



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้าง
ไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

**The Development of Mathematics Learning Activity by using Inquiry Process with Ill-
Structure Problem Solving to Promote Computational Thinking Ability in Matthayomsuksa 2 Students**

พรเทพ เชื้อตาพระ¹ และทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ²

Bhornthep Chuetapra¹ and Tatsirin Sawangboon²

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม^{1,2}

Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Mahasarakham University^{1,2}

Corresponding author, E-mail: 63010558009@msu.ac.th¹, tatsirin.s@msu.ac.th²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก จำนวน 8 แผนการเรียนรู้รวมทั้งสิ้น 8 ชั่วโมงมีคุณภาพและความเหมาะสมอยู่ในระดับเฉลี่ยที่ 4.52-4.75 ซึ่งหมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด 2) แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ แบบวัดมีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีความเหมาะสมอยู่ที่ 4.47 มีค่าความยากง่ายอยู่ที่ 0.55-0.67 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ที่ 0.55-0.76 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความยากง่ายอยู่ที่ 0.47-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ที่ 0.56-0.97 สถิติที่ใช้คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ One Sample t-test

ผลการศึกษาพบว่า 1) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน มีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 73.52/75.21$ 2) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ, กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์, ทักษะการคิดเชิงคำนวณ



ABSTRACT

This research purposed to develop mathematics learning activities on surface area and volume of prisms and cylinders by using inquiry process with Illstructure Problem Solving to promote computational thinking skills in Matthayomsuksa 2 students to be effective according to the 70/70 criteria, to compare computational thinking skills with 70 percent of criteria and to compare the learning achievement with 70 percent of criteria. The samples were 38 Matthayomsuksa 2/3 students at Mahasarakam University Demonstration School (Secondary) which obtained by cluster random sampling. The instruments used in the experiments were 8 lesson plans based on inquiry process with Ill-structure Problem Solving, total 8 hours. The means are between 4.52 to 4.75 which are the highest quality criteria and the instruments used to collect the data were a computational thinking skills assessment. The Index of Item-Objective Congruence (IOC) are between 0.67 to 1.00. The Difficulty Indices are between 0.55 to 0.67. The Discrimination Indices are between 0.55 to 0.76. The Reliability by using Cronbach's Alpha formular (α) is 0.93, learning achievement test of Mathematics 4 on surface area and volume of prisms and cylinders. The Index of Item-Objective Congruence (IOC) are between 0.67 to 1.00. The Difficulty Indices are between 0.47 to 0.73. The Discrimination Indices are between 0.56 to 0.97. The statistics manipulated for the data were percentage, mean, standard deviation, and one-sample t-test.

The results revealed as follows: 1) The results of the management of mathematics learning activities by using the inquiry process with Ill-structure Problem Solving to promote computational thinking skills in Matthayomsuksa 2 students. 2) Matthayomsuksa 2 students who studied through mathematics learning activities by using inquiry process with Ill-structure Problem Solving had computational thinking skills higher than the criteria of 70 percent, statistically significant at the level of .05. 3) Matthayomsuksa 2 students who studied through mathematics learning activities by using inquiry process with Ill-structure Problem Solving had the learning achievement higher than the criteria of 70 percent, statistically significant at the level of .05.

Keywords: Inquiry Process, Ill-Structure Problem Solving, Computational Thinking Skill



บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่พื้นฐานแล้วเกี่ยวกับตัวเลข การคำนวณ การใช้เหตุและผลเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันซึ่งจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างดี ทั้งช่วยในการพัฒนากระบวนการคิดให้คิดอย่างมีเหตุผล คิดวิเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ และเป็นแบบแผนมากขึ้น อันจะนำมาซึ่งการคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ เปิดโอกาสให้เยาวชนได้ค้นคว้าความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิต โดยมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญและเตรียมให้ผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งการดำเนินการในชีวิตหรือการทำงานในด้านต่าง ๆ ล้วนต้องเจอปัญหาที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ดังนั้นทักษะสำคัญที่ต้องมีการเพิ่มระดับการเรียนรู้ที่สูงขึ้นเพื่อเป็นการพัฒนาศักยภาพบุคคลให้สอดคล้องตามการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือทักษะที่สามารถแก้ไขหรือวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ที่สามารถใช้ในการดำรงชีวิตได้ในยุคปัจจุบันนี้ ซึ่งแนวคิดสำคัญสำหรับการแก้ไขหรือวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ นั้น คือแนวคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นทักษะประเภทหนึ่งที่สำคัญต่อผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ในเรื่องของทฤษฎีการวิเคราะห์ปัญหาหลัก โดยมีการสังเกตรูปแบบของปัญหา และสถานการณ์เพื่อนำไปใช้ในลักษณะที่เป็นรูปแบบ (บริติช บลิ้มส์สารานุกรม, 2560, น. 142)

