ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

อดิศา แซ่ลี่

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2568

EFFECT OF LEARNING MANAGEMENT USING 5E INQUIRY-BASED LEARNING COMBINED WITH THINK-TALK-WRITE TECHNIQUE TO ENHANCE MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY AND MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT OF NINTH-GRADE STUDENTS

ADISAA SEALEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR MASTER OF EDUCATION
IN CURRICULUM AND INSTRUCTION
GRADUATE SCHOOL
VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
UNDER THE ROYAL PATRONAGE
PATHUM THANI PROVINCE
2025

ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ชื่อนักศึกษา	อดิศา แซ่ลี่
รหัสประจำตัว	66U54680101
ปริญญา	ครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(รศ. ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง)
..... กรรมการ
(ผศ. ดร.ธัญวรัตน์ ปิ่นทอง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติกร อ่อนโยน)
.....ผู้ทรงคุณวุฒิ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เมษา นวลศรี)
.....กรรมการและเลขานุการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง)
.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญวรัตน์ ปิ่นทอง)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญวรัตน์ ปิ่นทอง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี
วันที่..... เดือน.....พ.ศ. .....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

อดิศา แซ่ลี่. (2568). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง ผศ. ดร.ธัญวรัตน์ ปิ่นทอง

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และ 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 33 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่ม 3 ขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 7 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 14 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยความสอดคล้องอยู่ในระดับมากที่สุด (M = 4.80, SD = 0.21) 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง .50 – .55 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .64 – .79 และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของคอรนบาก (Cronbach's Reliabilities Coefficient Alpha) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .98 และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เป็นข้อสอบแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง .41 – .66 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .23 – .91 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร (KR-20) ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder and Richardson Method) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .76 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกันและกลุ่มตัวอย่างเดียว

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เทคนิค คิด-พูด-เขียน อย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 (M = 39.15, SD = 4.03, t32 = 31.78, p = .001) 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 39.15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (M = 39.15 จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน, SD = 4.03, t32 = 7.339, p = .001) 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 (M = 25.36, SD = 2.47, t32 = 34.92, p = .001) และ 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 25.36 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.53 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (M = 25.36 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน, SD = 2.47, t32 = 10.14, p = .001)

องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจกระตุ้นการคิด และพูด ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้า กระตุ้นการคิด พูด และเขียน ขั้นที่ 3 อธิบาย ลงข้อสรุป กระตุ้นการคิด พูด และเขียน ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ กระตุ้นการคิด พูด และเขียน ขั้นที่ 5 ประเมินผล กระตุ้นการคิด และเขียน ซึ่งช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เทคนิค คิด-พูด-เขียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Adisaa sealee. (2025). Effect of Learning Management Using 5E Inquiry-Based Learning Combined with Think-Talk-Write Technique to Enhance Mathematical Problem-Solving Ability And Mathematics Learning Achievement of Ninth-Grade Students. Master of Education (Curriculum and Instruction). Advisors: Assoc. Prof. Dr. Suwana Juithong, Asst. Prof. Dr. Tanwarat Pinthong

ABSTRACT

This pre-experimental research aimed to 1) compare students' mathematical problem-solving abilities before and after receiving the 5E inquiry-based learning combined with the Think-Talk-Write technique, 2) analyze the mathematical problem-solving abilities after receiving the developed learning management with a criterion of 70%, 3) measure mathematics learning achievement before and after receiving the developed learning management, and 4) study the mathematics learning achievement after receiving the developed learning management with a criterion of 70%. The research sample consisted of 33 ninth-grade students from Wiangjedeewittaya School, under the Secondary Educational Service Area Office of Lampang-Lamphun, during the second semester of the 2024 academic year, selected through three-stage random sampling. The research instruments were 1) 7 lesson plans on the system of linear equations with 2 variables, developed by the researcher, each lasting 2 hours, totaling 14 hours, with consistency at the highest level (M = 4.8, SD = 0.21); 2) a 4-item subjective test to assess mathematical problem-solving abilities, with a difficulty index (p) between .50 – .55, a discrimination index (r) between .64 – .79, and a reliabilities coefficient using Cronbach's Alpha of .98; and 3) a 30-item multiple-choice mathematics achievement test, with a difficulty index (p) between .41 – .66, discrimination index (r) between .23 – .91, and a reliabilities coefficient using the Kuder and Richardson Method (KR-20) of .76. The statistics used to analyze data were mean, standard deviation, dependent t-test, and one-sample t-test.

The results revealed that 1) students' mathematical problem-solving abilities after receiving the 5E inquiry-based learning combined with the Think-Talk-Write technique, was significantly higher than before the intervention, at the .01 level (M = 39.15, SD = 4.03, t32 = 31.78, p = .001); 2) the mathematical problem-solving abilities after receiving the developed learning management had a mean score of 39.15 points (81.56%), which was significantly higher than the specified criterion of 70%, at the .01 level (M = 39.15 from score 48, SD = 4.03, t32 = 7.339, p = .001); 3) the mathematics learning achievement after receiving the developed learning management was significantly higher than before the intervention, at the .01 level (M = 25.36, SD = 2.47, t32 = 34.92, p = .001); and 4) the mathematics learning achievement after receiving the developed learning management had a mean score of 25.36 points (84.53 %), which was significantly higher than the 70% criterion, at the .01 level (M = 25.36 from score 30, SD = 2.47, t32 = 10.14, p = .001).

The knowledge gained from this study is the use of 5E inquiry-based learning combined with the Think-Talk-Write technique, consisting of 5 learning management steps: Step 1: Engagement - stimulating thinking and talking; Step 2: Exploration - stimulating thinking, talking, and writing; Step 3: Explanation and drawing conclusions - stimulating thinking, talking, and writing; Step 4: Elaboration - stimulating thinking, talking, and writing; and Step 5: Evaluation - stimulating thinking and writing. These steps help promote and develop students' mathematical problem-solving abilities and mathematics learning achievement more effectively.

Keywords: 5E Inquiry-Based Learning Think-Talk-Write Technique Mathematical Problem-Solving Ability Mathematics Learning Achievement

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาจากโครงการผลิตครูเพื่อพัฒนาท้องถิ่น หลักสูตรระดับปริญญาโททางการสอนในประเทศ รุ่นบรรจุปี พ.ศ. 2559-2560 ผ่านสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่ง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยการให้คำปรึกษา และความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากรองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญวรัตน์ ปิ่นทอง กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำทุกขั้นตอนในการทำวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติกร อ่อนโยน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.เมษา นวลศรี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่มีคุณค่าต่อวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เมษา นวลศรี อาจารย์ ดร. วัสส์พร จิโรจพันธ์ นางเอมอร ผลสนอง นางสาวชไมพร แก้วนา และนางสาวอัจฉรา ตุ่นสิงห์คำ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ได้กรุณาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการโรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา คณะครู และบุคลากรทางการศึกษาทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างดี ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน ปีการศึกษา 2567 ทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ให้สามารถนำมาประกอบการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอบคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัยทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือนักศึกษาด้วยดีเสมอมา และสิ่งสำคัญที่สุด ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จด้วยดี

อดิศา แซ่ลี่

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญภาพ ..... ซ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 คำถามการวิจัย 5
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5
1.4 สมมติฐานของการวิจัย 5
1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย 6
1.6 ขอบเขตการวิจัย 6
1.8 ประโยชน์ที่ได้รับ 9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) 11
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 16
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) 31
2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 55
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 63
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 70
3.1 ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง 70
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 71
3.3 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ 72
3.4 รูปแบบการวิจัย 79
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 79
3.6 วิธีดำเนินการทดลอง 80
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล 82
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 83
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 83

4.2 ลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล....83
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....84
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ....88
5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย....88
5.2 สรุปผลการวิจัย....88
5.3 อภิปรายผลการวิจัย....89
5.4 ข้อเสนอแนะ....93
บรรณานุกรม....95
ภาคผนวก....101
ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์และรายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย....102
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือวิจัยและขออนุเคราะห์เก็บข้อมูล....109
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ค่า IOC ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์....112
ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์....124
ภาคผนวก จ คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์....133
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale)....140
ภาคผนวก ช ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน....149
ภาคผนวก ซ ภาพการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3....179
ประวัติผู้วิจัย....185

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงมาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรมและนำไปใช้ 13
ตารางที่ 2 แสดงมาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้ 13
ตารางที่ 3 แสดงมาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ 14
ตารางที่ 4 แสดงมาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้ 14
ตารางที่ 5 แสดงมาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา 15
ตารางที่ 6 แสดงมาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้ 15
ตารางที่ 7 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 21
ตารางที่ 8 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน 28
ตารางที่ 9 สังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) 32
ตารางที่ 10 สังเคราะห์ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 40
ตารางที่ 11 สังเคราะห์กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 46
ตารางที่ 12 แสดงแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Polya (1973) .. 51
ตารางที่ 13 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนของ Charles & Lester (1987) 51
ตารางที่ 14 แสดงตัวอย่างการให้คะแนนแบบภาพรวม 52
ตารางที่ 15 แสดงตัวอย่างการให้คะแนนแบบแยกส่วน 52
ตารางที่ 16 แสดงตัวอย่างรูปแบบและเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบ PISA-Like 53
ตารางที่ 17 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนของ กรมวิชาการ (2546) 54
ตารางที่ 18 แสดงเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) 54
ตารางที่ 19 แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน 14 ชั่วโมง 71
ตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ 73
ตารางที่ 21 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร (เป็นแบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ) 74
ตารางที่ 22 แสดงเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) 75

