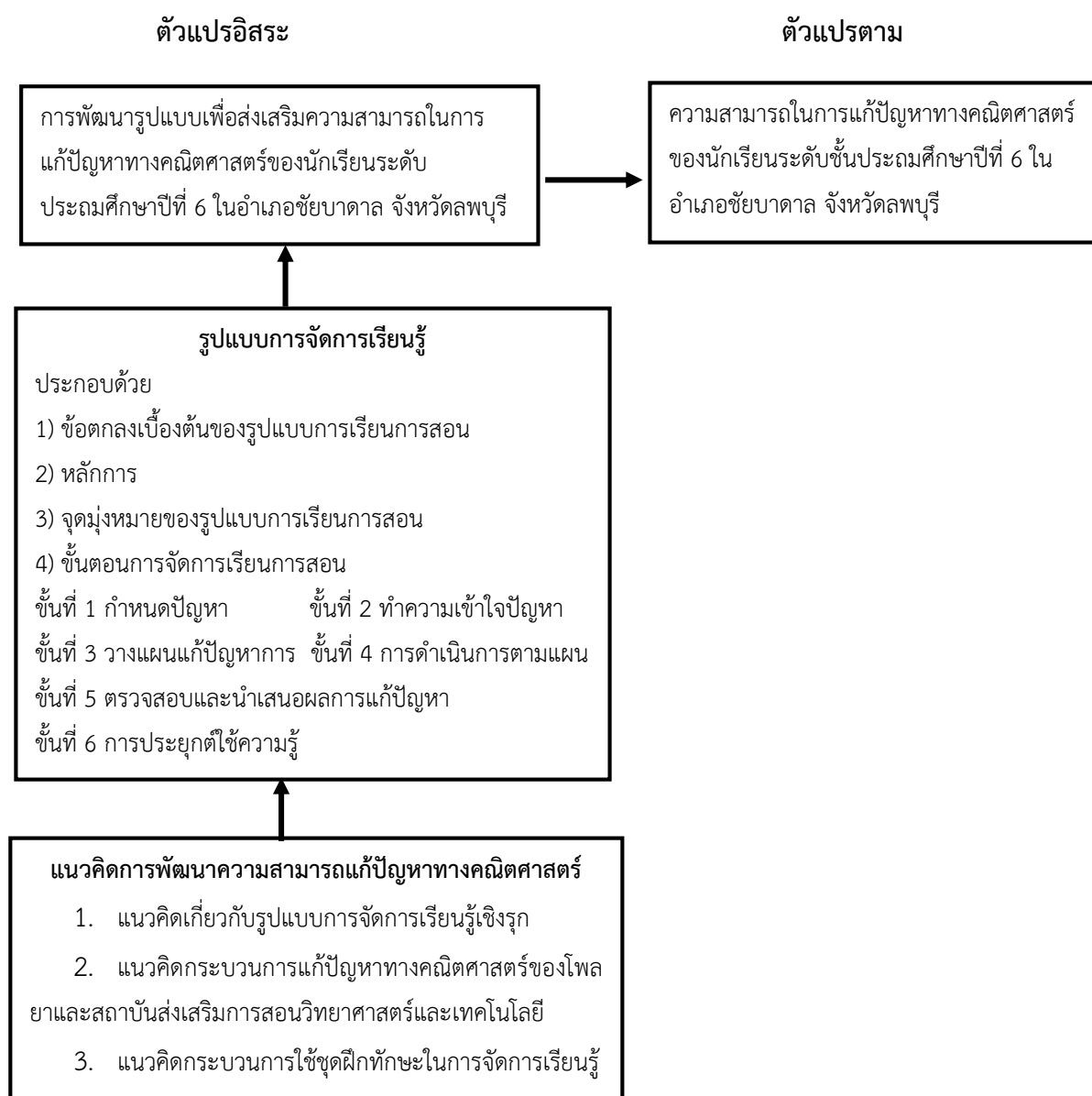
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1.แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 20 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ และอัตนัยจำนวน 4 ข้อ 3) คู่มือครูจำนวน 197 หน้า 4) เอกสารประกอบการเรียนสำหรับนักเรียนจำนวน 131 หน้า เนื่องจากข้อ 1) 2) 3) และ 4) ได้สร้างไว้แล้วในขั้นตอนก่อนหน้านี และแบบสอบถามความคิดเห็นของครูที่เข้าร่วมกิจกรรมเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลส่วนบุคคล ความพึงพอใจต่อการจัดเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การนำความรู้ที่ได้จากขั้นตอนที่สองไปใช้ ประโยชน์ ค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และการรายงานผลการวิจัย ผู้วิจัยจึงสรุปผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. ศึกษาสภาพและปัญหาในการจัดการเรียนการสอน และความสามารถในการแก้ปัญหา