การคิดเชิงคำนวณเป็นการแก้ปัญหาที่มีลักษณะพิเศษคือประยุกต์ใช้หลักการของวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย การกำหนดสาระสำคัญหรือคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การย่อยปัญหา (Decomposition) การทราูปแบบ (Pattern Recognition) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ แม้ว่าความสามารถในการคิดเชิงคำนวณจะถูกส่งเสริมในแวดวงสาระวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่ แต่มีความจำเป็นที่ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้กับนักเรียนในสาระ

วิชาอื่น ๆ ที่หลากหลายไม่ใช่เพียงแต่ในสาระวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Yadav, et al., 2011) โดยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน โจทย์ปัญหาส่วนใหญ่มีความซับซ้อนทั้งในด้านการวิเคราะห์ โจทย์ปัญหา ด้านการคำนวณ หรือด้านการหาคำตอบต่าง ๆ

จากข้อมูลของค่าสถิติผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ประจำปีการศึกษา 2561 ถึง 2563 (โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม), 2564) มีคะแนนเฉลี่ยลดลงในทุก ๆ ปี และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564) และจากที่ผู้วิจัยได้ไปทดลองสอนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเรียนรู้ทฤษฎีเพื่อนำไปใช้ในการหาคำตอบของโจทย์ได้ แต่ไม่สามารถนำทฤษฎีไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาได้ หรือเมื่อเจอปัญหาที่ซับซ้อน นักเรียนไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดทักษะในการแก้ปัญหา (สุกัญญา ศรีสาคร, 2547) ทั้งนี้ อาจเกิดจากสาเหตุ ครูไม่เข้าใจวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและครูผู้สอนส่วนใหญ่ขาดทักษะในการสอนให้ผู้เรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์ ประกอบกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้มีมาก ทำให้ครูเร่งรีบและกังวลกับการสอนเนื้อหาให้ครบมากกว่าการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ ทำให้การเรียนการสอนของประเทศไทยในปัจจุบันยังใช้วิธีการที่ครูเป็นผู้อธิบายเป็นส่วนใหญ่ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนท่องจำ ไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนขาดความกระตือรือร้น และขาดความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน (ทิศนา ชวนมณี, 2550) เมื่อนักเรียนถูกจำกัดให้อยู่แต่กับเนื้อหาที่มาก โจทย์ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม ๆ ซึ่งแตกต่างกับปัญหาที่นักเรียนจะต้องพบเจอในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูล หรือนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งอาจทำให้นักเรียนขาดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้ เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ที่เน้นให้



ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและมีอิสระในการคิดการแสดงออก ที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และสร้างองค์ความรู้ใหม่ รวมทั้งให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขึ้นทบทวนความรู้เดิม 2) ขึ้นสอนเนื้อหาใหม่ 3) ขึ้นสรุป 4) ขึ้นฝึกทักษะ 5) ขึ้นนำความรู้ไปใช้และ 6) ขึ้นประเมินผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ซึ่งจะสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ในขั้นที่ฝึกทักษะให้นักเรียนได้ฝึกแยกย่อยปัญหา หารูปแบบและขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง และในขั้นนำความรู้ไปใช้ นักเรียนสามารถนำแนวทางการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือปัญหาที่เกิดขึ้นได้ก่ในในชีวิตประจำวัน ลักษณะของปัญหานี้มีความคล้ายคลึงกับปัญหาที่ครูสอนในห้องเรียนที่เรียกว่า ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (ill-structured Problem) ที่มีความซับซ้อน ประกอบด้วยเงื่อนไข ข้อจำกัด มีความคลุมเครือไม่ชัดเจน เนื่องจากขาดข้อมูลที่ชัดเจนและจำเป็น จึงต้องมีการรวบรวม ข้อมูลและวางแผนอย่างเหมาะสมก่อน คำตอบอาจมีหนึ่งคำตอบ มีหลายคำตอบ หรือไม่มีคำตอบ ซึ่งเป็นกระบวนการทางความคิดในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ที่มาจากปัญหาที่พบได้ในชีวิตจริง ประกอบด้วยเงื่อนไข ข้อจำกัด และมีความคลุมเครือไม่ชัดเจน เนื่องจากขาดข้อมูลที่ชัดเจนและจำเป็น Voss & Post (1988) และ Sinott (1989) ได้นำเสนอขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ประกอบด้วย 3 ขั้น ได้แก่ 1) ขึ้นสร้างตัวแทนปัญหา ให้พิจารณาสิ่งที่โจทย์ให้มาและประเภทของปัญหาว่าเกี่ยวกับอะไรตรวจสอบความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาวิเคราะห์สาเหตุและข้อจำกัดต่าง ๆ 2) ขึ้นค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ เลือกข้อมูลที่ใช้สำหรับแก้ปัญหา และค้นหาคำตอบซึ่งคำตอบอาจจะมีหลากหลายแบบให้สร้างคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดและเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้แก้ปัญหารับรู้ และ 3) ขึ้นติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาคือดำเนินการติดตามและประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการคิดของตนอย่างต่อเนื่องหลังจากแสดงเหตุผลที่มีต่อคำตอบที่เลือก ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นั้นพัฒนาทักษะการคิด

เชิงคำนวณได้ ไม่ว่าจะเป็นด้านการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา ด้านการหารูปแบบ ด้านการคิดเชิงนามธรรม และด้านการออกแบบขั้นตอนวิธี

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีความสำคัญคือ การสอนที่ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และนำความรู้ไปแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ และอีกวิธีที่จะช่วยให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดีขึ้น คือ กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีความรอบคอบ วางแผนแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และนำทักษะความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ใส่ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะในขั้นที่ 5 ขึ้นนำความรู้ไปใช้ซึ่งเป็นการให้นักเรียนนำกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้นในเรื่องเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ

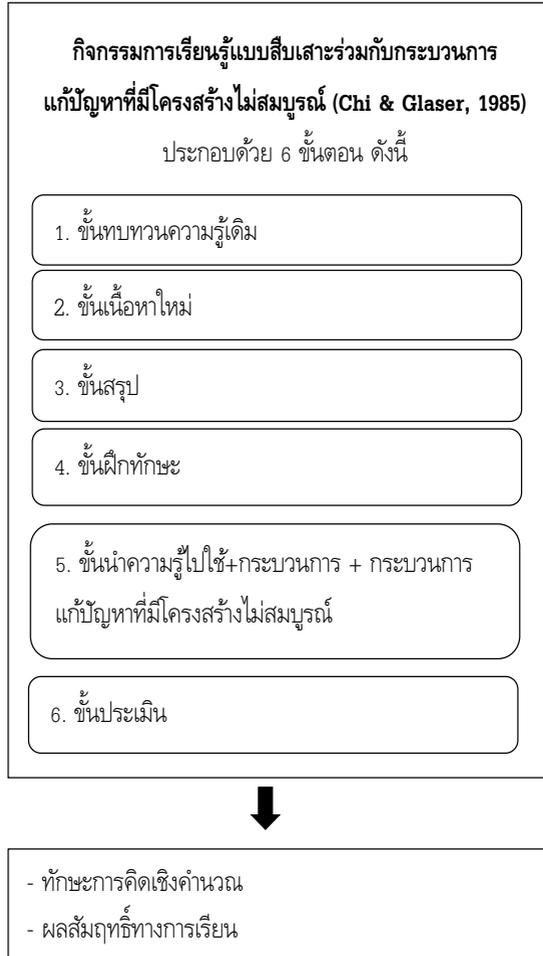
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้



แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์
ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
จำนวน 5 ห้อง ซึ่งเป็นนักเรียนห้องปกติ จำนวน 190 คน

2. ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(ฝ่ายมัธยม) จำนวน 1 ห้อง จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่ม
แบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับปัญหา
ที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม
และทรงกระบอก จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 8 ชั่วโมง
เมื่อนำแผนให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประมาณค่า 5 ระดับ พบว่า
มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงคะแนน 4.52-4.75 ซึ่งหมายถึงแผนการจัดการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์
ที่สร้างขึ้นนั้นมีความเหมาะสมมากที่สุด

3.2 แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยจะประเมิน
ความทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ
(การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา การหารูปแบบ การคิด
เชิงนามธรรมและ การออกแบบขั้นตอนวิธี) จำนวน 3 ข้อ
เป็นข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิว
และปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก หาค่าดัชนีความสอดคล้อง
(IOC) ของแบบวัดพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ตั้งแต่
0.67-1.00 มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.55-0.67 มีค่าอำนาจ
จำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.55-0.76 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ
เท่ากับ 0.93

3.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและ
ทรงกระบอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ
4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ของแบบวัดพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00
มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.47-0.73 มีค่าอำนาจจำแนก (r)
อยู่ในช่วง 0.56-0.97 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.83

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิธีวิจัยแบบแผนการทดลองเบื้องต้น
(Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ
กลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design)
(ไพศาล วรคำ, 2562) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2/3 จำนวน 38 คน โดยมีขั้นตอนในการเก็บ
รวบรวมข้อมูล ดังนี้



4.1 นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สร้างขึ้นที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำเสร็จแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

4.2 ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามข้อบกพร่องที่พบก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์

4.3 เตรียมความพร้อมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนดำเนินการทดลอง

4.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองใช้และผ่านการประเมินตรวจสอบแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.5 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ที่สร้างขึ้นจำนวน 8 แผนการเรียนรู้ จำนวน 8 ชั่วโมง โดยปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามขั้นตอน

4.6 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ทดลองใช้และผ่านการประเมินตรวจสอบแล้ว

4.7 รวบรวมผลคะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการวิเคราะห์ E_1, E_2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เทียบกับเกณฑ์การคิดเชิงคำนวณให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยการวิเคราะห์ one sample t-test

5.2 วิเคราะห์ทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและ ทรงกระบอก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

5.3 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและ ทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยการวิเคราะห์ one sample t-test

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ผู้วิจัยได้หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนวณค่า E_1 ได้จากคะแนน ใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนสัดส่วนคะแนน 60:40 ตามลำดับจำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ และคำนวณค่า E_2 ได้จากคะแนนของการทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจนครบทุกแผน ในสัดส่วนคะแนน 50:50 ตามลำดับ ปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หัวข้อการประเมิน	คะแนนเต็ม	\bar{X} (38 คน)	μ_0 (70%)	S.D.	ร้อยละ
1. คะแนนใบกิจกรรมและการทดสอบย่อยเมื่อสิ้นสุดแผนประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1)	144	103.37	100.8	8.31	73.52
2. คะแนนสอบทักษะการคิดเชิงคำนวณและสอบหลังเรียนประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2)	65	48.58	45.5	3.05	75.21



ผลจากตาราง พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกมีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.52/75.21 ซึ่งมีประสิทธิภาพ ด้านกระบวนการและประสิทธิภาพ ด้านผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เทียบกับเกณฑ์การคิดเชิงคำนวณให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	คะแนนเต็ม	\bar{X} (38 คน)	μ_0 (70%)	S.D.
การแยกส่วนประกอบ	9	7.11	6.3	0.95
การย่อปัญหา	9	7.00	6.3	0.81
การคิดเชิงนามธรรม	9	6.58	6.3	1.06
การหารูปแบบ	9	6.24	6.3	0.88
การออกแบบขั้นตอนวิธี	9	6.37	6.3	1.63
ผลรวมทั้ง 4 ด้าน	45	33.30	6.3	1.89

ผลจากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกทุกด้านรวมกัน เท่ากับ 33.30

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดเชิงคำนวณเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	คะแนนเต็ม	\bar{X} (38 คน)	S.D.	μ_0 (70%)	t	df	P
ผลรวมทั้ง 4 ด้าน	45	33.30	1.89	31.50	5.844*	37	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลจากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกทุกด้านรวมกัน เท่ากับ 33.30 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (31.50 คะแนน) พบว่าคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มเท่ากับ 15.29 คะแนน เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (14 คะแนน พบว่า) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

