

การพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาตามกรอบ PISA ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Developing of Mathematical Process for Solving Problem according to the PISA framework with Problem based Learning Activity for Mathayomsuksa 4 Students

จิราณุวัฒน์ เหมชีวา¹ และ กัญญารัตน์ โคจร²

Jiranuwat Permcheewa¹ and Kanyarat Cojorn²

Received : 6 ก.พ. 2567

Revised : 23 พ.ค. 2567

Accepted : 25 พ.ค. 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ให้มีประสิทธิภาพ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ t-test for one sample

ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 86.50/82.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2) กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน, กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop a problem-based lesson plan with an efficiency of 75/75, 2) to compare the Mathematical process for solving problem using problem-based learning activities against the 75 percent criteria and 3) to compare learning achievements using problem-based learning activities against the 75 percent criteria. The samples were 39 students of Mathayomsuksa 4 in the 1st semester of 2023 academic year at Mahasarakham University Demonstration School (Secondary) which were obtained

¹ นิสิตระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อีเมล: jiranuwat0307@gmail.com

² รองศาสตราจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อีเมล: kanyarat.c@msu.ac.th

¹ Master Student, Master of Education Program in Teaching of Science and Mathematics, Mahasarakham University,
Email: jiranuwat0307@gmail.com

² Associate Professor, Ed.D., Faculty of Education, Mahasarakham University, Email: kanyarat.c@msu.ac.th

by cluster random sampling. The research instruments included 1) learning management plans, 2) the Mathematical process for solving problem and 3) learning achievement test. Statistics used in this study consisted of percentage, means, standard deviation and one sample t-test.

The research findings were as follows; 1) The learning activities using the learning activities based on problem-based learning had an effective (E_1/E_2) of 86.50/82.65 which were higher than the specified criteria. 2) The Mathematical process for solving problem of the student was higher than the specified threshold of 75 percent with the statistically significant at the .05 level. 3) The learning achievement of the students were higher than the specified threshold of 75 percent with the statistically significant at the .05 level.

Keywords: Problem-based learning, Mathematical process for solving problem, Learning achievement

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มีความคิดที่ริเริ่มสร้างสรรค์ คิดเป็นระบบ มีเหตุผล มีแบบแผน ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ช่วยตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560: 40-45) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญเป็นอย่างมากเพราะเป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐศาสตร์และวิชาอื่นๆ คณิตศาสตร์เป็นกลไกหรือปัจจัยสำคัญอันดับต้น ๆ ที่จะทำให้ตลาดแรงงานไทยมีแรงงานที่มีพื้นฐานที่ดี สำหรับเด็กการเตรียมความพร้อมความรู้พื้นฐาน ในด้านดังกล่าว ก็ถือเป็นการเปิดโอกาสให้ชีวิตการทำงานในอนาคตได้ (สุภัตรา ทรัพย์อุปการ, 2562: 1) แสดงให้เห็นว่าแม้ว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นพื้นฐานที่สามารถต่อยอดกับศาสตร์อื่น ๆ ได้ แต่การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรและมีผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ที่ยังตามหลังต่างประเทศอยู่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566: 57-59)

PISA (Programme for International Student Assessment) คือ โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือ ความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยจะประเมินสมรรถนะการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) โดยการประเมิน “การรู้เรื่องคณิตศาสตร์” จะประเมินความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้เน้นความรู้ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนตามหลักสูตรในโรงเรียน แต่เน้นการนำคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาใช้ในสถานการณ์ของชีวิตจริง โดยนักเรียนจะต้องขยายความรู้จากที่เรียนมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง ในบริบทต่าง ๆ ที่หลากหลาย ซึ่งมีกรอบโครงสร้างการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ 1) การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2) การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา 3) การตีความ และประเมินผลลัพธ์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566: 57-59)