1) ผลที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม

ผลจากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากระดับปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 ด้าน พบว่า แต่ละด้านมีระดับปฏิบัติดังนี้ 1) ด้านตัวผู้สอน มีการปฏิบัติในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.38$, $SD= 0.777$) 2) ด้านการสอนและเทคนิคการสอน มีการปฏิบัติในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.50$, $SD= 0.719$) 3) ด้านนักเรียน มีการปฏิบัติในภาพรวมอยู่ในระดับน้อย ($\bar{X}=2.42$, $SD= 0.811$) 4) ด้านสื่อการเรียนการสอน มีการปฏิบัติในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.60$, $SD= 0.896$) 5) ด้านนโยบายโรงเรียนมีการปฏิบัติในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.35$, $SD= 0.896$) และ 6) มีการปฏิบัติในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.61$, $SD= 0.976$)

ผลจากการศึกษาปัญหาการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากระดับปัญหาในด้านต่างๆ ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 4 ด้าน พบว่า แต่ละระดับปัญหาในแต่ละด้านมีดังนี้ 1) ด้านการสอนและเทคนิคการสอน ในภาพรวมมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=2.70$, $SD= 0.878$) 2) ด้านนักเรียน ในภาพรวมมีปัญหาอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.62$, $SD= 0.811$) 3) ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ ในภาพรวมมีปัญหาอยู่ในระดับน้อย ($\bar{X}=2.45$, $SD= 0.857$) 4) ด้านการวัดและประเมินผลในภาพรวมมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=2.60$, $SD= 1.199$)

2) ผลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก

ผลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับสภาพและปัญหาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้ 1) ด้านผู้สอน เมื่อพิจารณาในเรื่องรายวิชาที่ได้รับมอบหมายให้สอนตรงกับวุฒิการศึกษาที่จบ จำนวนรายวิชาที่ได้รับมอบหมาย จำนวนชั่วโมงที่ต้องสอนในแต่ละสัปดาห์ จำนวนภาระงานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมายเพิ่มเติม และโอกาสในการเข้ารับการอบรมในหัวข้อต่าง ๆ พบว่าในโรงเรียนแต่ละขนาด (เล็ก กลาง ใหญ่) ค่อนข้างแตกต่างกัน โรงเรียนขนาดใหญ่มีความพร้อมมากกว่าโรงเรียนขนาดกลางและเล็กตามลำดับ 2) ด้านการจัดการเรียนรู้ พบว่าโดยภาพรวมผู้สอนมีการจัดการเรียนรู้ที่ค่อนข้างหลากหลาย แต่มีผู้สอนไม่มากนักที่นำเอาทฤษฎี/กระบวนการแก้ปัญหาของนักวิชาการที่มีชื่อเสียงมาใช้สอนแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน 3) ด้านสื่อการเรียนรู้อุปกรณ์/นวัตกรรม พบว่าผู้สอนใช้สื่อการสอนค่อนข้างหลากหลาย ทั้งแบบฝึกทักษะ ใบงาน เกมส์ การระบาดของโควิด-19 ทำให้ผู้สอนส่วนใหญ่นำสื่อออนไลน์เข้ามาช่วยสอน โรงเรียนขนาดใหญ่มีความพร้อมมากกว่าโรงเรียนขนาดกลางและเล็ก ในกรณีที่

นักเรียนไม่สามารถมาเรียนที่โรงเรียนได้โรงเรียนขนาดเล็กใช้การฟังการเรียนการสอนทางไกลผ่านดาวเทียม (Distance Learning Television: DLTV) ขณะที่โรงเรียนขนาดใหญ่มี YouTube หรือสื่อออนไลน์อื่น ๆ

4) ด้านการวัดและประเมินผล พบว่า ผู้สอนส่วนใหญ่มีการวัดและประเมินผลที่ค่อนข้างหลากหลาย แต่ผู้สอนส่วนใหญ่ไม่ค่อยมีเวลาสะท้อนหรือชี้แจงข้อผิดพลาดในการทำข้อสอบให้นักเรียนได้ทราบอย่างละเอียด