คะแนนเต็ม	\bar{X} (38 คน)	% of mean	S.D.	μ_0 (70 %)	t	df	p
20	15.18	75.88	2.44	14	2.81*	37	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลจากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก มีค่าเฉลี่ย

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.52/75.21 หมายความว่า คะแนนจากไปกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 73.52 และคะแนนการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ หลังจากเรียนจนครบทุกแผนแล้ว มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.21 จะเห็นได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยจะเริ่มจากครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียนเรียนและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่เคยศึกษามา จากนั้นครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้มีการปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และครูนำเสนอปัญหาให้แก่กลุ่มนักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนสามารถแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้องในการแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและคอยอำนวยความสะดวกแก่นักเรียน จากนั้นนำองค์ความรู้ที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหานั้นเมื่อแก้ปัญหาได้แล้วครูใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาจนนักเรียนในแต่ละกลุ่มได้อธิบาย หลังจากนี้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาในรูปแบบกิจกรรมกลุ่มครูนำปัญหาใหม่ที่มีความแตกต่างกับปัญหาในกิจกรรมกลุ่มมาเสนอให้นักเรียนแต่ละคน โดยให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาของสถานการณ์ด้วยตัวเองโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้จากกิจกรรมกลุ่มโดยเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหารวบรวมวิธีการแก้ปัญหา เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีและเหมาะสมที่สุดและนำวิธีการแก้ปัญหามาเขียนลำดับขั้นตอนแล้วนำไปใช้ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์ เมื่อผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาจนเกิดความชำนาญ ครูได้นำเสนอปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้นและมีโครงสร้างที่ไม่สมบูรณ์หรือเกี่ยวกับชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนได้แก้ปัญหา (Chi and Glaser , 1985) โดยให้นักเรียนกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา ขั้นค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ และขั้นติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้ทำ

ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ครูได้ให้นักเรียนรวบรวมความคิดวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนา ความสามารถและทักษะในการคิดที่แตกต่างออกไป เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการคิดของมนุษย์ ที่เป็นส่วนสำคัญของการคิดในชีวิตจริง (Shekoyan & Etkina , 2007) ซึ่งสอดคล้องกับภพ เลหาไพบุลย์ (2542) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ที่ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองทำให้นักเรียนรู้วิธีการจัดการกับระบบความคิดและวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณิพัญ พันธ์หนองว่า (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ ปชัญญะ ถานันตะ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่านักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วาสนา ภูมิ (2555) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกลักษณะของปัญหาที่หลากหลายแต่หนึ่งในนั้นเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70



อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเป็นเพราะกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้สึกหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง องค์ประกอบที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545) หรืออีกปัจจัยหนึ่งมาจากกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น การแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้มากกว่าที่เคยเป็นมา และช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่เรียนมาในห้องเรียนเข้ากับสถานการณ์ในโลกของความเป็นจริง (Kapoor and Kinzer, 2006) และส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ที่ต้องการแก้ปัญหาซึ่งไม่มีคำตอบของปัญหาที่แน่นอน สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้จะมีการให้ปัญหากับนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนนั้นได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา ซึ่งการแยกส่วนประกอบของปัญหา ตัดส่วนที่ไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาค้นหาและทำการหาหรือประยุกต์วิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหของสถานการณ์ปัญหาได้ ทำการเลือกหาวิธีที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาและนำมาเขียนลำดับวิธีการแก้ปัญหาให้ถูกต้องชัดเจน พร้อมทั้งนำลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไปใช้แก้ปัญหาย่างถูกต้อง ซึ่งการคิดเชิงคำนวณเป็นวิธีการคิดที่เกี่ยวกับการกำหนดปัญหา โดยสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค้นหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน (Aho, 2012) ประกอบกับการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างมาสมบูรณ์ และเมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือการแยกส่วนประกอบ คะแนนเฉลี่ย 7.11 อาจจะเป็นเพราะในขั้นตอนการอ่านข้อความปัญหาของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นั้นให้นักเรียนได้สร้างความเข้าใจ สังเกตและจับประเด็นสำคัญของปัญหาได้ว่าโจทย์นั้นกำหนดเงื่อนไขอะไรมาให้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการแยกส่วนประกอบของปัญหาต่าง ๆ

