



การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

A study of Mathematical Problem-solving Ability Using Problem-Based Learning of Grade 7th students

ARTICLE INFO

Article history:

Received 28 February 2024

Revised 28 August 2024

Accepted 28 August 2024

Available Online 29 August 2024

บุญจามากรณ์ สร้อยกุดเรือ^{1,*} และ รามนรี นนทภา²

Bunjamaporn Soikudrua^{1,*} and Ramnaree Nontapa²

ABSTRACT

This research purpose were to study the mathematical problem-solving ability of Grade 7th students on the topics of decimals and fractions by using problem-based learning compared to the 70% criterion. The sample consists of 40 Grade 7th students from Sarakhampittayakhom School, Mueang Maha Sarakham District, Maha Sarakham Province, during the first semester of the 2023 academic year. The research tools were: 1) 10 problem-based learning lesson plans and 2) a subjective test on mathematical problem-solving with 25 questions on decimals and fractions. The statistics used percentage, mean, and standard deviation.

The research result revealed that the students' mathematical problem-solving ability in the first test earned mean score of 3.95. The most of 24 of 40 students, demonstrated a level 4 problem-solving ability, accounting for 60.00%. Following this, 9 students (22.50%) had a level 3 problem-solving ability, and 7 students (17.50%) achieved level 5. There was not any student fell into the level 0-2 categories, representing 0.00%. In the second test, their mean score increased to 4.03. The majority of students, 23 out of 40, showed a level 4 problem-solving ability, representing 57.50%. 9 students (22.50%) had a level 5 problem-solving ability, while 8 students (20.00%) were at level 3. Again, no students were at levels 0-2, accounting for 0.00%. In the third test, their mean score slightly increased to 4.05. The 24 of 40 students, maintained a level 4 problem-solving ability, accounting for 60.00%. 9 students (22.50%) reached level 5, and 7 students (17.50%) were at level 3. There was not any student at levels 0-2, representing 0.00%. Among the high-achieving students, 10 students (71.43%) achieved level 5 problem-solving ability.

KEYWORDS: PROBLEM SOLVING ABILITY / SOLVING MATHEMATICAL PROBLEMS / PROBLEM-BASED LEARNING ACTIVITIES

¹ อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประเทศไทย

Lecturer, Rajabhat Mahasarakham University Demonstration School, Thailand.

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประเทศไทย

Assistant Professor, Faculty of Education, Rajabhat Maha Sarakham University, Thailand.

*Corresponding author; e-Mail address: bbunja5223@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 10 แผน และ 2) แบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน จำนวน 25 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแบบทดสอบระยะที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย 3.95 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 4 จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมานักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 3 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 5 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 0-2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในระดับนี้คิดเป็นร้อยละ 0.00 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแบบทดสอบระยะที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย 4.03 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 4 จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.50 รองลงมานักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 5 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 45.00 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 3 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 0-2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในระดับนี้ คิดเป็นร้อยละ 0.00 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแบบทดสอบระยะที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 4.05 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 4 จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมานักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 5 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 3 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 0-2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในระดับนี้ คิดเป็นร้อยละ 0.00 ซึ่งพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเก่ง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 5 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 71.43

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ / การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ / การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

บทนำ

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของนักเรียนที่ต้องการให้เกิดขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมุ่งพัฒนาให้นักเรียนแสวงหาความรู้ ประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสม บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม เข้าใจความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม และมีกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม สิ่งแวดล้อม การที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพทางการเรียนรู้หรือการดำเนินชีวิตให้สามารถแก้ปัญหาหรือพัฒนาความรู้ได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องเน้นเรื่องกระบวนการคิดเป็นสำคัญเพราะการคิดถือว่าเป็นเครื่องมือสำหรับการแสวงหาความรู้ ปัจจุบันคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องด้วยคณิตศาสตร์ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ถึงปัญหา หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างรอบคอบ ช่วยวางแผนในการตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องสมเหตุผล และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาและศาสตร์อื่น ๆ ในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) คณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากในหลายด้านของชีวิต เพราะมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างความคิดอย่างมีวิจารณญาณ แก้ปัญหาที่ซับซ้อน และเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเรียนรู้และใช้งานในด้านต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติที่สำคัญที่ช่วยให้คณิตศาสตร์มีความสำคัญมากขึ้นดังนี้ การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในหลากหลายสาขา เช่น



วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และเศรษฐศาสตร์ โดยช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์ปัญหาและหาทางแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในด้านการพัฒนาเทคโนโลยี คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การออกแบบเทคโนโลยีการสื่อสาร และการพัฒนาโมเดลทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างสิ่งใหม่ ๆ อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้นักคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการเปิดโอกาสในอาชีพหลายสาย เช่น วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิทยาศาสตร์ข้อมูล วิศวกรรม การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ และอื่น ๆ การศึกษาคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา และการวิเคราะห์ที่มุ่งเน้นการตระหนักและความเป็นระบบ และการพัฒนาสังคม การเข้าใจและใช้คณิตศาสตร์อย่างเหมาะสมช่วยให้สังคมพัฒนาและเติบโตได้อย่างยั่งยืน โดยช่วยให้มนุษย์มีความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้นเกี่ยวกับโลกและที่อยู่บนโลกที่เราอาศัยอยู่ ดังนั้น คณิตศาสตร์มีความสำคัญในการเรียนรู้และการพัฒนาในทุก ๆ ด้านของชีวิตและสังคมทั้งในปัจจุบันและในอนาคต

การแก้โจทย์ปัญหาที่ซัดคณิดของนักเรียนเพื่อศึกษายุทธศาสตร์ที่นักเรียนใช้ในการแก้โจทย์และยุทธศาสตร์ที่ครูใช้ในการสอนแก้โจทย์ปัญหา ใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในการแก้โจทย์ปัญหา มีการสังเกต กระบวนการเรียนการสอนเกี่ยวกับการแก้ โจทย์ปัญหา โดยกลุ่มตัวอย่างจะเป็นครู 3 คน สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ห้อง และสัมภาษณ์นักเรียน 6 คน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการทดลองนี้ประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา และพบว่ายุทธศาสตร์ในการแก้ปัญหามีตัวแปร 2 ตัว มีทั้งการใช้ยุทธศาสตร์ทางพิชคณิตและไม่ใช้ ยุทธศาสตร์ทางพิชคณิต นักเรียนที่มีปัญหาในการแก้โจทย์พิชคณิตในเรื่องการ แปลความหมายของปัญหา และสร้างความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาไปเป็นสมการโดยใช้ตัวแปรและสัญลักษณ์ ผลจากการสังเกตพบว่าครู ทั้ง 3 คนมีวิธีการสอนที่แตกต่างกับพบว่าครู 2 คน ใช้วิธีการสอนโดยตรง แต่อีกคนกลับใช้วิธีการสอนทางอ้อมโดยให้นักเรียนถาม พูด และตอบ ดังนั้น ศักยภาพของการเรียนการสอนจะเห็นได้จากผลงานของนักเรียนในชั้นเรียนที่สอนโดยครูที่ใช้วิธีสอนโดยตรงน้อยและใช้ วิธีถาม-ตอบ จะมีผลการเรียนและผลงานที่น่าพอใจกว่ากลุ่มที่ครูสอนโดยตรง แต่การแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ไม่ได้ถูกจำกัดเพียงแค่วิธีเดียว แต่อาจใช้หลายวิธีและเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมกับปัญหาและเป้าหมายที่กำหนด (Widyatinigtyas, Kusumah, Sumarmo & Sabandar, 2015)