ผลการประเมินทักษะของนักเรียนในระดับนานาชาติ (PISA) จากการศึกษาในปี ค.ศ. 2012 และ ค.ศ. 2018 ด้านคณิตศาสตร์นักเรียนไทยมีผลการประเมินต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ OECD และในปี ค.ศ. 2022 โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน และเมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ 472 คะแนน ซึ่งคะแนนอยู่ต่ำกว่าระดับค่าเฉลี่ยของ OECD (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566: 30-31) สะท้อนให้เห็นถึงว่า เด็กไทยมีผลการทดสอบ

ที่ค่อนข้างน้อยกว่าประเทศที่เข้าร่วมการทดสอบอื่น ๆ โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ที่มีอันดับลดลงในทุก ๆ ปี เมื่อจำแนกผลการประเมินตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ใน PISA 2022 ยึดตามกรอบการประเมิน PISA 2018 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562-2564 ในระดับประเทศ พบว่ามีคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์ เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 26.73, 25.46 และ 24.47 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการประเมินจะมีคะแนนเฉลี่ยลดลง (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2564: 1) ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ปีการศึกษา 2562-2564 พบว่า มีคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 30.76, 31.15 และ 29.59 ตามลำดับ และจากรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฝ่ายวิชาการของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 (โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคามฝ่ายมัธยม, 2565: 5-6) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 73.58 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (สำนักงานทดสอบทางการศึกษา, 2560: 10-15) จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นถึงการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ที่ต่ำ ซึ่งเหตุผลอาจมีหลายประการ เช่น จากการสัมภาษณ์นักเรียนกล่าวว่าไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์เนื่องจากเป็นวิชาที่ยากเกินไป ไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ นักเรียนขาดทักษะการแก้ปัญหา นักเรียนบางกลุ่มอาจจะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเหตุผลใหญ่ที่การเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบวิธีการสอนของ PISA ทั้งหมด 6 ด้าน เพื่อเป็นแนวทางในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและมีการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ได้แก่ การเรียนรู้แบบบูรณาการ (Integrated Teaching) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) การเรียนรู้แบบช่วยเหลือกัน (Collaborative Learning) การเรียนรู้โดยการค้นคว้าอิสระ (Independent Investigation Learning) การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning หรือ PBL) ผู้วิจัยสนใจการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจาก เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกความเป็นจริง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการทักษะในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นรูปแบบการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาจากชีวิตประจำวันหรือเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน เน้นตัวสาระความรู้และมุ่งเน้นที่ผู้สอนเป็นสำคัญ การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นใช้นักเรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งที่ใช้ปัญหาจริงหรือสถานการณ์จำลองเป็นตัวเริ่มต้นกระตุ้นการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด นักเรียนทำงานโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์, 2544: 10-11) โดยขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้และสรุป ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2557: 2-4) ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นจะช่วยพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน (ฉวีวรรณ แก้วไพฑูริ, 2559: 3-10) ในขั้นกำหนดปัญหาและขั้นทำความเข้าใจกับปัญหาจะช่วยให้นักเรียนระบุประเด็นสิ่งที่สถานการณ์สนใจรวมถึงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับคณิตศาสตร์ที่จะมาใช้ในการแก้ปัญหาลงมือหาวิธีการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นดีขึ้นขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าและขั้นสังเคราะห์ความรู้จะช่วยให้นักเรียนได้วิธีการดำเนินการแก้ไขในแต่ละสถานการณ์ได้หลากหลายแล้วนำมาสังเคราะห์ให้เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งเป็นการพัฒนาด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ ขั้นนำเสนอและประเมินผลงานจะช่วยให้นักเรียนบอกถึงความเหตุเป็นผลของผลลัพธ์ที่ได้และสรุปเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนที่จะช่วยพัฒนาการตีความและประเมินผลลัพธ์

ทางคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับความเชื่อว่าจะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้ (วัลลีย์ สัตยาชัย, 2551: 2-3)