ตารางที่ 23 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร (เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ใช้จริง 30 ข้อ) 77
ตารางที่ 24 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (คะแนนเต็ม 48 คะแนน) 84
ตารางที่ 25 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 48 คะแนน) 85
ตารางที่ 26 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) 86
ตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) 87

VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
ในพระบรมราชูปถัมภ์

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 6
ภาพที่ 2 ครูกล่าวทักทายนักเรียน และกระตุ้นความสนใจของนักเรียน จากนั้นครูกระตุ้นการคิดของนักเรียนโดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 180
ภาพที่ 3 ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมาสรุปความรู้ที่หน้าชั้นเรียน โดยครูตรวจสอบความถูกต้อง และอธิบายเพิ่มเติม 180
ภาพที่ 4 ครูกำหนดสถานการณ์และตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิด แล้วให้นักเรียนพูดคุยเพื่อช่วยกันหาคำตอบ 181
ภาพที่ 5 ครูอธิบายเกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 181
ภาพที่ 6 ครูอธิบาย “คณิตน่ารู้” ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 5 พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ 182
ภาพที่ 7 ครูอธิบายตัวอย่างที่ 1 ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 7-8 อย่างละเอียดบนกระดาน พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ จากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิดนักเรียน และนักเรียนสรุปความรู้ลงในสมุด 182
ภาพที่ 8 ครูให้นักเรียนจับคู่กันทำ “ลองทำดู” ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 8 ลงในสมุด 183
ภาพที่ 9 ครูให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน (คละความสามารถทางคณิตศาสตร์) จากนั้นครูติดแถบโจทย์ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรบนกระดาน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งกันหาคำตอบของระบบสมการ โดยการหาจุดตัดของกราฟ กลุ่มใดหาคำตอบของระบบสมการถูกต้องเป็นกลุ่มแรกได้รับคะแนนสะสม 1 คะแนน 183
ภาพที่ 10 แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งกันหาคำตอบของระบบสมการกลุ่มใดหาคำตอบของระบบสมการถูกต้องเป็นกลุ่มแรก ได้รับคะแนนสะสม 1 คะแนน 5-6 -ข้อ จากนั้นสรุปคะแนน กลุ่มที่ได้คะแนนสะสมมากที่สุดเป็นผู้ชนะ 184
ภาพที่ 11 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 184

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาความคิดเชิงตรรกะและการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีและนวัตกรรมมีบทบาทสำคัญในทุกด้านของชีวิต เช่น การเขียนโปรแกรม การวิเคราะห์ข้อมูล และการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการส่งเสริมความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และเศรษฐศาสตร์ (STEM Education) ซึ่งเป็นหัวใจหลักของการพัฒนาประเทศในศตวรรษที่ 21 (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) ดังนั้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงไม่เพียงช่วยสร้างพื้นฐานความรู้ แต่ยังช่วยปลูกฝังทักษะการคิดวิเคราะห์และการปรับตัวต่อความท้าทายใหม่ ๆ ในโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จากการประเมินคุณภาพนักเรียนของสำนักทดสอบทางการศึกษาที่มีการจัดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ที่มีวัตถุประสงค์คือ 1. เพื่อทดสอบความรู้และความคิดรวบยอด ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 2. เพื่อนำผลการทดสอบไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนของสถานศึกษา 3. เพื่อนำผลการทดสอบไปใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชาติ 4. เพื่อใช้ในวัตถุประสงค์อื่น ๆ เช่น การศึกษาวิจัย ขอทุนการศึกษาต่างประเทศ (อาทิ ประเทศเยอรมัน ประเทศออสเตรเลีย ประเทศแคนาดา ประเทศสิงคโปร์ ประเทศเกาหลีใต้ และฮ่องกง) โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวิชาที่สอบจำนวน 4 วิชา ประกอบด้วย ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยผลจากการประเมินใช้เป็นข้อมูลในการเทียบเคียงคุณภาพการศึกษาในระดับต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษา ตลอดจนเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในระดับนโยบายของประเทศ ผลการทดสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2566 ระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ย 25.38 คะแนน กรุงเทพมหานครฯ มีคะแนนเฉลี่ย 33.36 ภาคกลางมีคะแนนเฉลี่ย 25.37 ภาคตะวันตกมีคะแนนเฉลี่ย 24.05 ภาคตะวันออกมีคะแนนเฉลี่ย 26.20 ภาคใต้มีคะแนนเฉลี่ย 24.88 และภาคเหนือมีคะแนนเฉลี่ย 26.98 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2566)

และผลการประเมิน PISA 2022 ของประเทศไทยพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน ด้านวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน และด้านการอ่าน 379 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบกับ PISA 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยทั้งสามด้านลดลง โดยด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน ส่วนด้านวิทยาศาสตร์และการอ่าน มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 17 คะแนน และ 14 คะแนน ตามลำดับ ทั้งนี้ ผลการประเมินของประเทศไทยตั้งแต่ PISA 2000 จนถึง PISA 2022 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์และการอ่านมีแนวโน้มลดลง ส่วนด้านวิทยาศาสตร์ถือว่าไม่เปลี่ยนแปลงทางสถิติ PISA ได้กำหนดกรอบการประเมินด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งครอบคลุม 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical reasoning) และการแก้ปัญหา (Problem solving) ที่บุคคลใช้เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เพื่อนำไปสู่

การแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical content) ที่บุคคลนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และ 3. บริบท (Context) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและทักษะที่สำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 ซึ่งสัมพันธ์กับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ในภาพรวมของผลการประเมิน PISA 2022 สะท้อนให้เห็นว่า ระบบการศึกษาทั่วโลกมีคะแนนเฉลี่ยลดลงเมื่อเทียบกับ PISA 2018 ซึ่งเป็นผลกระทบจากที่ทุกประเทศต้องเผชิญกับความท้าทายของการจัดการเรียนรู้ในช่วงที่มีวิกฤตการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 สำหรับระบบการศึกษาไทยยังมีช่องว่างของคะแนนระหว่างนักเรียนกลุ่มสูงกับนักเรียนกลุ่มต่ำที่กว้างมาก แม้ในด้านคณิตศาสตร์จะมีช่องว่างดังกล่าวที่แคบลง แต่เป็นผลมาจากนักเรียนกลุ่มสูงมีการลดลงของคะแนนที่มากกว่านักเรียนกลุ่มต่ำ ดังนั้น จึงควรมีมาตรการในการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ในด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการอ่าน โดยการพัฒนาครูให้มีสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง ส่งเสริมและสนับสนุนทรัพยากรและสื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพให้กับสถานศึกษาอย่างเหมาะสมและเป็นธรรมเพื่อลดช่องว่างของความเหลื่อมล้ำในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งพัฒนาสถานศึกษาทั่วประเทศให้มีคุณภาพและครอบคลุมทุกสังกัด (PISA, 2022)

การแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อผู้เรียนเป็นอย่างมาก และยังเป็นความสามารถของผู้เรียนที่จะนำความรู้ไปปรับประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัว เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และปรับประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยเริ่มด้วยปัญหาหรือสถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนหรือผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยอาจเริ่มจากปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้กระบวนการ ทักษะ และความรู้ที่เคยประสบพบเจอ หรือเคยเรียนมาแล้วมาปรับและประยุกต์ใช้ในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาหลังจากนั้นจึงกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่ผู้เรียนเคยเรียนเคยประสบพบเจอ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ประสบปัญหาในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งอยู่ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้ ตัวชี้วัด ม.3/3 ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง กล่าวคือ เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเป็นเนื้อเรื่องที่จะต้องใช้สัญลักษณ์ในการแทนค่า แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างสมการเพื่อเชื่อมโยงให้ได้คำตอบ รวมทั้งการเขียนสัญลักษณ์สมการเพื่อแทนค่าในโจทย์ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่แปลความหมายจากโจทย์ปัญหามาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกนักเรียนส่วนใหญ่ได้สอบได้คะแนนต่ำทำแบบฝึกหัดไม่ได้ เรียนไม่เข้าใจ เรียนไม่ทัน ไม่สามารถแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และไม่สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ หรือเมื่อดำเนินการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้วนักเรียนสรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยส่วนใหญ่ครูจะเน้นให้นักเรียน

ตีความหมายจากโจทย์เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจโจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้ยาก และนำไปสู่การท่องจำมากกว่า ส่งผลให้นักเรียนส่วนมากขาดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา อีกทั้งผลการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2567 ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ย 26.53 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีคะแนนเฉลี่ย 26.59 และสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน มีคะแนนเฉลี่ย 29.48 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน, 2567) จะเห็นได้ว่าคะแนนอยู่ในระดับต่ำควรได้รับการพัฒนา