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการสอนหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน โดยใช้การทดสอบการแก้ปัญหา ซึ่งพบว่า นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทศนิยมและเศษส่วน จากแบบทดสอบโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคูณและการหารทศนิยมได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนมาก มีนักเรียนเพียงบางคนที่คำนวณการแก้ปัญหามิถูกต้อง โดยที่สาเหตุของการแก้ปัญหามิถูกต้องเป็นเพราะนักเรียนคิดไม่รอบคอบ ถัดมา ในการคิดคำนวณ ตัวเลข แต่ในการทำแบบทดสอบเรื่องโจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายแนวคิดและถ่ายทอดวิธีการออกมาในรูปแบบสัญลักษณ์ที่จะใช้ในการแก้ปัญหาก็ได้ จากการตรวจสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเรื่องแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่จำเป็นต้องแปลความ หรือวิเคราะห์ปัญหา แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นกับ นักเรียนเป็นปัญหาในตำแหน่งของการศึกษาเรียนรู้อย่างเข้าใจเรื่องการแก้ปัญหา ในฐานะผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชั้นเรียน ซึ่งจะสามารถช่วยเปลี่ยนมุมมองของผู้เรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากวิชาที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีบทที่มีความเป็นนามธรรมไปสู่ชีวิตที่สร้างสรรค์เป็นบทบาทที่สำคัญและมีคุณค่าในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงเกิดแนวคิดใหม่ ๆ ที่หลากหลายในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์สำหรับแบบจำลองสร้างชิ้นแทนปัญหาอาจจะเป็นของจริงหรือรูปภาพ (ปริชา เนาว์เย็นผล, 2544; พงศกร วังศิลา, วรินทร์ สุภาพ, และจักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม, 2563) การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการทำความเข้าใจกับปัญหา 2) ขั้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 3) ขั้นการปรับแต่ง ในแต่ละขั้น จะช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโดยการเปิดโอกาสให้เรียนรู้และทำความเข้าใจปัญหา ระดมสมองเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย แปลกใหม่ ตลอดจนการเลือกแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ต้องอาศัยทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ผูกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหามาช่วยให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาดัง ๆ (ทิศนา แคมมณี, 2559) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะช่วยพัฒนาในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้สูงกว่าการสอนแบบดั้งเดิม ทำให้ได้เรียนรู้การทำงานเป็นทีม เรียนรู้วิธีแก้ปัญหาและ

การนำเสนอ ได้ฝึกการระดมความคิดหรือแนวคิดที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา การวางแผน การดำเนินการค้นคว้าวิธีแก้ปัญหา นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองช่วยให้เข้าใจกระบวนการและมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น นอกจากนี้การจัดการเรียนรูปแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ยังเชื่อมโยงระหว่างนักเรียนกับโลกกว้างนอกห้องเรียน (Delisle, 1997)

ดังที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงความสนใจในการศึกษาการแก้ปัญหาทางพีชคณิตของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พร้อม ทั้งส่งเสริมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านแนวการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อให้นักเรียนมี เครื่องมือที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยมุ่งหวังให้การศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียนในการแก้ปัญหาและเป็นข้อมูลในการศึกษาสำหรับผู้สนใจต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

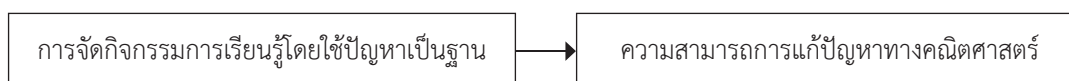
วิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 10 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 400 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้อง รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 40 คนได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

กรอบแนวคิด



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 แผน จำนวน 10 ชั่วโมง นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประเมิน ปรากฏว่าแผนกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.67-4.70

2. แบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน แบบอัตนัย จำนวน 25 ข้อ หาค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.8 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอยู่ในช่วง 0.59-0.72 ค่าอำนาจจำแนกจากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบอยู่ในช่วง 0.33-0.58 แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก 0.20-1.00

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยแบ่งเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ในการเก็บข้อมูลวิจัย ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ มีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 ผู้วิจัยใช้หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 จำนวน 1 แผน และหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 จำนวน 3 แผน รวมทั้งหมด 4 แผน

ระยะที่ 2 ผู้วิจัยใช้หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 จำนวน 3 แผน

ระยะที่ 3 ผู้วิจัยใช้หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 จำนวน 3 แผน



2. หลังจากดำเนินการสอนเสร็จผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายแผน

3. เมื่อสอนครบทุกแผนในแต่ละระยะ ผู้วิจัยดำเนินการโดยใช้การทดสอบหลังเรียน คือ (Post-test) แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน แบบอัตนัย จำนวน 25 ข้อ โดยในระยะที่ 1 จะใช้แบบทดสอบสอบ จำนวน 9 ข้อ ระยะที่ 2 ใช้แบบทดสอบสอบ จำนวน 8 ข้อ และระยะที่ 3 จะใช้แบบทดสอบสอบ จำนวน 8 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานและแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน โดยใช้โครงความคิดเป็นฐานเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 1 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระดับความสามารถ	เกณฑ์พิจารณา
0	นักเรียนไม่เข้าใจสถานการณ์และไม่สามารถร่างหรือเขียนสิ่งใดเกี่ยวกับปัญหาที่ให้
1	นักเรียนเข้าใจเพียงแต่สถานการณ์จริงที่ให้ได้แต่ไม่สามารถเห็นโครงสร้างและลดความซับซ้อนของสถานการณ์ได้ หรือไม่สามารถหาความเชื่อมโยงกับแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้
2	หลังจากทำการสืบค้นเกี่ยวกับสถานการณ์จริงที่ให้ นักเรียนค้นพบตัวแบบจริงผ่านโครงสร้างและการลดความซับซ้อน แต่ไม่ว่าจะแปลงไปสู่ปัญหาเชิง
3	นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ แต่ไม่สามารถทำอะไรเกี่ยวกับโจทย์คณิตศาสตร์ได้
4	นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ได้และแปลงไปอยู่ในรูปปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ และสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์จนได้ผลเฉลยเชิงคณิตศาสตร์ แต่ไม่ได้อธิบายกลับไปสู่สถานการณ์ดั้งเดิม
5	นักเรียนดำเนินการทุกขั้นตอนตามกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และตรวจสอบผลเฉลยปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ว่าสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ให้

เกณฑ์การประเมินผลแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระยะที่ 1 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4)

ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	0	1	2	3	4	5
1. จำนวนนักเรียน (คน)	-	-	-	9	24	7
2. ร้อยละของจำนวนนักเรียน	-	-	-	22.50	60.00	17.50
คะแนนเฉลี่ย	3.95					

จากตารางที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแบบทดสอบระยะที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย 3.95 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 4 จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมามีนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 3 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 5 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 0-2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในระดับนี้คิดเป็นร้อยละ 0.00

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระยะที่ 2 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-7)

ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	0	1	2	3	4	5
1. จำนวนนักเรียน (คน)	-	-	-	8	23	9
2. ร้อยละของจำนวนนักเรียน	-	-	-	20.00	57.50	45.00
คะแนนเฉลี่ย	4.03					

จากตารางที่ 3 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแบบทดสอบระยะที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย 4.03 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 4 จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.50 รองลงมามีนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 5 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 45.00 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 3 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 0-2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในระดับนี้ คิดเป็น ร้อยละ 0.00

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระยะที่ 3 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8-10)

ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	0	1	2	3	4	5
1. จำนวนนักเรียน (คน)	-	-	-	7	24	9
2. ร้อยละของจำนวนนักเรียน	-	-	-	17.50	60.00	22.50
คะแนนเฉลี่ย	4.05					

จากตารางที่ 4 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแบบทดสอบระยะที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 4.05 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 4 จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมามีนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 5 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 3 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 0-2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในระดับนี้ คิดเป็นร้อยละ 0.00

อภิปรายผล

ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแบบทดสอบระยะที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย 3.95 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 4 จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมามีนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 3 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 5 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 0-2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในระดับนี้คิดเป็นร้อยละ 0.00



ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแบบทดสอบระยะที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย 4.03 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 4 จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.50 รองลงมามีนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 5 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 45.00 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 3 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 0-2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในระดับนี้ คิดเป็นร้อยละ 0.00 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแบบทดสอบระยะที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 4.05 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 4 จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมามีนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 5 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 3 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 0-2 ไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถในระดับนี้ คิดเป็นร้อยละ 0.00 ซึ่งพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเก่ง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 5 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 71.43 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับ 4 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 28.57 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 5 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 29.41 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 4 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 58.82 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 3 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอ่อน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 3 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 2 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ตามลำดับ เนื่องจากนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะผู้วิจัยได้ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อแยกนักเรียนตามความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อวัดระดับความสามารถทางสติปัญญา ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับการพิจารณารูปแบบของปัญหา การจัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ การวางแผนการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ วสันต์ แสนชมพู (2565) ได้ทำการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 74.63/79.37 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.55, S.D.=0.34) ซึ่งสอดคล้องกับ สิริธิดา ครุฑคำ (2565) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อประสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำหรับนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อประสมผลการเรียนหลังเรียนมีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อประสมช่วยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเป็นผู้ค้นหาคำตอบด้วยตนเองเป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น และด้วยรูปแบบการเรียนรู้เป็นแบบกิจกรรมกลุ่ม จึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ การสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผลภายใต้บรรยากาศที่มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้และแก้ปัญหาร่วมกัน จึงช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้อง ขวัญหทัย พิกุลทอง (2562) ได้ทำการศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผลการศึกษาด้านกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน โดยเป็นข้อสอบอัตนัยให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด

เหตุผลหรือแสดงวิธีทำ จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความยากง่าย 0.63 ค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนก 0.46 ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง 0.88 การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้เป็นสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และสอดคล้องกับ สักัญญา จันทุนี (2566) ได้ทำการศึกษาความก้าวหน้าของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง มุม ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นตามลำดับจากร้อยละ 71.43 จนถึงร้อยละ 100 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยมีพัฒนาการขั้นตอนการแก้ปัญหาจนครบทั้ง 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียน มีพฤติกรรมโดยการพูดแสดงความคิดเห็นออกมาเป็นภาษาความเข้าใจของตนเองและอ่านสถานการณ์เพียงครั้งเดียวหรือ หลาย ๆ ครั้ง ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนแสดงออกโดยการพูดและใช้ท่าทางประกอบ ขั้นการดำเนินการตามแผน นักเรียน จะใช้แนวทางในการแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้และขั้นตรวจสอบผล นักเรียนแสดงพฤติกรรมตรวจสอบคำตอบและวิธีการแก้ ปัญหาของตนเอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. ผู้วิจัยเสนอแนะการสอนความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านแนวการสอนที่ ใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยพบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจมากยิ่งขึ้น เมื่อนักเรียนสร้างเครื่องมือหรือรูปแบบในการคิด เป็นของตนเอง ดังนั้นผู้วิจัยมีความเห็นว่า แนวการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนรู้ในสาระ การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาที่มีความยากสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน

2. จากการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีการสอนที่ช่วยส่งเสริม ให้นักเรียนใช้แผนผังความคิดในการแก้ปัญหา โดยที่นักเรียนอาศัยการวาดภาพ การเขียนแผนผังในการถ่ายทอดความคิด ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูควรหาวิธีในการ พัฒนาทักษะดังกล่าวของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนถ่ายทอดความคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาในระดับชั้นอื่น ๆ

2. ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการอื่น ๆ ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ให้มีความหลากหลายและซับซ้อนมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ขวัญหทัย พิกุลทอง. (2561). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.

[วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุณบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทศนา เขมมณี. (2559). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 20).

สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 [วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุณบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พงศกร วังศิลา, วรินทร์ สุภาพ และ จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม. (2563). การศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริม

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 22(3), 150-163.

วสันต์ แสนชมพู, อาทิตย์ อาจหาญ และ รัตติกาล สารกอง. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.

วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 16(1), 121-130.



- วีรพล เทพบรรหาร. (2560). ผลการใช้ตัวแทนทางความคิดและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับแนวทางการสอนแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
<https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/1257>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). ส.เจริญการพิมพ์.
- สุกัญญา จันทุนิย์, กุสุมา ใจสบาย และ กิตติศักดิ์ ใจอ่อน. (2566). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการแบบเปิด. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 11(7), 2634-2647.
- สิรินดา ครุฑคำ และ จุติวรดา พลเยี่ยม. (2565). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อประสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 16(2), 99-113.
- อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Delisle, R. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in Classroom*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Widyatiningtyas, R., Kusumah, Y. S., Sumarmo, U., & Sabandar, J. (2015). The Impact of Problem-Based Learning Approach to Senior High School Students' Mathematics Critical Thinking Ability. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education*, 6(2), 30-38.