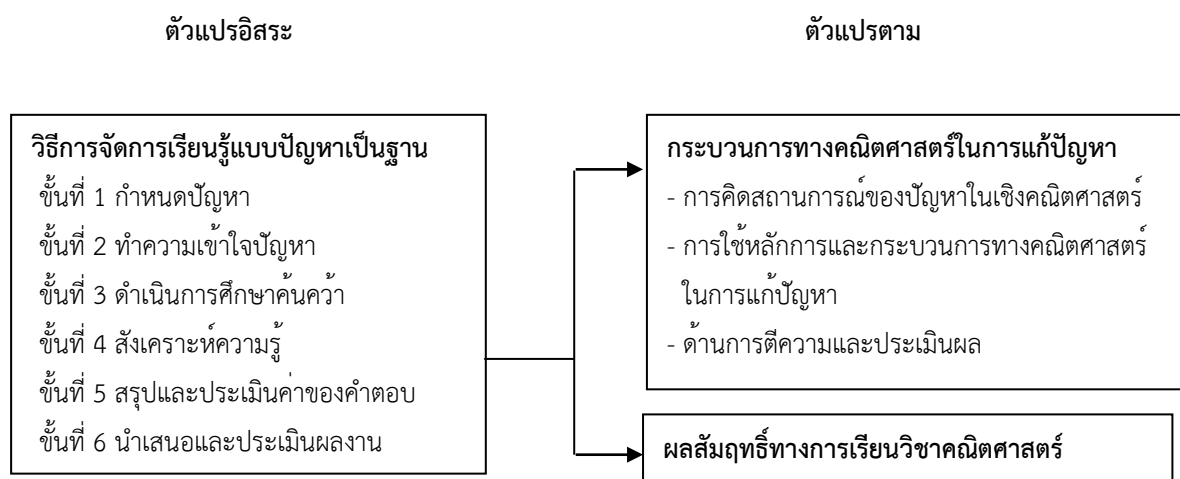
ผู้วิจัยจึงสนใจในการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน 6 ขั้นตอน เพื่อพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพร้อยละ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานักเรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75

กรอบแนวคิด

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแสดงกรอบแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2557: 2-4) โดยมี 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ และขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน เพื่อศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแสดงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 1 ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหตามกรอบ PISA ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 3 ห้อง ได้แก่ ห้อง 4/3, 4/4 และ 4/5 เนื่องจากประชากรมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน โดยผู้วิจัยได้นำผลการเรียนเฉลี่ยสะสมวิชาคณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 มาทดสอบหาค่า F-test ว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน รวมนักเรียนทั้งหมด 116 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้อง 4/3 รวมนักเรียนทั้งสิ้น 39 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้หน่วยสุ่มเป็นห้องเรียน เนื่องจากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานจำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลา 10 ชั่วโมง หากคุณภาพด้านความเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 121) มีผลการประเมินระหว่าง 4.36 ถึง 4.58 ซึ่งผลการประเมินอยู่ระดับเหมาะสมมากถึงเหมาะสมมากที่สุด

2.2 แบบวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 สถานการณ์ โดยต่อสถานการณ์มีคำถามย่อย 9 ข้อ โดยพิจารณาการวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทั้งหมด 3 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2) การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา 3) การตีความ และประเมินผลลัพธ์ โดยนำแบบวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งได้ค่า 0.80 ถึง 1.00 มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.36 มีค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.58 ถึง 0.75 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.86

2.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยนำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งได้ค่า 0.60 ถึง 1.00 ความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.41 ถึง 0.78 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.52 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.80

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยดำเนินการจัดห้องเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

3.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของแผนการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน จำนวน 10 แผน

3.5 นำแบบวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเป็นข้อสอบแบบอัตนัย มาทดสอบเพื่อวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน กับกลุ่มตัวอย่างหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน

4.3 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test for one sample

1. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ตามเกณฑ์ 75/75 โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) โดยคำนวณหาค่า E_1 จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยคะแนนนักเรียนทุกคนจากการทำใบงาน และการทดสอบย่อยระหว่างเรียนจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ 10 แผน และคำนวณหาค่า E_2 จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ดังตาราง 1