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและพบว่า มีการจัดการเรียนรู้และเทคนิคที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หมายถึง การเรียนการสอนที่เป็นระบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนจัดสภาพการเรียนใหม่ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ผู้เรียนพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือขจัดความขัดแย้งทางปัญญาได้ความรู้ใหม่ที่ได้สามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นความรู้ที่สร้างด้วยตนเองโดยที่ผู้สอนไม่ได้เป็นผู้สร้างให้ (ทิศนา แขมมณี, 2544) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) หมายถึง ขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นเตรียมความพร้อมที่จะเข้าสู่บทเรียนหรือโจทย์ปัญหาใหม่ ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้า (Exploration) หมายถึง ขั้นตอนที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการตรวจสอบสถานการณ์หรือปัญหาโดยการวางแผน สำรวจ รวบรวมข้อมูล สังเกต วัด วิเคราะห์ และลงข้อสรุป ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) หมายถึง ขั้นตอนที่ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับความคิดรวบยอดและวิธีการแก้โจทย์ปัญหา มีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลลงข้อสรุปที่ถูกต้องเชื่อถือได้ ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) หมายถึง ขั้นตอนในการประยุกต์ขยายหรือเพิ่มเติมคำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่หรือโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น และขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินทั้งด้านกระบวนการและความถูกต้องของความรู้ที่ได้ (Bybee et al., 2006)

โดยมีผู้วิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เช่น สุภกาญจ์ คำวาริห์ และคณะ (2566) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

และ เทคนิค คิด-พูด-เขียน หมายถึง เทคนิคที่ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงแนวความคิดของตนเอง ก่อนที่จะลงมือบันทึกสิ่งที่เป็นข้อสรุป มี 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การคิด (Think)

เป็นขั้นที่ครูจัดกลุ่มพร้อมทั้งกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด เช่น การตั้งคำถาม ซึ่งนักเรียนต้องจุดบันทึกสิ่งที่เป็นคำตอบ หรือข้อสงสัย โดยใช้ภาษาของตนเอง 2. การพูด (Talk) เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำตอบหรือข้อสงสัยที่เขียนบันทึกไว้มาอภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อน ๆ ในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในกิจกรรมของครูมากขึ้น 3. การเขียน (Write) เป็นขั้นที่นักเรียนบันทึกข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายกับเพื่อน ๆ ในขั้นตอนที่ผ่านมา (Huinker & Laughlin, 1996)

มีผู้วิจัยที่ใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน เช่น ณัฐสุดา ไชยสีหา (2565) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ผู้วิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ถูกนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งงานวิจัยต่างประเทศ และภายในประเทศ และเทคนิค คิด-พูด-เขียน ถูกนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในเรื่องสถิติเป็นส่วนใหญ่ มีส่วนน้อยที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในเรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ทศนิยม แต่ยังไม่มีผู้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เป็นระบบด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นความรู้ที่สร้างด้วยตนเองโดยที่ผู้สอนไม่ได้เป็นผู้สร้างให้และเทคนิค คิด-พูด-เขียน เป็นเทคนิคที่ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงแนวความคิดของตนเอง ก่อนที่จะลงมือบันทึกสิ่งที่เป็นข้อสรุป ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และ เทคนิค คิด-พูด-เขียน จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและได้แสดงความคิดของตนเองผ่านการอภิปรายกลุ่มและบันทึกสรุปความรู้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1.2 คำถามการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน เป็นอย่างไร

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เป็นอย่างไร

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน เป็นอย่างไร

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เป็นอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าก่อนเรียน

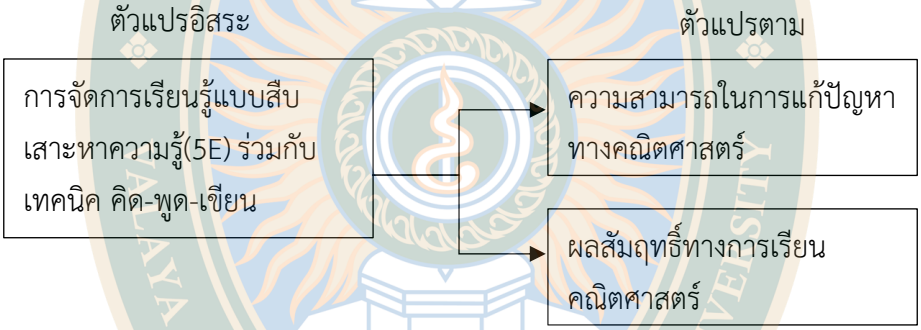
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าก่อนเรียน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) คือการเรียนการสอนที่เป็นระบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นความรู้ที่สร้างด้วยตนเองโดยที่ผู้สอนไม่ได้เป็นผู้สร้างให้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดของ Bybee et al. (2006) และเทคนิค คิด-พูด-เขียน คือ เทคนิคที่ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงแนวความคิดของตนเอง พูดคุยอภิปรายความรู้กับเพื่อนในกลุ่ม และมือบันทึกสิ่งที่เป็นข้อสรุป ตามแนวคิดของ Huinker & Laughlin (1996) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากแนวคิดและเทคนิคดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำมาจัดทำเป็นกรอบแนวคิด ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.6 ขอบเขตการวิจัย

1.6.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.6.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน จำนวน 7 สหวิทยาเขต จำนวน 44 โรงเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวนนักเรียน 31,412 คน

1.6.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2567 สุ่มจากกลุ่มโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน จำนวน 1 สหวิทยาเขต สุ่มโรงเรียนจากสหวิทยาเขต จำนวน 1 โรงเรียน สุ่มห้องเรียนของโรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 33 คน โดยได้มาจากวิธีการสุ่ม 3 ขั้นตอน (three-stage Random Sampling)

1.6.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.6.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน

1.6.2.2 ตัวแปรตาม คือ

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1.6.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

1.6.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ใช้เวลาวิจัยจำนวน 3 สัปดาห์ รวม 14 ชั่วโมง โดยไม่รวมการทดสอบก่อนและหลังเรียน

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในวิจัย

1.7.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสำรวจ สืบค้นข้อมูล เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิมซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้า (Exploration) ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) และ ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation)

1.7.2 เทคนิค คิด-พูด-เขียน

เทคนิค คิด-พูด-เขียน หมายถึง เทคนิคที่นำมาประกอบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิด การคิดยืดหยุ่น การคิดแก้ปัญหา การพูด และการเขียนอย่างคล่องแคล่ว โดยหาคำตอบจากการอภิปราย มีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นความคิด สะท้อน จัดระเบียบความคิด บนพื้นฐานของการเข้าใจในพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนและเป็นพฤติกรรมที่ส่งเสริมทางด้านทักษะการคิดแก้ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิด การพูด และสามารถเขียนออกมาได้ โดยผู้เรียนพูดคุยกับตนเองให้เกิดความเข้าใจก่อนถึงจะเขียนออกมาผ่านตัวหนังสือได้ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้ ขั้นที่ 1 การคิด ขั้นที่ 2 การพูด และ ขั้นที่ 3 การเขียน

1.7.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจ สืบค้นข้อมูลและเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือความรู้เดิมของนักเรียนร่วมกับการใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่เน้นทักษะพัฒนาทักษะการคิด การพูด และการเขียน โดยคิดในสถานการณ์หรือประเด็นที่สงสัยหรือต้องการหาคำตอบ ส่งเสริมให้เกิดการพูดแลกเปลี่ยนอภิปรายความคิดและเขียนข้อสรุปจากการอภิปราย คำตอบและ/หรือแนวทางการหาคำตอบ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและกระตุ้นการคิด หมายถึง การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเรื่องที่นักเรียนสนใจ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เพื่อให้นักเรียนสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนคิด สร้างคำถาม หาคำตอบและเกิดประเด็นที่อยากศึกษาเพิ่มเติม

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้าและกระตุ้นการพูด หมายถึง การวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการคิด สร้างคำถาม และหาคำตอบ สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ โดยลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหาความรู้เพิ่มเติม แล้วสังเคราะห์เป็นคำตอบของตนเอง จากนั้นพูดสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อเสนอแนวคิดคำตอบของตนเอง

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปและกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน หมายถึง การคิดวิเคราะห์คำตอบ แนวทางการแก้ปัญหา และผลการแก้ปัญหาของเพื่อนในกลุ่ม พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในเพื่อนกลุ่ม โดยใช้ภาษาที่นักเรียนเข้าใจกันเองเพื่อช่วยกันแก้ปัญหา และหาเหตุผลมาสนับสนุนผลการแก้ปัญหา จากนั้นเขียนบันทึกขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาที่ได้เพื่อเป็นการแสดงเหตุผลที่ได้จากการอภิปราย และนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้วิเคราะห์ มาแปลผล สรุปผล และนำเสนอผล