ส่วนองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ การหารูปแบบคะแนนเฉลี่ย 6.24 อาจเป็นเพราะขั้นตอนที่จะส่งเสริมการหารูปแบบในการแก้ปัญหานั้น เป็นขั้นตอนย่อยของขั้นตอนในการสร้างตัวแทนปัญหา ความสำคัญและเวลาที่ใช้นั้นขั้นตอนนี้จึงจะน้อยจนเกินไปทำให้คะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบนี้น้อยที่สุด และเนื่องจากการที่นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณสูงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Leonard, et al. (2016) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้แก้ปัญหาค้นหาการออกแบบและสร้างชิ้นงานสามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ งานวิจัยของวิรุฬห์ สิทธิเชตกรรม และสุริย์พร สว่างเมฆ (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมส์และการเขียน Formula Coding เรื่องประชากรในสถานการณ์โรคระบาด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีระดับการคิดเชิงคำนวณหลังการจัดการเรียนรู้เป็นระดับดีมาก สอดคล้องกับผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ระหว่างเรียนที่เพิ่มขึ้นเป็นระดับดีมากเช่นกัน ซึ่งถ้าพิจารณาจากองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งจาก Yadav, Gretter, Good, and Mclean (2017) นำเสนอการคิดเชิงคำนวณไว้ว่าเป็นการแก้ปัญหา โดยประยุกต์ใช้หลักการคิดเชิงคำนวณ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขอใช้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามาสนับสนุนผลการวิจัย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วาสนา ภูมิ (2555) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกลักษณะของปัญหาที่หลากหลายแต่หนึ่งในนั้นเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และจากตารางการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหามีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยการคิด



เชิงคำนวณของนักเรียนด้านการหารูปแบบมีคะแนนน้อยที่สุด ทั้งนี้ อาจเนื่องจากการคิดเชิงคำนวณด้านการหารูปแบบมีความซับซ้อนมาก นักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้นเป็นอย่างดี ประกอบกับต้องมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของปัญหา แนวทางการแก้ไขปัญหา และวิธีการแก้ปัญหามาเพื่อเชื่อมโยงไปยัง การหารูปแบบ ด้านที่มีคะแนนสูงที่สุดคือด้านการแยกส่วนประกอบ เนื่องจากการแยกส่วนประกอบองค์ประกอบที่ไม่ซับซ้อน นักเรียน สามารถวิเคราะห์จากปัญหาได้เลย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ของโชติกา สงคราม (2562) พบว่าคะแนนที่ได้จากการวัดทักษะ การคิดเชิงคำนวณรวมทุกด้านเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับกิจกรรม การเรียน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านตามองค์ประกอบพบว่า นักเรียน ส่วนใหญ่มีคะแนนการแยกส่วนประกอบและการย่อปัญหาสูงที่สุด รองลงมาคือ ด้านการคิดเชิงนามธรรม การออกแบบขั้นตอนวิธี และด้านการหารูปแบบตามลำดับ

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 เนื่องจากรูปแบบกิจกรรมนั้นเป็นการเน้นให้นักเรียน ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง จากการทำใบงาน การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกันกับเพื่อน กับครูเป็นการเปิดโอกาส ให้นักเรียนได้ค้นพบ ความรู้ทั้งจากสื่อ และจากการฝึกปฏิบัติในการค้นหาคำตอบ อย่างสร้างสรรค์ โดยมีการตั้งจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาไว้ อย่างชัดเจน สอดคล้องกับแนวคิดของสวิตซ์ มูลค้ำ และอรัย มูลค้ำ (2545) ที่ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ให้ผู้เรียน ใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ลึก หรือ แนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ในกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนได้มีการ ทำกิจกรรมทั้งในรูปแบบใบงานกิจกรรมกลุ่ม ทั้งใบงานกิจกรรมเดี่ยว ซึ่งทำให้นักเรียนนั้นได้มีการแลกเปลี่ยนแนวความคิดต่าง ๆ แล้วได้