5) ด้านการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ พบว่าผู้สอนส่วนใหญ่มีประสบการณ์การทำวิจัย 6) ด้านผู้เรียน เมื่อพิจารณาด้านความรู้พื้นฐานที่จำเป็นของผู้เรียน ความพร้อมของตัวผู้เรียน ความพร้อมของครอบครัว พบว่าผู้เรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่มีความพร้อมกว่าโรงเรียนขนาดกลางและเล็ก ในด้านการเรียนรู้ผู้สอนทุกโรงเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหา/ประยุกต์ความรู้ที่เรียนเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2. การพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมพัฒนารูปแบบฯ ส่งผลให้ได้รูปแบบฯ ที่มีรายละเอียดครบถ้วน และได้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดังนี้

1. รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 1) คู่มือครูที่มีแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 20 แผน ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นโจทย์สถานการณ์ในท้องถิ่นเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับการใช้ชีวิตประจำวัน และอาศัยแนวทางการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมความพร้อม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 - 8 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 - 12 เรื่อง อัตราส่วนและมาตราส่วน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 - 19 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและมาตราส่วน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 20 เรื่อง ร่วมคิดร่วมทำ

ในการสอนแต่ละแผนแบ่งเป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน (อาศัยแนวทางการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน) และขั้นสรุป และ 2) เอกสารประกอบการเรียนสำหรับนักเรียน

2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วยปรนัยจำนวน 20 ข้อ และอัตนัยจำนวน 4 ข้อ มีเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนแบบรูปรีในแต่ละข้อ

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมพัฒนารูปแบบฯ พบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมฯ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.60$, $SD= 0.520$)

3. ศึกษาผลของการใช้รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการใช้รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของทุกโรงเรียน

คะแนนความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value	E.I.
ก่อนการจัดการเรียนรู้	6.35	3.668	-18.716	.000	0.665
หลังการจัดการเรียนรู้	14.97	5.410			

จากตารางที่ 1 พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยค่า $t = -18.716$ และ $p\text{-value} = .000$ และมีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) = 0.665 หรือ 66.5% และจากการตอบแบบสอบถามต่อการใช้รูปแบบฯ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.14$, $SD= 0.778$) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าทุกข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากโดยข้อที่มากที่สุดคือ การใช้แบบเรียนเรื่องร้อยละและอัตราส่วนประกอบการเรียนมีประโยชน์ต่อนักเรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.31$, $SD= 0.794$) รองลงมาคือนักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนโดยใช้แบบเรียนเรื่องร้อยละและอัตราส่วนที่เน้นเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.31$, $SD= 0.794$)

4. เผยแพร่รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

หลังจากผู้วิจัยได้จัดทำรูปแบบฯ ฉบับสมบูรณ์แล้วจึงได้จัดการเผยแพร่และเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ให้กับครูคณิตศาสตร์ที่สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 2 ในอำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี ที่เคยเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนารูปแบบฯ จำนวน 14 คน โดยพิจารณาผู้มีรูปแบบฯ ของครู และนักเรียน ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจในภาพรวมของผู้เข้าร่วมเสวนาในต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบฯ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.61$, $SD = 0.489$) และมีการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ของผู้เข้าร่วมเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.86$, $SD= 0.352$) หลังจากนั้นได้มอบคู่มือรูปแบบฯ ของครู และนักเรียนให้กับโรงเรียนระดับประถมศึกษาสังกัดสำนักงานพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 2 เฉพาะอำเภอชัยบาดาลจังหวัดลพบุรี

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในอำเภอยะบะดี จังหวัดลพบุรี มีดังนี้

1. ศึกษาสภาพและปัญหาในการจัดการเรียนการสอน และความสามารถในการแก้ปัญหา

การศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนโดยพิจารณาจากระดับปฏิบัติในด้านต่างๆ จำนวน 6 ด้านดังนี้ 1)ด้านตัวผู้สอน 2) ด้านการสอนและเทคนิคการสอน 3) ด้านนักเรียน 4) ด้านสื่อการเรียนการสอน 5) ด้านนโยบายโรงเรียน และ 6) ด้านการวัดและประเมินผล พบว่า ด้านนักเรียนที่มีการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อย ส่วนอีก 5 ด้านมีผลการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลางถึงมาก และการศึกษาปัญหาการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พิจารณาจากระดับปัญหาในด้านต่าง ๆ จำนวน 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการสอนและเทคนิคการสอน 2) ด้านนักเรียน ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 4) ด้านการวัดและประเมินผล พบว่าด้านนักเรียนอยู่ระดับมาก อีกสามด้านอยู่ในระดับน้อยซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกฤษฎา วรพิน วิชัย เสวกงาม, และ อัมพร ม้าคนอง. (2562 : 1-20) ที่ได้ศึกษาปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าสาเหตุของการเกิดปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สำคัญ 3 ประการคือ 1) ด้านการขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ 2) ด้านการขาดทักษะ กระบวนการ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 3) ด้านการขาดการเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ความรู้

2. การพัฒนาแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการสร้างแบบฯ ผู้วิจัยเริ่มต้นจากการศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในอำเภอยะบะดี จังหวัดลพบุรี แล้วนำผลที่ได้จากการศึกษามาผนวกเข้ากับ ผลที่ได้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และรูปแบบการเรียนการสอนแบบต่าง ซึ่งผู้วิจัยตัดสินใจใช้ทฤษฎีการแก้ปัญหของโพลยา ทฤษฎีการแก้ปัญหของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การจัดการเรียนรู้เชิงรุก และการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยแบบฝึกทักษะที่มีการนำเอาสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาตั้งเป็นโจทย์ปัญหา เป็นแนวทางหลักในการสร้างแบบฯ โดยมีแนวทางการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดปัญหา (Identifying the Problem) 2) การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) 3) การวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) 4) การดำเนินการแผน (Carrying out the plan) 5) การตรวจสอบและนำเสนอผลการแก้ปัญหา (Looking back and presentation) 6) การประยุกต์ใช้ความรู้ (Application) เมื่อสร้างแบบฯ ได้แล้ว ผู้วิจัยได้จัดประชุมกลุ่มย่อยโดยมีครูคณิตศาสตร์ที่สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้เชี่ยวชาญทางการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา และอาจารย์ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครเข้าร่วมเพื่อพัฒนาแบบฯ ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นก่อนที่จะนำแบบฯ ที่ได้ไปทดลองใช้ในขั้นตอนต่อไป

การสร้างและพัฒนาเพื่อส่งเสริมความสามารถ ดังกล่าวในตอนต้น เป็นขั้นตอนหนึ่งของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนการสอนของ ADDIE model (Donald Clark, 2003 : 14) ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ซึ่ง ADDIE model เป็นหนึ่งหลายตัวแบบที่ได้รับการยอมรับและถูกนำมาใช้เป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง สอดคล้องกับ อารยา ช่ออัญชัย (2552) ได้วิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยอาศัย ADDIE model ร่วมกับกรอบการวิจัยและการพัฒนา โดยให้ชื่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นว่า “PLOASE model” ซึ่งผลจากการนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนพบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด พาวา พงษ์พันธุ์ (2559 : 82) ได้นำรูปแบบทั่วไปของการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน (Generic model) หรือที่เรียกทับศัพท์ว่า ADDIE model มาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลจากการทดลองใช้รูปแบบฯ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องการแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวโดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 80% อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ศึกษาผลของการใช้รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการทดลองใช้รูปแบบฯ ซึ่งมีจุดเด่นในเรื่องการใช้แนวทางการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอนที่มีพื้นฐานมาจากแนวทางแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา และแนวทางการแก้ปัญหาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นรูปแบบฯ ที่มีการจัดการเรียนรู้เชิงรุก อาศัยแบบฝึกทักษะมีการนำเอาสถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาตั้งเป็นโจทย์ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันเข้ากับคณิตศาสตร์ พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้รูปแบบฯ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกห้องเรียน ทั้งนี้ส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากจุดเด่นของรูปแบบฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นดังกล่าวมาแล้วข้างต้นดังนี้ 1) รูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีแนวทางการแก้ปัญหาที่ชัดเจน เป็นระบบ และมีขั้นตอน 6 ขั้นตอนซึ่งมีพื้นฐานมาจากแนวทางการแก้ปัญหาของโพลยาและแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้นักเรียนมีแนวทางที่ชัดเจนในการคิดแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรางคณา สำอางค์ พรชัย ทองเจือ และผ่องลักษณ์ จิตต์การุญ (2560 : 56-61) ที่พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับค่อนข้างดี มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เมื่อนำแนวคิดของโพลยามาใช้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับอังคณา กริณะรา (2564 : 49) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ด้วยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับแนวทางการ

แก้ปัญหาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีคะแนนสอบทั้งหมดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 2) รูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็น ชักถามข้อสงสัย และพยายามให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยมีผู้สอนคอยให้คำชี้แนะ ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกทำ มีความรับผิดชอบในการเรียนมากยิ่งขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวันชพร ชมชื่นใจ, สมวงษ์ แปลงประสพโชค และ กฤษณะ โสขุมมา (2565 : 102-108) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เชิงรุกอยู่ในระดับมาก เช่นเดียวกับนภาพร สว่างอารมณ์ (2563 : 37) ที่ได้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับ ชนิตา จำปาอ่อน (2562 : 64) ที่ทำการศึกษารื่องการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก

ความพึงพอใจในภาพรวมของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.14$, $SD= 0.778$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจแต่ละด้านในระดับมากทุกด้าน โดยด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือด้านการใช้แบบเรียนเรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ประกอบการเรียนมีประโยชน์ต่อนักเรียน ($\bar{X}=4.31$, $SD= 0.794$) จากคะแนนความพึงพอใจดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการนำเอาสถานการณ์ในชีวิตจริงมาสร้างเป็นโจทย์ปัญหาทำให้นักเรียนมีความสนใจและสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนกับชีวิตจริงได้มากขึ้น เห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์มากขึ้น และมีความตั้งใจในการเรียนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนสอบหลังเรียนที่สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และคำนวณเป็นค่าดัชนีประสิทธิผลรวมได้ถึง 0.665 ดังกล่าวไปแล้วในตอนต้น

4. เผยแพร่รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการจัดเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ให้กับครูคณิตศาสตร์ที่สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรีเขต 2 ในอำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี ที่เคยเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนารูปแบบฯ ซึ่งผู้เข้าร่วมเสวนามีความพึงพอใจในภาพรวมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.61$, $SD= 0.489$) และมีการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ของผู้เข้าร่วมเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.86$, $SD= 0.352$) นอกจากนี้

ผู้เข้าร่วมเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ได้แนวทางในวิธีการสอน สามารถนำผลที่ได้รับไปปรับใช้ได้ ขอให้มือบรมอีกซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริง อีกทั้งครูผู้สอนในพื้นที่ดังกล่าวมีความต้องการที่จะพัฒนาการเรียนการสอนให้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับนิตยา แม่นพยัคฆ์ (2565 : 28) ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนาสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โรงเรียนบ้านยางโทน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 2 พบว่า สภาพพึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก และความต้องการในการพัฒนาสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การนำรูปแบบฯ ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนควรคำนึงถึงรายละเอียดต่าง ๆ อย่างถี่ถ้วน เช่น ขั้นตอนการใช้รูปแบบฯ วิธีการจัดการชั้นเรียน วิธีการวัดและประเมินผล ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการนำไปใช้งาน

1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาจารย์ผู้สอนควรอธิบายเป้าหมาย และขั้นตอนก่อนการปฏิบัติกิจกรรมให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างชัดเจนก่อนเริ่มทำกิจกรรมเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.3 การนำรูปแบบฯ ไปใช้กับนักเรียนในโรงเรียนอื่น ๆ ควรปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับบริบท และศักยภาพของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนารูปแบบฯ สำหรับเนื้อหาอื่น ๆ ที่เหลือในระดับชั้นเดียวกันให้ครบทุกเนื้อหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 ควรพัฒนารูปแบบฯ สำหรับเนื้อหาในระดับชั้นอื่นๆ

2.3 ควรพัฒนารูปแบบฯ ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป

2.4 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบฯ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับรูปแบบการเรียนการสอนแบบอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา วรพิน, วิชัย เสวกงาม, และอัมพร ม้าคนอง. (2562). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการตั้งปัญหาและการคิดแบบฮิวริสติกส์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารครุศาสตร์*. 47 (1), 1-20.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

- นภาพร สว่างอารมณ์. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นิตยา แม่นพยัคฆ์. (2565). การพัฒนาสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โรงเรียนบ้านยางโทน. เอกสารถ่ายสำเนา ลพบุรี: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 2.
- พาวา พงษ์พันธ์. (2559). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. ดุษฎีนิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. คณะศึกษาศาสตร์: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วันชพร ชมชื่นใจ, สมวงษ์ แปลงประสพโชค และ กฤษณะ โสขุมมา. (2565). ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิจัยรำไพพรรณี, 16 (2), 102 - 108.
- วรารณา สำอางค์, พรชัย ทองเจือ, และผ่องลักษณ์ จิตต์การุญ. (2560). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยา. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. 11 (1), 52-61.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บริษัทราชวัญจำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บริษัทราชวัญจำกัด.
- อังคณา กริณะรา. (2563). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน และใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแก่ง "วิทยสถานาร". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. คณะวิทยาศาสตร์: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อารยา ช่ออัญชัย. (2552). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- Donald Clark. (2003). Instructional System Design-Analysis Phase. Online. Retrieved June 21, 2022. From : <http://www.nwlink.com/donclark/hrd>.
- Polya, George. (1957). *How To Solve it A New Aspect of Mathematical Method*. Garden City, New York : Doubleday and Company.