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน หมายถึง กระตุ้นให้นักเรียนหาความรู้เพิ่มเติมเพื่ออธิบายข้อสรุปของกลุ่ม จากนั้นพูดคุยอภิปรายแลกเปลี่ยนภายในเพื่อนกลุ่ม เขียนบันทึกข้อสรุปของกลุ่ม แล้วเชื่อมโยงความรู้เดิม ความรู้ที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม จนได้ข้อสรุปของกลุ่มตนเอง

ขั้นที่ 5 ประเมินผลและกระตุ้นการคิดและการเขียน หมายถึง การประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด เป็นขั้นในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินทั้งด้านกระบวนการ ผลผลิต และความถูกต้องของความรู้ที่ได้ ผ่านการคิดและเขียนของนักเรียนในการทำแบบทดสอบ

1.7.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อหาวิธีการหรือหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยความรู้ทักษะและประสบการณ์เดิม สติปัญญา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง วัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ซึ่งมีรายการประเมิน 4 รายการ คือ 1) ความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา 3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ โดยใช้เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ในด้านกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ความเข้าใจปัญหา หมายถึง การวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา โดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ถามคืออะไร

2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง การวางแผนแก้ปัญหา และเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา

3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง การปฏิบัติตามแผนและใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงวิธีทำเพื่อแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจนนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์

4) การสรุปคำตอบ หมายถึง การสรุปคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาให้สมบูรณ์และตรวจสอบความถูกต้อง

1.7.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียน ในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยสอดคล้องกับระดับพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาของ Wilson (1971) ได้แก่ 1) ความรู้ความจำ การคิดคำนวณ 2) ความเข้าใจ และ 3) การนำไปใช้

1.7.6 เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง เกณฑ์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร การผ่านเกณฑ์ในที่นี้กำหนดให้เป็นร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นเกณฑ์ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน

1.8 ประโยชน์ที่ได้รับ

1) นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผ่านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

2) ครูผู้สอนได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

3) โรงเรียน สถานศึกษา และสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.1.1 สาระการเรียนรู้

2.1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

2.1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

2.2.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

2.2.2 ความหมายและแนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

2.2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

2.3 การจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)

2.3.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน

2.3.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน

2.3.3 บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)

2.4.1 การสังเคราะห์การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)

2.5 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.5.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.5.2 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.5.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.5.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.5.5 การประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.6.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.6.3 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยภายในประเทศ

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.1.1 สาระการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้มีการจัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิตเรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริงสมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การหาอัตราส่วน หาค่าร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับจำนวน การใช้ความรู้เรื่องจำนวนในชีวิตจริง สามารถเข้าใจแบบรูป คำนวณหาความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ การหาความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ พื้นที่ผิว ปริมาตร และความจุ เงินและเวลา หน่วยของการวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด การหาอัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพการใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การสืบค้นข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

2.1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

2.1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นการพัฒนาทักษะทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

2.1.3.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2.1.3.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

2.1.3.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

2.1.3.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

2.1.3.5 การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

2.1.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงมาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรมและนำไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	1. เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	การแยกตัวประกอบของพหุนาม - การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสอง
	2. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	ฟังก์ชันกำลังสอง - กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง - การนำความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองไปใช้ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตารางที่ 2 แสดงมาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	1. เข้าใจและใช้สมบัติของการไม่เท่ากันเพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหา โดยใช้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้ในการแก้ปัญหา
	2. ประยุกต์ใช้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	สมการกำลังสองตัวแปรเดียว - สมการกำลังสองตัวแปรเดียว - การแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียว - การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวไปใช้ในการแก้ปัญหา
	3. ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	ระบบสมการ - ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร - การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร - การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 1 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงมาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	1. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	พื้นที่ผิว - การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม - การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลมไปใช้ในการแก้ปัญหา
	2. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	ปริมาตร - การหาปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม - การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลมไปใช้ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงมาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	1. เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	ความคล้าย - รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน - การนำความรู้เกี่ยวกับความคล้ายไปใช้ในการแก้ปัญหา
	2. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	อัตราส่วนตรีโกณมิติ - อัตราส่วนตรีโกณมิติ - การนำค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม ๓๐ องศา ๔๕ องศา และ ๖๐ องศา ไปใช้ในการแก้ปัญหา
	3. เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	วงกลม - วงกลม คอร์ด และเส้นสัมผัส - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม

สาระที่ 1 สถิติและความน่าจะเป็น
มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 5 แสดงมาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	1. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอและวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภาพกล่องและแปลความหมายผลลัพธ์รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	สถิติ - ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล o แผนภาพกล่อง - การแปลความหมายผลลัพธ์ - การนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น
มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงมาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	1. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มและนำผลที่ได้ไปหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์	ความน่าจะเป็น - เหตุการณ์จากการทดลองสุ่ม - ความน่าจะเป็น - การนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้ในชีวิตจริง

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้ ตัวชี้วัด ม.3/3 ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้แกนกลาง คือ ระบบสมการ ประกอบด้วย ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และการนำความรู้เกี่ยวกับการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหา มาใช้ในการทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เนื่องจาก เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เป็นอีกเนื้อหาหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เข้าใจเท่าที่ควร เป็นเนื้อเรื่องที่จะต้องใช้สัญลักษณ์ในการแทนค่า แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างสมการเพื่อเชื่อมโยงให้ได้คำตอบ รวมทั้งการเขียนสัญลักษณ์สมการเพื่อ

แทนค่าในโจทย์ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ยังแปลความหมายจากโจทย์ปัญหามาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูก นักเรียนส่วนใหญ่ได้สอบได้คะแนนต่ำ ทำแบบฝึกหัดไม่ได้ เรียนไม่เข้าใจ เรียนไม่ทัน ไม่สามารถแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และไม่สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และทำการศึกษาผลที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อจะได้นำผลดังกล่าวไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

2.2.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีพื้นฐานมาจากวงจรการเรียนรู้ (Learning cycle) โดย Atkin and Karplus (1997 cited in Bybee et al., 2006) ได้เสนอวงจรการเรียนรู้นี้เป็นครั้งแรก และได้มีการนำวงจรการเรียนรู้ มาใช้ในการศึกษาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study: SCIS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี 1967 ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)
2. ขั้นประดิษฐ์ (Invention)
3. ขั้นค้นพบ (Discovery)

ต่อมาในปี 1989 Barman and Kotar (1989) ได้ดัดแปลงและวงจรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่

1. ขั้นสำรวจ (Exploration Phase)
2. ขั้นแนะนำมโนทัศน์ (Concept Introduction Phase)
3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept Application Phase)
4. ขั้นประเมินและอภิปราย (Evaluation and Discussion Phase)

ต่อมา Martin et al. (1994) ได้ปรับปรุงวงจรการเรียนรู้ของ Barman และ Kotar ได้แก่

1. ขั้นสำรวจ (Exploration Phase)
2. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)
3. ชั้นขยายมโนทัศน์ (Expansion Phase)
4. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

ต่อมา Bybee et al. (2006) นักพัฒนาหลักสูตรจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study: BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอน 5E ซึ่งปีนที่รู้จักในอีกชื่อหนึ่งว่า "BSCS 5E Instructional Model" โดยเพิ่มเติมและปรับเปลี่ยน

ขั้นตอนวงจรการเรียนรู้ตามแนวคิดของวงจรการเรียนรู้ที่ใช้ในการศึกษาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (SCIS) 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
2. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
4. ขั้นขยายความรู้ (Evaluation)
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

จากการศึกษาความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ได้มีการปรับปรุง แก้ไข เพิ่มเติม และปรับเปลี่ยนขั้นตอนวงจรการเรียนรู้ตามแนวคิดของวงจรการเรียนรู้ที่ใช้ในการศึกษาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (SCIS) จาก 3 ขั้นตอน เพิ่มมาเป็น 4 ขั้นตอน และ 5 ขั้นตอนในปัจจุบัน

2.2.2 ความหมายและแนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หมายถึง การเรียนการสอนที่ได้รับการจัดเป็นระบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรคนิยม ซึ่งมีความเชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ซึ่งจะสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความเข้าใจที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว โดยทฤษฎีนี้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ที่ผู้เรียนแต่ละคนพยายามที่จะนำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่ตนพบเห็น มาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา โดยเชื่อมโยงโลกภายนอกและโลกภายใน โดยการดูดซึม (Assimilation) ซึ่งจะนำไปสู่โครงสร้างทางปัญญา และหากเกิดข้อขัดแย้งทางปัญญาจะทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium ซึ่งจะทำให้เกิดกระบวนการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) ส่งผลให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา และทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายโดยที่ผู้สอนจัดสภาพการเรียนใหม่ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือขจัดความขัดแย้งทางปัญญาได้ ความรู้ใหม่ที่ได้สามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นความรู้ที่สร้างด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนไม่ได้เป็นผู้สร้างให้ (ทิศนา แขมมณี, 2544)

จากการศึกษาความหมายและแนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสำรวจ สืบค้นข้อมูล เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่และ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิมซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