มีการพูดคุย ได้แสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ในชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนทุกคนได้คิด ได้ลงมือทำทุกคน ทั้งนี้อาจเกิดจากการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นกระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนรู้จัก ค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการหาเหตุผล (สุพิน บุญชูวงศ์, 2538) รวมทั้งรูปแบบการจัดกิจกรรมจะเน้นให้ผู้เรียนได้มีกระบวนการ ทางความคิดในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ผู้เรียนจะต้อง รวบรวมและลงมือวางแผนการเพื่อสนองความต้องการของ สถานการณ์ปัญหาที่เฉพาะแต่ละสถานการณ์ มากกว่าจะนึกถึง แผนการที่เคยใช้มา (Reitman, 1965) ที่จะทำให้นักเรียนได้รู้ว่าสิ่งที่ ต้องการที่หาและจะใช้ข้อมูลอะไรมาช่วยในการหาคำตอบ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ ให้เกิดประโยชน์และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน จึงเป็นการ ส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัย ของกัญจนวิภา ไบกุลาลและสุวรรณา จั๋ยทอง (2562) ศึกษาผล การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่องสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการวิจัยในครั้งนี้มีการใช้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (Ill-Structured Problem) เป็นส่วนประกอบในปัญหาที่ใช้ ในกิจกรรมการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 55 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ สอดคล้องกับงานวิจัยของจุลจิรา ปิ่นมัน (2557) ที่ได้ศึกษาผลการ ส่งเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ/การแก้ปัญหา ของโพลยา/การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา ของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80



เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และเพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.56/80.56 ผลสัมฤทธิ์และทักษะการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีโครงสร้างที่ซับซ้อน ผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนให้เข้าใจอธิบายขั้นตอนและองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างละเอียดเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น และเริ่มจากปัญหาง่าย ๆ ก่อนเสมอ

1.2 เนื่องจากข้อคำถามมีความซับซ้อน ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมครูผู้สอนจะต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างทั่วถึงและ ให้ความสำคัญแนะนำนักเรียนที่มีข้อสงสัย

1.3 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวก เป็นที่ปรึกษา แนะนำ และใช้คำถามให้นักเรียนได้คิดมากกว่าการบอกคำตอบ นักเรียนไปตรง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการปรับความคิด และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น

1.4 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอน ซึ่งทำให้จัดการเรียนการสอนนั้นใช้เวลาค่อนข้างเยอะ ครูผู้สอนควรวางแผนและจัดการกับเรื่องเวลาให้เหมาะสม

1.5 แบบฝึกหัด ควรรวบรัดคำถามให้กระชับ และไม่ควรมากเกินไป เพราะอาจทำให้ นักเรียนเกิดความสับสน ไม่เข้าใจ ทำให้มีการเบื่อนหาย และอาจทำให้ใช้เวลาในการทำแบบฝึกหัดมากเกินไป

2. ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการเขียนลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ควรมีการศึกษาหาสื่อออนไลน์ที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้อื่น ๆ ที่ ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2542). *การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษากกรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ. กรมวิชาการ. (2545). *เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งหนังสือและพัสดุ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2564). *ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง การกำหนดวิชาในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (ONET)*. สืบค้นจาก <http://www.niets.or.th/th/catalog/view/241>



กัญจนวิภา ไบกุลหาล และ สุวรรณา จัยทอง. (2562).

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต), สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนราชภัฏวไลย
อลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปทุมธานี.

จรรยา อางหาญ. (2549). *หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ประถมศึกษา*. มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.

จุลจิรา ปิ่นม่น. (2557). ผลการสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรม
การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการ
แก้ปัญหาของโพลยาเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้น
ตัวแปร เดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.

ปชญญะ ถานันตะ. (2562) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้
ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทาง
คณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต),
สาขาวิชาการศึกษาและคณิตศาสตร์
มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ทีศนา เขมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัด
กระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 6).
กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.

ธันยาร ช่วยทุกข์เพื่อน. (2556). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้
ฟิสิกส์ ระดับอุดมศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้น
กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ*. (ปริญญาการศึกษา
ดุขฎิบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2555). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย
(พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กอฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

ประกาคิต อานุกาฬแสนยากร. (2556). *การจัดการเรียนรู้*.
มหาสารคาม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ประสาฬ เนื่องเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2).
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พร้อมพรรณ อุดมลิน. (2544). *การวัดและประเมินผลการเรียน
การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

ภพ เล่าไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*.
กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.

