



ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุก เรื่องความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*

EFFECTS OF USING ACTIVE MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING MODEL IN TEACHING PROBABILITY FOR GRADE 10 STUDENTS



ปราณี ถิ่นเวียงทอง

Pranee Thinwiangthong

โรงเรียนขามแก่นนคร

KhamKaen Nakorn School

Corresponding Author E-mail: pranee201976@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุก (Active Mathematical Problem Solving: A-MaPS Model) เรื่องความน่าจะเป็น ประชากรเป็นนักเรียนโรงเรียนขามแก่นนคร จำนวน 235 คน จำนวนห้องเรียน 7 ห้อง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนขามแก่นนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 33 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุก เรื่องความน่าจะเป็น จำนวน 10 แผน 2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ และ 4. แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X}=15.61$, S.D.=1.56) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}=5.61$, S.D.=2.41) ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X}=16.61$, S.D.=0.97) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}=3.97$, S.D.=1.24) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุกอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.65$, S.D.=0.45)

คำสำคัญ: รูปแบบการจัดการเรียนรู้; การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์; การเรียนรู้เชิงรุก



Abstract

The objective of this research article was to study the effects of using the Active Mathematical Problem-Solving Learning Management Model (A-MaPS Model) on the topic of Probability. The population consisted of 235 students of Grade 10 from seven classes at Khamkaen Nakhon School, in the second semester of the academic year 2023. The sample group was 33 students in Grade 10/1 (Mathayom 4/1), randomized by cluster random sampling. The research instruments included: 1. ten lesson plans using A-MaPS Model on the topic of Probability, 2. a mathematical problem-solving ability test, 3. a mathematics achievement test, and 4. a satisfaction questionnaire. The statistics used for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test.

The research findings revealed that students' mathematical problem-solving ability after learning ($\bar{X}$ = 15.61, S.D.=1.56) was significantly higher than before learning ($\bar{X}$ =5.61, S.D.=2.41). Their mathematics achievement after learning ($\bar{X}$ = 16.61, S.D. = 0.97) was also significantly higher than before learning ($\bar{X}$ = 3.97, S.D.=1.24) at the .05 level of statistical significance. In addition, the students expressed the highest level ($\bar{X}$ =4.65, S.D.=0.45) of satisfaction with the A-MaPS Model.

Keywords: Instructional Model; Mathematical Problem Solving; Active Learning

บทนำ

คณิตศาสตร์ถือเป็นศาสตร์พื้นฐานที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนามนุษย์และสังคม เนื่องจากเป็นเครื่องมือในการคิดอย่างมีเหตุผล มีระบบระเบียบ และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทั้งในชีวิตประจำวันและในวิชาชีพต่าง ๆ ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) นอกจากนี้ การเรียนคณิตศาสตร์ยังช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking Skills: HOTS) ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงวิพากษ์ และการคิดเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (Anderson & Krathwohl, 2001; Trilling & Fadel, 2009) องค์การความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) ได้กำหนดให้ทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน (Complex Problem Solving) เป็นหนึ่งในสมรรถนะหลักที่จำเป็นต่อผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และยังใช้เป็นตัวชี้วัดสำคัญในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) (OECD, 2019) ดังนั้น ระบบ



การศึกษาในหลายประเทศจึงให้ความสำคัญกับการสร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริงที่ต้องใช้การคิดเชิงวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์

สำหรับบริบทของประเทศไทย การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังคงเผชิญความท้าทายหลายประการ โดยเฉพาะในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิเคราะห์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) หลายปีที่ผ่านมา พบว่าผลการทดสอบของนักเรียนไทยยังอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะเนื้อหาสถิติและความน่าจะเป็น (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2564) สอดคล้องกับรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปีการศึกษา 2562 – 2564 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้คะแนนต่ำที่สุดในเรื่องความน่าจะเป็น (โรงเรียนขามแก่นนคร, 2565) นอกจากนี้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนขามแก่นนคร ที่ได้จัดทำข้อมูลจากการดำเนินงานในชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC) ระหว่างปีการศึกษา 2562-2564 พบว่า นักเรียนยังมีปัญหาในการนำความรู้ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อน และทำคะแนนได้ต่ำในเนื้อหาความน่าจะเป็น (โรงเรียนขามแก่นนคร, 2565) สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อปัญหานี้โดยตรง

แนวการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นวิธีการที่ช่วยพัฒนาทักษะการคิด การแก้ปัญหา และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Bonwell & Eison, 1991; Prince, 2004) โดยเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง ผ่านการลงมือปฏิบัติ ค้นหาความรู้ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-Centered Approach) ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Weimer, 2013) การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นภารกิจที่ทำนายสำหรับครู เนื่องจากต้องเปลี่ยนบทบาทจากการสอนแบบเดิมที่เน้นการอธิบายเนื้อหาเป็นการอำนวยความสะดวกให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง สะท้อนคิดกับกิจกรรม และสรุปข้อความรู้ด้วยตนเอง ครูจึงจำเป็นต้องร่วมมือกันในชุมชนการเรียนรู้เชิงวิชาชีพ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนขามแก่นนคร ได้ทำงานร่วมกันในชุมชนการเรียนรู้เชิงวิชาชีพ และพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดของ DuFour et al. (2010); วิจารณ์ พานิช (2555); มนตรี แยมกลีกร (2561); สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง และคณะ (2565) ที่พบว่า ชุมชนการเรียนรู้เชิงวิชาชีพเป็นชุมชนที่ครูมาร่วมมือกันสืบเสาะหาแนวทางในการปรับปรุงการสอนและการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ช่วยแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้และเอื้อต่อการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุก (Active Mathematical Problem Solving: A-MaPS Model) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน รวมถึง



สร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) และความต้องการของสังคมในศตวรรษที่ 21 ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์เชิงรุก (A-MaPS Model) ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นการเสนอปัญหา 2. ขั้นลงมือ แก้ปัญหา 3. ขั้นเสนอแนวคิดและตรวจสอบคำตอบ 4. ขั้นสรุปแนวคิด และ 5. ขั้นขยายปัญหา และเขียนสะท้อน (ปราณี ถิ่นเวียงทอง, 2566) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ผ่านการตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญและการทดลองใช้แล้ว การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้น่าจะส่งเสริม นักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาศักยภาพของนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบของการวิจัย

ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลัง (One-Group Pretest–Posttest Design) เนื่องจากต้องการศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียน ขามแก่นนคร ภายหลังจากจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุก เพื่อดูว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ข้อจำกัดของการวิจัยครั้งนี้ คือ ไม่มีกลุ่มควบคุม ซึ่งส่งผลให้มีข้อจำกัดในการอธิบายประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ใช้ในการวิจัย

2. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 235 คน ซึ่งจัดเป็น 7 ห้องเรียน โดยจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียนแบบละความสามารถ

2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 33 คน ได้มา โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผน โดยแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนกำหนดเวลาเรียนแผนละ 2 คาบ 100 นาที มีการออกแบบตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์



เชิงรุก 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นการเสนอปัญหา 2. ขั้นลงมือแก้ปัญหา 3. ขั้นเสนอแนวคิดและตรวจสอบคำตอบ 4. ขั้นสรุปแนวคิด และ 5. ขั้นขยายปัญหาและเขียนสะท้อน ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนก่อนนำเสนอไปใช้จริง ผู้วิจัยได้ส่งแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ และด้านการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในด้านเนื้อหา กระบวนการเรียนรู้ และความสอดคล้องกับตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ผลการประเมินพบว่า โดยภาพรวมแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการทดลองได้จริง

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ใช้วัดความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยข้อสอบแต่ละข้อถูกออกแบบให้ครอบคลุมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา ลงมือแก้ปัญหา และนำเสนอแนวคิด ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้วิธีการคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) ผลการตรวจสอบพบว่า มีค่า CVI เท่ากับ 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก แสดงว่าแบบทดสอบมีความตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัด และนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ ไปทำการตรวจสอบหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีตรวจซ้ำ (Test-retest) ห่างกัน 2 สัปดาห์ จากกลุ่มตัวอย่าง 33 คน พบค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (r) เท่ากับ 0.82 แสดงว่าเครื่องมือมีความเชื่อมั่นสูง สามารถใช้เป็นเครื่องมือวิจัยได้