2.2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

Bybee et al. (2006) นักพัฒนาหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study: BSCs) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอน 5E ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นผ่านกิจกรรมสั้น ๆ และการล้วงความรู้เดิม เพื่อต้องการให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับปัจจุบัน

2. ขั้นสำรวจค้นคว้า (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยใช้ความรู้เดิม ผ่านการวางแผน ตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบสืบค้น รวบรวมข้อมูล และลงมือปฏิบัติ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทักษะกระบวนการ และการปฏิบัติ และเป็นขั้นตอนที่เป็นโอกาสให้ครูแนะนำความคิดรวบยอด ทักษะกระบวนการและการปฏิบัติเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นในการกระตุ้นและขยายความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดและทักษะ ผ่านประสบการณ์ใหม่ ให้นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจให้ลึกและกว้างขึ้น

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ประเมินความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และครูได้ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนตามวัตถุประสงค์ของเรียน

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2542) ได้นำรูปแบบการเรียนการสอน 5E ของหลักสูตรชีววิทยาของประเทศสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Study หรือ BSCS) มาปรับปรุง พัฒนาและดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับเด็กไทย โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเป็นกลุ่มสามารถรวมกันแสวงหา ค้นพบและสร้างองค์รวมรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังให้นักเรียนมีโอกาสประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้อย่างมีความสุขภายใต้สภาพการณ์ที่จำลองหรือที่เป็นจริงแห่งชีวิต เพื่อให้นักเรียนมีทักษะชีวิตและทักษะทางสังคม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ได้ดัดแปลงประกอบด้วย

1. ขั้นนำ (Engagement Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจแก่นักเรียนหรือตรวจสอบ/ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้บทเรียนใหม่

2. ขั้นสำรวจ/ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยอาจปฏิบัติเป็นกลุ่มและรายบุคคล โดยนักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่จึงทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เป็นที่ปรึกษาและเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคันพบ สร้างความรู้ด้วยตนเอง กล่าวโดยสรุป ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดหรือค้นพบมโนมติ (Concept)

3. ขั้นอธิบาย/ขั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Explanation Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนอธิบายหรือนำเสนอมโนมติหรือความรู้ที่นักเรียนค้นพบในขั้นที่ 2 โดยอาจใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐาน ประกอบกับหลักฐานและข้อมูลที่ค้นพบใหม่ ครูมีบทบาทตั้งคำถามและให้ความรู้หรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนกระจ่างชัดยิ่งขึ้น

4. ขั้นขยายหรือขั้นประยุกต์ใช้มโนมติ/ขั้นประยุกต์ใช้ (Elaboration Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้มโนมติในสถานการณ์ใหม่หรือในสภาพที่เป็นจริง หรือขยายมโนมตินั้น ๆ ให้กว้างขึ้น จนก่อให้เกิดความรู้สึกลึกซึ้ง หรือมโนมติอื่น ๆ ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน

5. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ โดยมุ่งให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวล และประยุกต์ใช้หรือผลการค้นพบมาจัดแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิด ทักษะ และเจตคติต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน และปฏิสัมพันธ์กับครู อันก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้เผยแพร่รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือโดยมีหัวข้อเรื่องที่นักเรียนสนใจหรือต้องการหาคำตอบซึ่งเกิดขึ้นจากความอยากรู้ ความสงสัย โดยอาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการพูดคุย การปรึกษา หรือการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่นักเรียนสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม สร้างคำถาม และกำหนดประเด็นที่ต้องการศึกษา ในกรณีที่ไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อต่าง ๆ หรือครูกระตุ้นด้วยการนำเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อคำถามน่าสนใจ นักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะค้นคว้าให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น อีกทั้งการรับรู้ประสบการณ์เดิม ความรู้เดิม หรือความรู้ใหม่จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่การหาคำตอบ เข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะต้องการหาคำตอบมากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการตรวจสอบคำตอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นคำถาม หรือสถานการณ์ที่สนใจจะหาคำตอบแล้ว ให้นักเรียนวางแนวทาง กำหนดแผนสำหรับการตรวจสอบการตั้งสมมติฐานที่สมเหตุสมผล การกำหนดทางเลือกการลดความคลาดเคลื่อนที่เป็นไปได้ การลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล สารสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งอาจตรวจสอบได้หลายวิธี เช่น การทำการทดลอง การทำกิจกรรมภาคสนาม ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากหนังสือ เอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจสืบค้นและตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้วิเคราะห์ แปลผล สรุปผล อภิปราย มานำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น การบรรยาย การสรุป การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รูปวาด หรือสร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบการหาคำตอบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลากหลาย เช่น คำตอบที่ได้สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ คำตอบที่ได้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือคำตอบที่ได้ไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้ไม่ว่าจะอยู่ในรูปใดนักเรียนก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นจากการเรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความรู้ใหม่ที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำการบรรยาย การสรุป แบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายคำถาม สถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ หากใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้

มากก็แสดงว่าข้อจำกัดมีน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางมากยิ่งขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ที่หลากหลาย ทำให้ทราบว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง เกิดการเรียนรู้อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ เช่น การนำความรู้ การบรรยาย การสรุป หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดที่จะก่อให้เกิดประเด็นคำถาม หรือประเด็นปัญหาที่จะต้องค้นคว้าสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ เรียกว่า Inquiry cycle ดังนั้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งในเรื่องเนื้อหาหลัก เนื้อหารองและหลักการทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไป

พีชาณิกา เพชรสังข์ (2556) กล่าวไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ขั้นตอนนี้ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนโดยเชื่อมโยงประสบการณ์ในอดีตหรือความรู้เดิมเข้ากับประสบการณ์ในปัจจุบัน เพื่อเตรียมเข้าสู่บทเรียนหรือปัญหาใหม่ โดยใช้การนำเสนอเรื่องเล่า บทสนทนา การสร้างสถานการณ์ หรือปัญหาที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ทำการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการตรวจสอบสถานการณ์หรือปัญหา โดยการวางแผนสำรวจ รวบรวมข้อมูล สังเกต วัดผล และสรุปผล

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงสรุป

ขั้นตอนนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีแก้ปัญหาตามความรู้ของตนเอง นอกจากนี้การให้เหตุผลจะนำมาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้องภายใต้คำแนะนำของครู ทำให้นักเรียนเข้าใจลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

เป็นขั้นตอนในการนำความรู้ไปใช้เพื่อต่อยอดหรือขยายการใช้สัญกรณ์ คำจำกัดความ คำอธิบาย และทักษะในสถานการณ์ใหม่ เหตุการณ์ใหม่ หรือปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นทำให้เกิดความรู้ที่ลึกขึ้นหรือขยายกรอบแนวคิดของนักเรียน และเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินความรู้

เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนประเมิน การเรียนรู้ของนักเรียนทั้งด้านกระบวนการผลผลิตและความแม่นยำ

ปราณี แสนสามารถ (2558) ชี้แจงออกมาเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

แนะนำเหตุการณ์หรือปัญหาเพื่อให้นักศึกษาเกิดความสงสัย แรงจูงใจที่ต้องการจะนำไปสู่ขั้นตอนต่อไปในการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม มีการอภิปรายถามคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้เดิม เป็นการตอกย้ำและกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

วางแผน มองหาแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอและนำไปใช้หาคำตอบและสร้างองค์ความรู้ใหม่สำหรับการเรียนรู้ขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

การนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์อธิบายและแปล เพื่อนำไปสู่การสรุปผลตามเป้าหมายและความต้องการของการค้นหาคำตอบตลอดจนการนำเสนอผลการแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

การนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปวิเคราะห์เชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์และเหตุการณ์อื่น ๆ ให้เกิดความรู้กว้างขวางและครอบคลุมมากขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินความรู้

การประเมินกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่เหมาะสมและครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ว่ามีความรู้อะไรบ้างในระดับใดและเกิดจากกระบวนการใด เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์และประยุกต์ใช้ความรู้ใหม่ครั้งต่อไป

ตารางที่ 7 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

Bybee et al. (2006)	สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2542)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)	พีชาณิกา เพชรสังข์ (2556)	ปราณี แสนสามารถ (2558)	ผลการสังเคราะห์
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ เป็นขั้นสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นผ่านกิจกรรมสั้น ๆ และการล้างความรู้เดิมเพื่อต้องการ	ขั้นที่ 1 นำ เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจแก่นักเรียนหรือตรวจสอบ/ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิม	ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือโดยมีหัวข้อเรื่องที่นักเรียนสนใจหรือต้องการหาคำตอบซึ่งเกิดขึ้น	ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ขั้นตอนนี้ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนโดยเชื่อมโยงประสบการณ์ในอดีตหรือความรู้เดิม	ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ แนะนำเหตุการณ์หรือปัญหาเพื่อให้นักศึกษาเกิดความสงสัยแรงจูงใจที่ต้องการจะนำไปสู่	ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ หมายถึงขั้นตอนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นโดยเชื่อมประสบการณ์เดิม