	คะแนนเต็ม			รวมคะแนนระหว่างเรียน (70 : 30)			คะแนน ผลสัมฤทธิ์ (30)
	ใบกิจกรรม (180)	แบบทดสอบ ย่อย (100)	รวม (280)	ใบกิจกรรม (70)	แบบทดสอบ ย่อย (30)	รวม (100)	
ค่าเฉลี่ย	161.85	78.54	240.39	62.94	23.56	86.50	24.79
S.D.	5.29	7.39	9.66	2.06	2.22	3.22	3.61
ร้อยละ	89.91	78.54	89.03	89.91	24.00	86.50	82.65

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) เท่ากับ 86.50/82.65

จากตาราง 1 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เท่ากับ 86.50 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 82.65 ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 86.50/82.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาหลังเรียนด้วยวิธีการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยผู้วิจัยได้หาคะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยวัดจากแบบวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา แบบอัตนัยจำนวน 4 สถานการณ์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2) ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ 3) ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และรวมทุกด้าน จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ความสามารถในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ 75	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	39	24	18	20.97	1.31	9.20*	.00
ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	39	24	18	21.21	1.03	18.96*	.00
ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	39	24	18	18.26	1.12	6.17*	.00
ผลรวมทั้ง 3 ด้าน	39	72	54	60.46	2.37	17.02*	.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน รวมทุกด้านมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 60.46 คิดเป็นร้อยละ 83.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อวิเคราะห์คะแนนด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 20.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.35 ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 21.21 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.35 และด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ คะแนนเฉลี่ย 18.26 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.18 ซึ่งทั้งสามด้านมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยวิธีการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 5 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
ปัญหาเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 75

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ ร้อยละ 75	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์	39	30	22.50	24.79	3.61	3.97*	.00

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
ปัญหาเป็นฐานคะแนนเฉลี่ย 24.79 คิดเป็นร้อยละ 82.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่อง การพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.50/82.65 หมายความว่า คะแนนจากใบกิจกรรมกลุ่มและแบบทดสอบย่อย จำนวน 10 แผน
มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 86.50 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่ได้เรียนจนครบทุกแผนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 82.65 เห็นได้ว่า
แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ ที่เป็นเช่นนี้
เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ดำเนินการสร้าง
แผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น
พื้นฐานพุทธศักราช 2551 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาที่ได้วิเคราะห์ไว้ ผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง
เหมาะสม ความชัดเจน จากผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้
(Try-Out) กับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 40 คน แล้วปรับปรุงข้อบกพร่อง แล้วจึงนำไปใช้ทดลองจริงกับกลุ่ม
ตัวอย่างกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 39 คน เพื่อเก็บ
รวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลจากการทดลองจริงไปหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีประสิทธิภาพ
86.50/82.65 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ ซึ่งมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และแผนการจัดการกิจกรรมการ
เรียนรู้ที่สร้างขึ้นมุ่งเน้นสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมากระตุ้นความสนใจ ใช้กระบวนการกลุ่มในการทำ
ความเข้าใจกับปัญหา ร่วมสังเคราะห์ปัญหา และสร้างองค์ความรู้ ตลอดจนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ทำ
ให้นักเรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่ายในการเรียนการสอน โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดในการแก้ปัญหอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งมีการใช้
สื่อใบกิจกรรมมาช่วยในการเรียนการสอนเป็นลำดับขั้นตอน ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจมาก
ยิ่งขึ้น แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพต้องให้นักเรียนได้การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ เน้นกระบวนการคิด
ที่เริ่มต้นจากปัญหา และใช้กระบวนการกลุ่มปฏิบัติอย่างเป็นระบบจะทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ (ชบา
เมืองจิน, 2565: 89-93) อีกทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ต้องมีความทันต่อเหตุการณ์สอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงที่นักเรียนดำเนิน
อยู่มีการเชื่อมโยงความรู้เข้าสู่ชีวิตประจำวันและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริง และยังทำให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากรู้