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในเรื่องความน่าจะเป็น แบบทดสอบถูกสร้างขึ้นตามตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางฯ และครอบคลุมสาระสำคัญของหน่วยการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นนำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์การวัด ผลการตรวจสอบพบว่า มีค่า IOC เท่ากับ 0.90 และนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ Cronbach (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ เท่ากับ 0.94 แสดงว่า แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการวัดอย่างเหมาะสม และสามารถใช้ในการเก็บข้อมูลได้จริง

3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามเพื่อวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุก โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแนวของ Likert (1932) จำนวน 20 ข้อ ครอบคลุมด้านเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียน ผู้วิจัยได้ส่งแบบสอบถาม

ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การวิจัย โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ผลการตรวจสอบพบว่า มีค่า IOC เท่ากับ 0.80 อยู่ในเกณฑ์ที่ดี และนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ Cronbach (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ เท่ากับ 0.96 แสดงว่าแบบสอบถามมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้วัดความพึงพอใจได้อย่างน่าเชื่อถือ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ครบถ้วน และสะท้อนผลที่แท้จริงของการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

4.1 การเก็บข้อมูลก่อนการจัดการเรียนรู้ (Pre-test) ก่อนเริ่มการทดลอง นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 33 คน ได้ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับผลหลังเรียน (Post-test) โดยผลการทดสอบนี้สะท้อนถึงระดับความรู้ ความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

4.2 การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุก ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการสอนจำนวน 10 แผน ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาในเรื่องความน่าจะเป็นตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นการเสนอปัญหา 2. ขั้นลงมือแก้ปัญหา 3. ขั้นเสนอแนวคิดและตรวจสอบคำตอบ 4. ขั้นสรุปแนวคิด และ 5. ขั้นขยายปัญหาและเขียนสะท้อน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีระบบ

4.3 การเก็บข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ (Post-test) หลังจากสิ้นสุดการทดลอง นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้ทำการทดสอบอีกครั้ง โดยทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ อีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบกับผลก่อนเรียน นอกจากนี้ ยังได้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับการเรียนรู้ในครั้งนี้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อสะท้อนความคิดเห็นและความรู้สึกของนักเรียนต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว

5. การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ใช้สถิติพรรณนาและสถิติอ้างอิง ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา ใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในการอธิบายระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ และระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้



5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอ้างอิง ใช้สถิติ t-test แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ (Dependent Samples t-test) เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เพื่อยืนยันผลว่าความแตกต่างที่พบเกิดขึ้นจากการทดลองจริง

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงรุก เรื่องความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขามแก่นนคร แสดงดังตารางและสรุปผลการวิจัยดังนี้

1. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงรุก

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงรุก

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	33	5.61	2.41	25.06	0.0001*
หลังเรียน	33	15.61	1.56		

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติ < .05

จากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 5.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.41 และหลังเรียนเท่ากับ 15.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.56 เมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่า ค่าที่เท่ากับ 25.06 ค่าพี (P-value) เท่ากับ Sig. = 0.0001 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด .05 สรุปว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงรุก

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงรุก

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	33	3.97	1.24	55.09	0.0001*
หลังเรียน	33	16.61	0.97		

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติ < .05

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 3.97 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.24 และหลังเรียนเท่ากับ 16.61 ส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐานเท่ากับ 0.97 เมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่า ค่าที่เท่ากับ 55.09 ค่าพี (P-value) เท่ากับ Sig. = 0.0001 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด .05 สรุปว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงรุก เรื่องความน่าจะเป็น อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจเท่ากับ 4.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45

โดยสรุป รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุก (A-MaPS Model) เรื่องความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สามารถนำไปใช้ได้จริง และได้รับการยอมรับจากผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุก (A-MaPS Model) เรื่องความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สะท้อนให้เห็นว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผ่านกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง การทำงานร่วมกันอย่างมีส่วนร่วม การอภิปรายร่วมกับเพื่อน การสรุปข้อความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการสะท้อนคิดกับวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งช่วยเสริมสร้างกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและความมั่นใจในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Polya (1945) ที่เน้นการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองเป็นการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ Dewey (1933) และ Bonwell & Eison (1991) เน้นการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติและสะท้อนคิดกับการปฏิบัติ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของสุตารัตน์ สุทธิวงศ์ (2563) และธัญญาวัฒน์ การะเกตุ (2560) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้แบบร่วมมือทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ และผลการวิจัยของอนันต์ นวลใหม่ (2562) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยืนยันว่า การเรียนรู้เชิงรุกสามารถส่งเสริมพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

นอกจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว นักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุก อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง สามารถคิดแก้ปัญหา



คณิตศาสตร์ และสนุกกับกระบวนการเรียนรู้ สะท้อนให้เห็นว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุก ไม่เพียงแต่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่านั้น แต่ยังช่วยสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์อีกด้วย ผลลัพธ์นี้สอดคล้อง กับงานวิจัยของสุदारตัน สุทธิวงศ์ (2563) และธัญญาวัฒน์ การะเกตุ (2560) ที่ระบุว่า การที่นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมและสนุกกับการเรียนรู้ส่งผลให้ความพึงพอใจต่อการเรียน คณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์เชิงรุกเป็นรูปแบบที่มีประสิทธิผลทั้งในด้านการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียน ซึ่งสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์เพื่อยกระดับคุณภาพผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

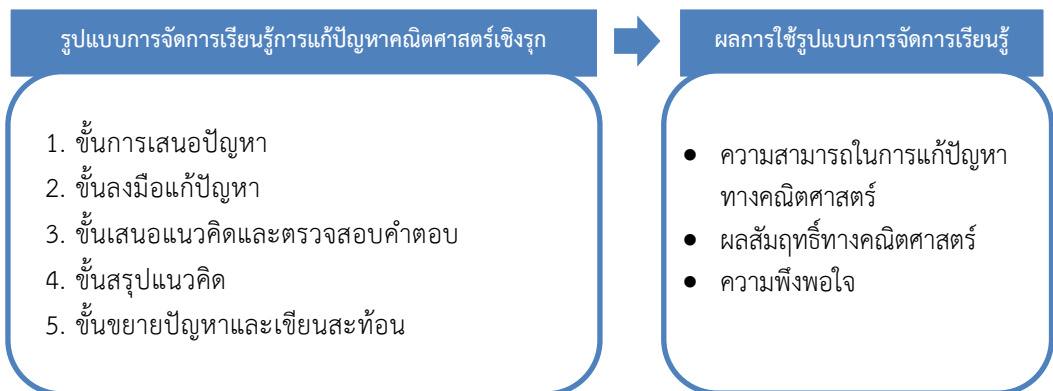
อย่างไรก็ตาม การวิจัยนี้มีข้อจำกัดคือไม่มีกลุ่มควบคุม ซึ่งส่งผลให้มีข้อจำกัดในการ อธิบายประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยและไม่สามารถอ้างถึงผลเป็นกรณี ทัวไปหรืออ้างอิงไปยังบริบทอื่นได้ นอกจากนี้ การวิจัยนี้ไม่ได้ศึกษาเพื่อติดตามผลการใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุกในระยะยาวจึงมีข้อจำกัดในการอธิบายความ คงทนของการเรียนรู้ ซึ่งอาจเป็นประเด็นในการวิจัยครั้งต่อไป

องค์ความรู้จากการวิจัย

องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปเป็นได้ 2 ข้อดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุกมีประสิทธิภาพในการ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียน การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบนี้ช่วยให้ให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี ขึ้นและมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ครูคณิตศาสตร์ สามารถนำไปปรับใช้ในสถานศึกษาได้ เพื่อยกระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างเป็นระบบ

2. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์เชิงรุกอยู่ในระดับสูง นักเรียนสนุกกับกิจกรรมการเรียนรู้ การแก้ปัญหาเชิง สถานการณ์ การมีส่วนร่วมในกิจกรรม การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการสะท้อนคิด ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจซึ่งนำไปสู่การมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ส่งผลให้ การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้นทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และความรู้สึกลับ



ภาพที่ 1 องค์ความรู้จากการวิจัย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาควรกำหนดนโยบายส่งเสริมการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุกที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนในสังกัด และจัดสรรงบประมาณสนับสนุนการจัดการเรียนรู้
2. โรงเรียนควรกำหนดแนวทางในการพัฒนาครูคณิตศาสตร์ให้มีความรู้และทักษะในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุก และควรจัดสรรทรัพยากรทั้งด้านงบประมาณ เวลา และสื่อการเรียนรู้ เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้
3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมให้ครูมีเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวทางการแก้ปัญหการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตลอดจนผลการพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติการ

1. ครูควรศึกษาคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุกอย่างละเอียดก่อนนำไปใช้ เพื่อให้สามารถวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้และออกแบบโจทย์ปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับระดับชั้นและความสามารถของนักเรียน
2. ครูควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงรุกไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และการอภิปรายร่วมกันของนักเรียน รวมถึงใช้สถานการณ์หรือโจทย์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. ครูควรประเมินและสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำไปปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น การปรับความยากง่ายของสถานการณ์ปัญหา การให้คำแนะนำ



และการใช้สื่อเสริมหรือเครื่องมือช่วยสอน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุดและตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยต่อเนื่องเพื่อติดตามผลและความคงทนของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่นักเรียนผ่านการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงรุกไปแล้วเป็นระยะเวลาหนึ่ง

2. ควรสำรวจและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความยั่งยืนของผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การฝึกฝนต่อเนื่องของนักเรียน กิจกรรมเสริมในชั้นเรียน หรือสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ เป็นต้น

3. ควรมีการวิจัยผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงรุก โดยกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นและศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงรุกอย่างชัดเจน

ข้อเสนอแนะนี้มุ่งหวังให้เกิดการนำองค์ความรู้จากงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั้งในด้านการกำหนดนโยบาย การปฏิบัติการสอน และการต่อยอดการวิจัย เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้เกิดประสิทธิผลยิ่งขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ธัญญาวัฒน์ การะเกตุ. (2560). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องการเรียงสับเปลี่ยน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคงคาราม จังหวัดเพชรบุรี. สืบค้น 10 ตุลาคม 2566, จาก <https://ir.stou.ac.th/handle/123456789/10630>

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปราณี ถิ่นเวียงทอง. (2566). การวิจัยและพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงรุก (รายงานการวิจัย). ขอนแก่น: โรงเรียนขามแก่นนคร.

มนตรี แยมกสิกร. (2561). บทบาทของผู้บริหารโรงเรียนกับชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ. ใน สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา, การประชุมทางวิชาการของคุรุสภา ประจำปี 2561 เรื่องชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ : พลัฒ์ครูขับเคลื่อนคุณภาพการศึกษาไทย. (น. 41-49). กรุงเทพฯ: องค์การค่าของ สกสศ. ลาตพรว้า.

โรงเรียนขามแก่นนคร. (2565). รายงานผลการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2562-2564. ขอนแก่น: โรงเรียนขามแก่นนคร.

_____. (2565). รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน. ขอนแก่น: โรงเรียนขามแก่นนคร.



- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ตลาดา
พับลิเคชั่น.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2564). *รายงานผลการทดสอบ
ทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2563*. กรุงเทพฯ: สำนัก
ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *คู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม
วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2545). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ:
กระทรวงศึกษาธิการ.
- สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง และคณะ. (2565). การปฏิบัติการสอนคณิตศาสตร์วิถีใหม่ที่บูรณาการ
ความรู้เนื้อหาหาสนาวิธีสอนและเทคโนโลยีในวงจรมุมมองการเรียนรู้เชิงวิชาชีพ. *วารสาร
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 45(1), 115-129.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตร
แห่งประเทศไทย.
- สุภารัตน์ สุทธิวงศ์. (2563). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
พีระมิด กรวยและทรงกลมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคำยาง จังหวัด
อุดรธานี*. สืบค้น 10 ตุลาคม 2566, จาก <https://shorturl.asia/5NmWA>
- อนันต์ นวลใหม่. (2562). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนต้นด้วยการเรียนรู้เชิงรุก (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
การศึกษา)*. ลพบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching,
and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*.
New York, NY: Longman.
- Bonwell, C. C. & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in
The Classroom*. Washington, DC: The George Washington University.
- Dewey, J. (1933). *How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective
Thinking to the Educative Process*. Boston, MA: D.C. Heath & Co Publishers.
- DuFour, R. et al. (2010). *Learning by Doing: A Handbook for Professional Learning
Communities at Work (2nd ed.)*. Indiana: Solution Tree Press.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results: What Students Know and Can Do*. Paris, France:
OECD Publishing.



- Polya, G. (1945). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton: Princeton University Press.
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of The Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Trilling, B. & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning For Life in Our Times*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Weimer, M. (2013). *Learner-Centered Teaching: Five Key Changes to Practice* (2nd ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass.