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Bybee et al. (2006)	สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2542)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)	พีชาณิกา เพชรสังข์ (2556)	ปราณี แสนสามารถ (2558)	ผลการสังเคราะห์
ให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับปัจจุบัน	ของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้บทเรียนใหม่	จากความอยากรู้ ความสงสัย	เข้ากับประสบการณ์ในปัจจุบัน	ขั้นตอนต่อไปในการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม	กับปัจจุบันเพื่อเตรียมความพร้อมที่จะเข้าสู่บทเรียนหรือโจทย์ปัญหาใหม่ เช่น สาธิต เล่าเรื่อง เหตุการณ์ สนทนา สร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสงสัย แปลกใจ
ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้า เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยใช้ความรู้เดิมผ่านการวางแผนตรวจสอบ	ขั้นที่ 2 สำรวจ/ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบเป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยอาจปฏิบัติเป็นกลุ่มและรายบุคคล โดยนักเรียน	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหาเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นคำถาม หรือสถานการณ์ที่สนใจจะหาคำตอบแล้วให้นักเรียน	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหาในขั้นนี้นักเรียนจะได้ทำการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการตรวจสอบสถานการณ์หรือปัญหา	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา วางแผน มองหาแนวทางการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย	ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้า หมายถึงขั้นตอนการสอนที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการตรวจสอบสถานการณ์หรือปัญหาโดยการ

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Bybee et al. (2006)	สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2542)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)	พีชาณิกา เพชรสังข์ (2556)	ปราณี แสนสามารถ (2558)	ผลการสังเคราะห์
ปัญหาดำเนินการสำรวจตรวจสอบ	สามารถนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่	วางแนวทางกำหนดแผน	โดยการวางแผน		วางแผน สำรวจรวบรวมข้อมูล สังเกต วัด วิเคราะห์ และลงข้อสรุป
ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทักษะกระบวนการและการปฏิบัติ และเป็นขั้นตอนที่เป็นโอกาสให้ครูแนะนำความคิดรวบยอด ทักษะกระบวนการและการปฏิบัติ	ขั้นที่ 3 อธิบาย/ขั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ เป็นขั้นที่นักเรียนอธิบายหรือนำเสนอมโนมติหรือความรู้ที่นักเรียนค้นพบในขั้นที่ 2 โดยอาจใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐานประกอบกับหลักฐานและข้อมูลที่ค้นพบใหม่	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจสืบค้นและตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้วิเคราะห์แปลผล สรุปผล อภิปราย มานำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงสรุป ขั้นตอนนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีแก้ปัญหาตามความรู้ของตนเอง นอกจากนี้การให้เหตุผลจะนำมาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้องภายใต้คำแนะนำของครู	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป การนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ อธิบายและแปลเพื่อนำไปสู่การสรุปผลตามเป้าหมายและความต้องการของการค้นหาคำตอบ	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป หมายถึง ขั้นตอนการสอนที่ที่ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับความคิดรอบยอดและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาโดยมีการอ้างอิง ความรู้ประกอบการให้เหตุผล มีการลงข้อสรุปที่ถูกต้องเชื่อถือได้ โดยมีครูให้คำแนะนำเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Bybee et al. (2006)	สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2542)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)	พีชาณิกา เพชรสังข์ (2556)	ปราณี แสนสามารถ (2558)	ผลการสังเคราะห์
ขั้นที่ 4 ขยายความรู้เป็นขั้นในการกระตุ้นและขยายความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดและทักษะ ผ่านประสบการณ์ใหม่ ให้นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจให้ลึกและกว้างขึ้น	ขั้นที่ 4 ขยายหรือขั้นประยุกต์ใช้มโนมติ/ขั้นประยุกต์ใช้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้มโนมติในสถานการณ์ใหม่หรือในสภาพที่เป็นจริง หรือขยายมโนมตินั้น ๆ ให้กว้างขึ้น จนก่อให้เกิดความรู้สึกลึกซึ้ง หรือมโนมติอื่น ๆ ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้เป็นการนำความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นจากการเรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความรู้ใหม่ที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำการบรรยาย การสรุป แบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายคำถาม	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้เป็นขั้นตอนในการนำความรู้ไปใช้เพื่อต่อยอดหรือขยายการใช้สัญกรณ์ คำจำกัดความ คำอธิบาย และทักษะในสถานการณ์ใหม่ เหตุการณ์ใหม่ หรือปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้การนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปวิเคราะห์เชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์และเหตุการณ์อื่น ๆ	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้หมายถึงขั้นตอนการสอนในการประยุกต์ ขยายหรือเพิ่มเติมการใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบาย และทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่หรือโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้นหรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าและทดลองเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 7 (ต่อ)

Bybee et al. (2006)	สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2542)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)	พีชาณิกา เพชรสังข์ (2556)	ปราณี แสนสามารถ (2558)	ผลการสังเคราะห์
ขั้นที่ 5 ประเมินผล เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ประเมินความเข้าใจและความสามารถของตนเองและครูได้ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนตามวัตถุประสงค์ของเรียน	ขั้นที่ 5 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ โดยมุ่งให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวล และประยุกต์ใช้หรือผลการค้นพบมาจัดแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้	ขั้นที่ 5 ประเมินเป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ที่หลากหลาย ทำให้ทราบว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง เกิดการเรียนรู้อย่างไร	ขั้นที่ 5 ประเมินความรู้เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนประเมิน การเรียนรู้ของนักเรียนทั้งด้านกระบวนการผลผลิตและความแม่นยำ	ขั้นที่ 5 ประเมินความรู้การประเมินกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่เหมาะสมและครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน	ขั้นที่ 5 ประเมินผลหมายถึงขั้นตอนการสอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินทั้งด้านกระบวนการและความถูกต้องของความรู้ที่ได้

จากตารางที่ 7 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) พบว่าทุกคนใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ตามแนวทางของ (Bybee et al., 2006) ประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) หมายถึง ขั้นตอนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นโดยเชื่อมประสบการณ์เดิมกับปัจจุบัน เพื่อเตรียมความพร้อมที่จะเข้าสู่บทเรียนหรือโจทย์ปัญหาใหม่ เช่น สาธิต เล่าเรื่องเหตุการณ์ สนทนา สร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสงสัยแปลกใจ

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้า(Exploration) หมายถึง ขั้นตอนการสอนที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการตรวจสอบสถานการณ์หรือปัญหาโดยการวางแผน สำรวจ รวบรวมข้อมูล สังเกต วัด วิเคราะห์ และลงข้อสรุป

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) หมายถึง ขั้นตอนการสอนที่ที่ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับความคิดรวบยอดและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาโดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผล มีการลงข้อสรุปที่ถูกต้องเชื่อถือได้ โดยมีครูให้คำแนะนำเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) หมายถึง ขั้นตอนการสอนในการประยุกต์ ขยายหรือเพิ่มเติมการใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบาย และทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่หรือโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้นหรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าและทดลองเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) หมายถึง ขั้นตอนการสอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินทั้งด้านกระบวนการและความถูกต้องของความรู้ที่ได้

2.3 การจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)

2.3.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน

จากการศึกษาค้นคว้ามีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ไว้ดังนี้

Huinker & Laughlin (1996) ได้กล่าวถึงความหมาย เทคนิค คิด-พูด-เขียน ว่าเป็นเทคนิคที่ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงแนวความคิดของตนเอง ก่อนที่จะลงมือบันทึกสิ่งที่เป็นข้อสรุป

Dila (2012) ได้กล่าวถึงความหมาย เทคนิค คิด-พูด-เขียน ว่าเป็นกลวิธีวิธีที่ส่งเสริมการฝึกฝนด้านการพูดและด้านการเขียนให้มีความคล่องแคล่ว โดยยุทธวิธีนี้อยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจว่าการเรียนรู้เป็นพฤติกรรมหนึ่งในสังคม ซึ่งจะกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด พูด และเขียนในสิ่งที่สำคัญ

Mayakusuma (2012) ได้กล่าวถึงความหมาย เทคนิค คิด-พูด-เขียน ว่าเป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้โดยผ่านการคิด การพูด และการเขียน

Lencana (2013) ได้กล่าวถึงความหมาย เทคนิค คิด-พูด-เขียน ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการคิดผ่านการอ่านบทความ สิ่งที่ได้รับจากการอ่านจะถูกนำไปเสนอเพื่ออภิปราย และรายงานผลของการอภิปรายในรูปแบบของการเขียน

Muchlisin (2014) ได้กล่าวถึงความหมาย เทคนิค คิด-พูด-เขียน ว่าเป็นเทคนิคการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างแข็งขัน โดยผ่านทางการคิด การพูด และการเขียนซึ่งมุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิด การพูด และการเขียน

Herdiana (2017) ได้กล่าวถึงความหมาย เทคนิค คิด-พูด-เขียน ว่าเป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการคิดผ่านการอ่านบทความ นำความเข้าใจของตนเองไปอภิปรายร่วมกับผู้อื่นเพื่อสรุปเป็นแนวความคิดที่ถูกต้องในรูปแบบของการเขียน

จากการศึกษาความหมายของการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน พบว่า เทคนิค คิด-พูด-เขียน เป็นเทคนิคที่นำมาประกอบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิด การคิดแก้ปัญหา การพูด และการเขียนอย่างคล่องแคล่ว โดยหาคำตอบจากการอภิปราย มีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นความคิด สะท้อน จัดระเบียบความคิด บนพื้นฐานของการเข้าใจในการเรียนและเป็นพฤติกรรมที่ส่งเสริมทางด้านการคิดแก้ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนคิด พูด แล้วสามารถเขียนออกมาได้ โดยผู้เรียนพูดคุยกับตนเองให้เกิดความเข้าใจก่อนถึงจะเขียนออกมาผ่านตัวหนังสือได้

2.3.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน ไว้ดังนี้

Huinker & Laughlin (1996) ได้แบ่งขั้นตอนของเทคนิค คิด-พูด-เขียน ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูจัดกลุ่ม พร้อมทั้งกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด เช่น การตั้งคำถาม ซึ่งนักเรียนต้องจุดบันทึกสิ่งที่เป็นคำตอบ หรือข้อสงสัย โดยใช้ภาษาของตนเอง

2. การพูด (Talk) เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำตอบ หรือข้อสงสัยที่เขียนบันทึกไว้มาอภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อน ๆ ในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในกิจกรรมของครูมากขึ้น

3. การเขียน (Write) เป็นขั้นที่นักเรียนทึกข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายกับเพื่อน ๆ ในขั้นตอนที่ผ่านมา

Silver & Smith (1996, p. 21, อ้างถึงใน Dila, 2012) ได้แบ่งขั้นตอนของเทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนอ่านบทความและเขียนบันทึกสิ่งที่ได้ (Think) เพื่อที่จะนำไปอภิปราย

2. นักเรียนมีการอภิปราย โต้ตอบ ในสิ่งที่แต่ละคนได้เขียนบันทึกไว้ (Talk) ในส่วนนี้พวกเขาจะได้ใช้ภาษาและคำพูดในแบบของตัวเองในการสื่อสารเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ระหว่างที่มีการอภิปรายกันความเข้าใจเกิดขึ้นผ่านการมีปฏิสัมพันธ์โดยการอภิปราย ซึ่งการอภิปรายจะทำให้ได้วิธีในการแก้ปัญหา

3. นักเรียนสร้างองค์ความรู้ของพวกเขาและสื่อสารเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ผ่านการเขียน (Write)

Dila (2012) ได้แบ่งขั้นตอนของเทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การคิด (Think) กล่าวคือ นักเรียนจะได้อ่านคำถามด้วยตัวเอง (หากเริ่มต้นด้วยคำถามที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประวันของนักเรียน) ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนคาคคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา) เขียนบันทึกอย่างย่อ ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ได้จากการอ่าน และสิ่งที่ยังไม่เข้าใจด้วยภาษาของตนเอง

2. การพูด (Talk) ให้นักเรียน ได้มีโอกาสพูดคุย ตรวจสอบ สิ่งที่ให้จากขั้นที่ผ่านมา ในขั้นนี้นักเรียนจะได้สะท้อนคิด เตรียมการ รวมถึงการทดสอบแนวความคิดผ่านการอภิปรายกลุ่มพัฒนาการด้านการสื่อสารของนักเรียนดูได้จากบทสนทนาที่ใช้ในการอภิปราย ทั้งการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่นหรือการสะท้อนแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นฟัง

3. การเขียน (Write) นักเรียนเขียนแนวความคิดที่ได้รับจากขั้นการคิดและการพูด สิ่งที่เขียนประกอบด้วยแนวคิดที่ใช้ เชื่อมโยงกับความรู้ในขั้นก่อนหน้า กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

Lencana (2013) ได้แบ่งขั้นตอนของเทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การคิด (Think) โดยขั้นตอนนี้นักเรียนจะเกิดกระบวนการคิดจากสิ่งที่อ่าน แล้วเขียนบันทึกสิ่งที่รู้หรือสิ่งที่ยังสงสัย

2. การพูด (Talk) ขั้นนี้จะต้องแบ่งนักถึงออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้อภิปรายในสิ่งที่ได้เขียนบันทึกไว้ในขั้นการคิด

3. การเขียน (Think) นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการอภิปรายมาบันทึกในรูปแบบการเขียน

Muchlisin (2014) ได้แบ่งขั้นตอนของเทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การคิด (Think) ขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องอ่านเอกสารที่ครูแจกให้ แล้วคิดหาแนวทางแก้ปัญหาพร้อมทั้งเขียนบันทึก

2. การพูด (Talk) ขั้นตอนนี้นักเรียนจะเริ่มอภิปรายกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาที่ตนเองคิด โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย

3. การเขียน (Think) ขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องเขียนผลที่ได้รับจากการอภิปรายลงใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ ซึ่งการเขียนจะช่วยให้ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมของการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของเทคนิค คิด-พูด-เขียน ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนแรกคือการคิด นักเรียนถูกถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้คิด ขั้นตอนที่สองคือการพูดคุย นักเรียนมีโอกาสพูดคุยเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของคำตอบกันในชั้นเรียน และขั้นที่สามคือการเขียน นักเรียนเขียนความรู้หรือวิธีแก้ปัญหาที่ได้จากการทำกิจกรรม

ตารางที่ 8 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน

Huinker & Laughlin (1996, pp. 81-88)	Silver & Smith (1996, p. 21, อ้างถึงใน Dila, 2012)	Dila (2012)	Lencana (2013)	Muchlisin (2014)	ผลการสังเคราะห์
ขั้นที่ 1 การคิดเป็นขั้นที่ครูจัดกลุ่ม พร้อมทั้งกำหนด	ขั้นที่ 1 นักเรียนอ่านบทความและเขียนบันทึก	ขั้นที่ 1 การคิด นักเรียนจะได้อ่านคำถามด้วยตัวเอง	ขั้นที่ 1 การคิดโดยขั้นตอนนี้นักเรียนจะเกิด	ขั้นที่ 1 การคิด ขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องอ่าน	ขั้นที่ 1 การคิด ขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนคิดเมื่อนักเรียน

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Huinker & Laughlin (1996, pp. 81-88)	Silver & Smith (1996, p. 21, อ้างถึงใน Dila, 2012)	Dila (2012)	Lencana (2013)	Muchlisin (2014)	ผลการสังเคราะห์
กิจกรรมต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด	สิ่งที่ได้ (Think)	(หากเริ่มต้นด้วยคำถามที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประวันของนักเรียน)	กระบวนการคิดจากสิ่งที่อ่าน แล้วเขียนบันทึกสิ่งที่รู้หรือสิ่งที่ยังสงสัย	เอกสารที่ครูแจกให้แล้วคิดหาแนวทางแก้ปัญหาพร้อมทั้งเขียนบันทึก	รับคำถามหรือการกระตุ้นนักเรียนจะคิดที่จะแก้ปัญหาและคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ โดยจะมีการเขียนบันทึกเพียงเล็กน้อยเกี่ยวกับการคิดของตนเอง หรืออาจบันทึกสิ่งที่ไม่เข้าใจโดยใช้ภาษาของตนเอง
ขั้นที่ 2 การพูดเป็นขั้นที่นักเรียนนำคำตอบหรือข้อสงสัยที่เขียนบันทึกไว้มาอภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อน ๆ ในกลุ่ม	ขั้นที่ 2 นักเรียนมีการอภิปรายโต้ตอบ ในสิ่งที่แต่ละคนได้เขียนบันทึกไว้ (Talk)	ขั้นที่ 2 การพูด ให้นักเรียน ได้มีโอกาสพูดคุย ตรวจสอบ สิ่งที่ให้จากขั้นที่ผ่านมา ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้สะท้อนคิดเตรียมการ	ขั้นที่ 2 การพูด ขั้นนี้จะต้องแบ่งนักถึงออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้อภิปรายในสิ่งที่ได้เขียนบันทึกไว้ในขั้นการคิด	ขั้นที่ 2 การพูด ขั้นตอนนี้นักเรียนจะเริ่มอภิปรายกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาที่ตนเองคิด โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	ขั้นที่ 2 การพูด ขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีได้พูดคุยหรือสนทนาและอภิปรายถึงการหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะนำความคิดในขั้นตอนแรกมาพูดคุยกันด้วยภาษาที่เข้าใจกันเอง อีกทั้งยังได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นหรือสะท้อนความคิดของตนเองร่วมกับผู้อื่น