อยากเห็นเกิดการคิดค้นด้วยตนเอง ใช้เหตุและผลมาช่วย ในการพัฒนาการคิด กระตุ้นนักเรียนให้ใช้ความสามารถประเมินได้ว่าผู้สอนได้สอนตามวัตถุประสงค์ที่ไว้ไว้หรือไม่ (เฉลิมวุฒิ ศุภสุข, 2563: 41-53) สอดคล้องกับงานวิจัยของ วริศรา อ้นเกษ (2562 : 292-295) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่ามีประสิทธิภาพ เท่ากับ 77.27/76.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วุฒิพงษ์ พันจันทร์ (2563: 30-32) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.56/77.59 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาจำแนกรายด้านและโดยรวมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งนักเรียนมีคะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 60.46 จากคะแนนเต็ม 72 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.97 เนื่องจากการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานี้ให้นักเรียนได้รู้จักสถานการณ์ปัญหาจริงในชีวิตประจำวัน โดยครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม เป็นคนช่างสังเกต ช่างสงสัย มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่ม พยายามหาข้อสรุปและได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบนำไปสู่การคิดวิเคราะห์ โดยครูยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามในสถานการณ์ที่ครูยกตัวอย่างภายในกลุ่ม ทำให้เกิดความสนใจในการเรียนและกล้าแสดงความคิดเห็น เกิดการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาให้เหมาะสมก่อนนำสู่การสรุปที่ถูกต้อง โดย PBL แต่ละขั้นตอนมุ่งเน้นให้สามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ (วรวิทย์ ต้นชนะเทวินทร, 2563: 29-34) โดยนักเรียนนำความรู้และประสบการณ์จากการทำกิจกรรมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นระบบ การที่นักเรียนได้เผชิญปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานี้อย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา นั้น นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดี ซึ่งกระบวนการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในห้องเรียน และการสังเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน จะทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ PBL เป็นการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ใช้สถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง มีความซับซ้อนและมีแนวทางการหาคำตอบที่หลากหลายเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนพยายาม วิเคราะห์แก้ปัญหา และหาข้อสรุปด้วยตนเอง ได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม และการอภิปรายในชั้นเรียน โดยครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน (Cerezo, 2004: 109-110) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้จากการเรียนรู้โดยผู้เรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยจะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับกับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกันการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ผู้เรียนจะได้มาและพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ ปัญหาที่ผู้เรียนได้รับจะกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ อยากหาวิธีการที่จะนำมาแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและเมื่อผู้เรียนสามารถแก้ปัญหานั้นได้ก็จะทำให้ผู้เรียนจำเนื้อหาความรู้ได้นานขึ้น (เมธาวี พิมวัน, 2549: 85-89) การใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญกับปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานี้อย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือก และวิธีการที่หลากหลาย ในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ (วันชัย น้อยวงศ์, 2565: 54-66) สอดคล้องกับงานวิจัยของ นวพันธ์ เกษรอด (2563: 94-97) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กานต์พิชชา งามชัด (2556: 101-102) ได้ศึกษา