วาสนา ภูมิ. (2555). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
(Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (ปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,

วาริณีพิฏ พันธ์หนองว่า. (2559). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการปัญหาที่มีโครงสร้าง
ไม่สมบูรณ์ร่วมกับวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อ
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

สุกัญญา ศรีสาคร. (2547). *การพัฒนาความสามารถในการคิด
แก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการ
เรียนรู้โดยใช้เทคนิคการคิดแก้ปัญหาอนาคต*.
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุริย์พร สว่างเมฆ. (2564). *การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วย
กิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและ
การเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากรในสถานการณ์
โรคระบาด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *19 วิธีการจัดการเรียนรู้
เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุพิน บุญชูวงศ์. (2542). *กิจกรรมร่วมหลักสูตร*. กรุงเทพฯ:
คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5).
กอฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.



- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546).
 สารการเขียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้
 คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตร
 การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. (พิมพ์ครั้งที่ 2).
 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- Aho, A.V., 2012. Computation and computational
 thinking. *The computer journal*, 55(7), 832-835.
- Chi, M. T. H., & Glaser, R. (1985). *Problem solving
 ability. Human abilities: An information-
 processing approach* (R. J. Sternberg Ed.).
 New York: W.H. Freeman.
- Choi, I, & Lee, K. (2009). Designing and implementing
 a case-based learning environment for enhancing ill-
 structured problem solving: Classroom management
 problems for prospective teachers. *Educational
 Technology Research and Development*, 57(1), 99-129.
- Henningsen, M., & Stein, M. K. (1997). Mathematical
 tasks and student cognition: Classroom-based
 factors that support and inhibit high-level
 mathematical thinking and reasoning. *Journal for
 research in mathematics education*, 524-549.
- Hong, N. S. (1998). *The relationship between well-
 structured and ill-structured problem solving in
 multimedia simulation*.
- Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for
 well-structured and Ill-structured problem-solving
 learning outcomes. *Educational Technology
 Research and Development*, 45(1), 65-94.
- Kapur, M., & Kinzer, C. (2006). *Synchronous
 collaborative problem solving. The effect of
 problem type on interactional activity, inequity,
 and group performance in a synchronous
 computer-supported collaborative environment*.
 Manuscript submitted for publication.
- Leonard, J., Buss, A., Gamboa, R., Mitchell, M., Fashola,
 O.S., Hubert, T. and Almughyirah, S., (2016).
 Using robotics and game design to enhance
 children's self-efficacy, STEM attitudes, and
 computational thinking skills. *Journal of Science
 Education and Technology*, 25, 860-876.
- Shekoyan, V. and Etkina, E., 2007, November. Introducing
 ill-structured problems in introductory physics
 recitations. In *AIP Conference Proceedings*, 951(1),
 192-195. American Institute of Physics.
- Simon, H. A. (1973). The structure of ill structured
 problems. *Artificial intelligence*, 4(3-4), 181-201.
- Sinnott, J. D. (1989). *A model for solution of ill-structured
 problems: Implications for everyday and abstract
 problem solving in Everyday problem Solving:
 Theory and Applications*. New York: Praeger Publishers.
- Song, H.-D. (2005). *Motivating ill-structured problem
 solving in a web-based peer-group learning
 environment: A learning-goal perspective. Journal
 of Educational Computing Research*, 33(4), 351-367
- Reitman, W. R. (1965). Cognition and thought: an
 information processing approach.
- Tafaya and other. (1960). *Assessing Inquiry Potential:
 A tool for CURRICULUM decision Making*. School
 Science and Mathematics, 80(1), 43-48.
- Voss, & Post, T. A. (1988). *On the solving of ill-structured
 problems*. The nature of expertise, 261-285.
- Voss, J. F. (1988). *Problem solving and reasoning in ill-
 structured domains*. Analyzing everyday explanation:
 A casebook of methods, 74-93.
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N.& Korb, J. T. (2014).
 Computational thinking in elementary and
 secondary teacher education. *ACM Transactions
 on Computing Education (TOCE)*, 14(1), 1-16.