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบ PBL: Promblem based Learning พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ รูปแบบปัญหาเป็นฐาน (PBL) มีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่จากการเปรียบเทียบคะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา พบว่าคะแนนเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.39 ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.21 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.35 และด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.28 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.16 จะเห็นได้ว่าด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์มีคะแนนน้อยที่สุดเนื่องมาจากการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์มีความซับซ้อนมาก นักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างดี มีการเชื่อมโยงระหว่างเหตุและผล เนื่องจากด้านการตีความสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ที่อ่อนกว่าอีกสองด้านที่เหลือ ครูจึงควรฝึกให้นักเรียนรู้จักทำความเข้าใจกับการตีความจากสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ได้ เพราะถือเป็นหนึ่งในกระบวนการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการตีความหมายหรืออธิบายความหมายจากสถานการณ์ปัญหาให้ได้ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาในโลกจริง (สุชาติ ปัทมวิภาต, 2557: 36-39) สอดคล้องกับงานวิจัยของ กมลกานต์ ศรีธิ (2560: 105-118) พบว่า คะแนนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้เป็นฐานที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน อยู่ในระดับดี ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 เมื่อพิจารณารายด้านตามองค์ประกอบโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย พบว่า ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ตามลำดับ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.79 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.65 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2557: 2-4) ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา อยากรู้ อยากเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ได้ ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องเรียนรู้ นักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ชัดเจน ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ด้วยวิธีการหลากหลาย ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และร่วมกันสังเคราะห์องค์ความรู้ ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวม ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงาน โดยทุกกลุ่มและผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ปัญหา และสร้างองค์ความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยครูผู้สอนส่งเสริมการคิด กระตุ้นความสนใจ ตรวจสอบความเข้าใจ รวมทั้งพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การสื่อสาร การอธิบายให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงมีผลการเรียนรู้ที่ดีเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดและมีคะแนนผลการเรียนรู้เป็นไปตามเกณฑ์ จากเหตุผลดังกล่าวจึงแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยให้นักเรียนมีคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง (ณัฐชตะ ใจตรง, 2565: 3-11) โดย โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนสามารถเรียนได้ตามศักยภาพของตนเอง มีส่วนร่วมในการเรียนรู้และยังมีการร่วมกันแสดงความคิดเห็นของตนเองผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนได้ค้นคว้าวิธีการแก้ปัญหาโดยสามารถบูรณาการความรู้เข้าด้วยกัน (ธนาพร ผ่องแผ้ว, 2566: 40-52)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้เกิดภาวะงุนงงสงสัยและความต้องการที่จะแสวงหาความรู้เพื่อขจัดความสงสัย การให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาจริงหรือสถานการณ์ต่าง ๆ และร่วมกันคิด หาทางแก้ปัญหา จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ อันเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเรียนรู้ตลอดชีวิต อีกทั้งยังมีชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการกลุ่ม จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและสร้างความรู้ด้วยตนเอง (ทศนา ขัมมณี, 2558: 137-138) ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ในกลุ่มย่อย สมาชิกในกลุ่มจะช่วยกันวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้เหตุผลและพื้นฐานความรู้เดิมของสมาชิกเพื่อให้ได้แนวความคิด และข้อสนับสนุนเกี่ยวกับโครงสร้างของปัญหา สมาชิกของกลุ่มจะต้องระดมความคิดเกี่ยวกับกระบวนการ และกลไกที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา นอกจากนั้นครูผู้สอนก็มีความสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องเป็นผู้คิดสถานการณ์และคอยให้คำแนะนำกับผู้เรียน (พลสันต์ โพธิ์ศรีทอง, 2548: 37-40) จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาหนัน กองคำ (2561 : 140-144) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิภาพร บุตรมะ (2564 : 214-218) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผู้เรียนจำนวน 5 คนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่ตั้งไว้ มาจากปัจจัยหลาย ๆ อย่างไม่ว่าจะเป็นความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนไม่มีความตั้งใจ ไม่เรียนรู้ ไม่มีสมาธิ ไม่เกิดแรงบันดาลใจ และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างจำกัด ผู้เรียนบางคนกล่าวว่าคำตอบที่ต้องการตอบมีผู้เรียนคนอื่นตอบไปแล้ว หรือในการทำกิจกรรมกลุ่มที่ละความสามารถคนเก่ง ปานกลาง และคนอ่อน ซึ่งส่วนใหญ่คนเก่งในกลุ่มจะเป็นผู้ทำงาน ทำให้นักเรียนกลุ่มนี้ไม่เข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนเท่าที่ควร พฤติกรรมเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การเสนอสถานการณ์ปัญหา ผู้สอนควรนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันซึ่งมีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อเนื่องในอนาคตข้างหน้า เพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงปัญหาในปัจจุบันและอนาคต และอาจมีสื่อทำให้ผู้เรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้มากขึ้น เช่น ปัญหาจากสื่อสังคมออนไลน์

1.2 ควรปรับกิจกรรมในแต่ละแผนการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายของสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ได้เห็นแนวทางในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตจริง

1.3 ผู้สอนควรจัดกิจกรรมโดยยืดหยุ่นด้านเวลา ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งอาจมีการคาดเคลื่อนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่วางไว้ อาจปรับเปลี่ยนเวลาได้ตามความเหมาะสม

1.4 ควรจะพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดทฤษฎีของคอนสตรัคติวิสต์ ที่จะช่วยส่งเสริมกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะในด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ

ที่สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ และอธิบายความสมเหตุสมผลหรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริงถูกต้องเพียงบางส่วนเท่านั้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric ในการแปลผลข้อมูลของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานักเรียน เพื่อกำหนดแนวทางในการตัดสินใจอย่างยุติธรรม ปราศจากความลำเอียง และความชัดเจนของข้อมูล

2.2 ควรทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กมลกานต์ ศรีธิ. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 13(37), 105-118.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระคณิตศาสตร์* (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์แห่งประเทศไทย.
- กานต์พิชชา ขามซัด. (2556). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบ PBL*. การศึกษาค้นคว้าอิสระ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ฉวีวรรณ แก้วไทรฮะ. (2559). *การพัฒนารูปแบบเครื่องมือการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).
- เฉลิมวุฒิ ศุภสุข. (2563). การใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงรุกกร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการตั้งคำถามโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด*, 14(3), 41-53.
- ชบา เมืองจีน. (2565). การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง. *วารสารชุมชนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 16(2), 89-93.
- ณัฐชະ ใจตรง. (2565). การพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค KWDL. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด*, 16(1), 3-11.
- ทศนา แหมมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 19)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนาพร ผ่องแผ้ว. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดปทุมธานี. *วารสารการวิจัยการศึกษาขั้นพื้นฐาน*, 3(1), 40-52.
- นพพันธ์ เถาะรอด. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 2(15), 94-97.
- นิภาพร บุตรมะ. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 18(3), 214-218.

- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปาหนัน กองคำ. (2561). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1. *วารสารวิจัยรำไพพรรณี*, 12(3), 140-144.
- พลสันต์ โพธิ์ศรีทอง. (2548). *บนเส้นทางที่สร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: เอส แอนด์ จี กราฟฟิค.
- พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์. (2544). *การสร้างและการพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- เมธาวี พิมวัน. (2549). *ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์. นครนายก: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคามฝ่ายมัธยม. (2565). *รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน*. มหาสารคาม: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคามฝ่ายมัธยม.
- วรวิทย์ ต้นชนะเทวินทร. (2563). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL). *วารสารวิทยาลัยบัณฑิตเอเชีย*, 10(4), 29-34.
- วิศรา อ้นเกษ. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(2), 292-295.
- วันชัย น้อยวงศ์. (2565). การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิจัยเพื่อการปฏิรูปการเรียนรู้*, 5(2), 54-66.
- วลลี สัตยาศัย. (2551). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักสูตรแบบการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: บุ๊คเน็ต.
- วุฒิพงษ์ พันจันทร์. (2563). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 15(3), 30-32.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2564). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2564*. สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2566, จาก www.onetresult.niets.or.th
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). *สรุปผลการประเมิน PISA 2022 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2557). *รายงานการวิจัยแนวทางการพัฒนาการศึกษาไทยกับการเตรียมความพร้อมศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สำนักงานทดสอบทางการศึกษา. (2560). *รายงานประจำปี 2560: ผลการทดสอบทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุชาติ ปัทมวิภาต. (2557). การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015. *วารสารมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 42(188), 35-39.
- สุภัทรา ทรัพย์อุการ. (2562). *มารู้จักระบบสารสนเทศเพื่อจัดการ (MIS) ให้มากขึ้นกันดีกว่า*. สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2566, จาก <https://www.scimath.org/article-technology/item/10477-mis>

Cerezo, N. (2004). *Problem-Based Learning in the Middle School: A Research Case Study of the Perceptions of At-Risk Females*. *Research in Middle Level Education Online*. Retrieved May 27, 2022, from: <https://www.amle.org/Publications/PMLEOnline/tabid/101/Default.aspx>