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Huinker & Laughlin (1996, pp. 81-88)	Silver & Smith (1996, p. 21, อ้างถึงใน Dila, 2012)	Dila (2012)	Lencana (2013)	Muchlisin (2014)	ผลการสังเคราะห์
ขั้นที่ 3 การเขียนเป็นขั้นที่นักเรียนทึกข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายกับเพื่อน ๆ ในขั้นตอนที่ผ่านมา	ขั้นที่ 3 นักเรียนสร้างองค์ความรู้ของพวกเขาและสื่อสารเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ผ่านการเขียน (Write)	ขั้นที่ 3 การเขียน นักเรียนเขียนแนวความคิดที่ได้รับจากขั้นการคิดและการพูด สิ่งที่เขียนประกอบด้วยแนวคิดที่ใช้	ขั้นที่ 3 การเขียน นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการอภิปรายมาบันทึกในรูปแบบการเขียน	ขั้นที่ 3 การเขียน ขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องเขียนผลที่ได้รับจากการอภิปรายลงในกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ ซึ่งการเขียนจะช่วยให้ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้	ขั้นที่ 3 การเขียน ขั้นตอนของการเขียนคำตอบที่ได้จากการคิดและอภิปรายร่วมกันในขั้นตอนแรกและขั้นตอนที่สอง โดยนักเรียนจะเขียนคำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นอย่างถูกต้อง

จากตารางที่ 8 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน พบว่า ทุกคนใช้แนวทางการสอนของ Huinker & Laughlin (1996) โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การคิด หมายถึง ขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนคิดเมื่อนักเรียนรับคำถามหรือการกระตุ้น นักเรียนจะคิดที่จะแก้ปัญหา และคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ โดยจะมีการเขียนบันทึกเพียงเล็กน้อยเกี่ยวกับการคิดของตนเอง หรืออาจบันทึกสิ่งที่ไม่เข้าใจโดยใช้ภาษาของตนเอง

ขั้นที่ 2 การพูด หมายถึง ขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีได้พูดคุยหรือสนทนาและอภิปรายถึงการหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะนำความคิดในขั้นตอนแรกมาพูดคุยกันด้วยภาษาที่เข้าใจกันเอง อีกทั้งยังได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นหรือสะท้อนความคิดของตนเองร่วมกับผู้อื่น

ขั้นที่ 3 การเขียน หมายถึง ขั้นตอนของการเขียนคำตอบที่ได้จากการคิดและอภิปรายร่วมกันในขั้นตอนแรกและขั้นตอนที่สอง โดยนักเรียนจะเขียนคำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นอย่างถูกต้อง

2.3.3 บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน ไว้ดังนี้

Huinker & Laughlin (1996) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน ว่าครูเป็นผู้เตรียมกิจกรรมไว้สำหรับให้นักเรียนได้อ่านและทำความเข้าใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสตรวจสอบความถูกของแนวคิดตนเองผ่านการอภิปรายร่วมกับผู้อื่น และได้เขียนบันทึกสิ่งที่ได้อย่างถูกต้อง

Silver & Smith (1996, pp. 21, อ้างถึงใน Dila, 2012) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน ให้มีประสิทธิภาพ คือ ใช้คำถามและมอบหมายงานที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการคิดของนักเรียน ตั้งใจฟังในแนวความคิดของนักเรียนที่ถูกยกขึ้นมาอภิปรายและเขียนบันทึก เพื่อพิจารณาและให้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้จากการอภิปราย เพื่อตรวจสอบ ประเมินผล และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียน ภาระงานที่จะให้นักเรียนทำต้องสามารถกระตุ้น นักเรียนได้ ควรเป็นคำถามที่มีหลายคำตอบ หรือเป็นกิจกรรมปลายเปิด

Maulidah (2013) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน ว่าครูเป็นผู้มอบกิจกรรมให้กับนักเรียน อาจจะเป็นการให้บทความหรือรูปภาพพร้อมทั้งบอกขั้นตอนการทำกิจกรรม หลังจากนั้นให้นักเรียนเริ่มวิเคราะห์กิจกรรมที่ได้รับ แล้วบันทึกสิ่งได้เป็นรายบุคคล โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกับผู้อื่น

เดช พละเดช (2562) ได้กล่าวว่า บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน ได้ว่า ครูเป็นผู้ตั้งประเด็นปัญหา จัดสถานการณ์ในการคิดของนักเรียน และคอยชี้แนะแนวทาง พร้อมทั้งให้โอกาสกับนักเรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองผ่านการอภิปราย แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง

จากการศึกษาบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของเทคนิค คิด-พูด-เขียน นั้นครูมีหน้าที่นำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์แล้วถามคำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิดคำตอบที่เป็นไปได้จากนั้นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายกันภายในห้องเรียนหรือภายในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปของคำตอบและเขียนบันทึกคำตอบหรือความรู้ที่ได้จากการอภิปราย

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)

2.4.1 การสังเคราะห์การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) คือการเรียนการสอนที่เป็นระบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นความรู้ที่สร้างด้วยตนเองโดยที่ผู้สอนไม่ได้เป็นผู้สร้างให้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดของ Bybee et al. (2006) และเทคนิค คิด-พูด-เขียน คือ เทคนิคที่ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงแนวความคิดของตนเอง พูดคุยอภิปรายความรู้กับเพื่อนในกลุ่ม และมือบันทึกสิ่งที่เป็นข้อสรุป ตามแนวคิดของ Huinker &

Laughlin (1996) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจ สืบค้นข้อมูลและเชื่อมโยงกับประสบการณ์หรือความรู้เดิมของนักเรียนร่วมกับการใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) ที่เน้นทักษะการคิด พูด และเขียน โดยคิดในประเด็นที่สงสัยหรือต้องการหาคำตอบ พูดแลกเปลี่ยนอภิปรายความคิดและเขียนข้อสรุปจากการอภิปราย คำตอบและ/หรือแนวทางการหาคำตอบ

ผู้วิจัยได้ทำกาสังเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 สังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	**การจัดกิจกรรมของเทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)**	**สังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)**	**บทบาทครู**	**บทบาทผู้เรียน**
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) หมายถึง ขั้นตอนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นโดยเชื่อมประสบการณ์เดิมกับปัจจุบัน	ขั้นที่ 1 การคิด หมายถึง ขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนคิดเมื่อนักเรียนรับคำถามหรือการกระตุ้นนักเรียนจะคิดที่จะแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 การพูดหมายถึง ขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีได้	ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจกระตุ้นการคิดและพูดหมายถึงการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเรื่องที่นักเรียนสนใจหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว เพื่อให้นักเรียนสนใจกระตุ้นให้นักเรียน	ตั้งประเด็นปัญหาที่เป็นคำถามที่มีหลายคำตอบ หรือเป็นกิจกรรมปลายเปิด จัดสถานการณ์ในการคิดของนักเรียน และมอบหมายงานที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการคิดของนักเรียน ตั้งใจฟังใน	คิดตามประเด็นปัญหาแก้ไขสถานการณ์การณ์ที่ครูได้ตั้งไว้ มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ แสดงความคิดเห็นของตนเองผ่านการอภิปราย แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง

ตารางที่ 9 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	การจัดกิจกรรมของเทคนิคคิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)	สังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิคคิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน
	พูดคุยหรือสนทนาและอภิปรายถึงการหาคำตอบ	เกิดการคิด เกิดคำถาม เกิดความต้องการหาคำตอบ แล้วพูดอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มประสบการณ์เดิมกับปัจจุบัน	แนวความคิดของนักเรียนที่ถูกยกขึ้นมาอภิปรายและเขียนบันทึก	
ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้า (Exploration) หมายถึง ขั้นตอนการสอนที่ให้นักเรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการตรวจสอบสถานการณ์หรือปัญหา	ขั้นที่ 1 การคิด หมายถึง ขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนคิดเมื่อนักเรียนรับคำถามหรือการกระตุ้น นักเรียนจะคิดที่จะแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 การพูด หมายถึง ขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีได้พูดคุยหรือสนทนาและอภิปรายถึงการหาคำตอบ	ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้า กระตุ้นการคิด พูด และเขียน หมายถึง การวางแผนกำหนดแนวทางการคิด สร้างคำถาม และหาคำตอบ พูดคุยอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่ม แล้วเขียนสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น การบรรยาย การสรุป การสร้างแบบจำลอง	คอยชี้แนะแนวทาง ให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยการสืบค้นค้นคว้า คิดหาคำตอบที่อาจเป็นไปได้จากนั้นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปของคำตอบและเขียนบันทึกคำตอบหรือความรู้ที่ได้จากการอภิปราย	พยายามแก้ไขปัญหาด้วยตนเองโดยการสืบค้นข้อมูลความรู้เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา อภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องเหมาะสมแล้วเขียนสรุปคำตอบหรือความรู้ที่ได้จากการอภิปราย

ตารางที่ 9 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	การจัดกิจกรรมของเทคนิคคิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)	สังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิคคิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน
	ขั้นที่ 3 การเขียน หมายถึง ขั้นตอนของการเขียนคำตอบที่ได้จากการคิดและอภิปรายร่วมกันในขั้นตอนแรกและขั้นตอนที่สอง	ทางคณิตศาสตร์ รูปวาด หรือสร้างตาราง เป็นต้น โดยลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หาความรู้เพิ่มเติม แล้วสังเคราะห์เป็นคำตอบของตนเอง		
ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Elaboration) หมายถึง ขั้นตอนการสอนที่ที่ให้โอกาสนักเรียนได้แสดงความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับความคิดรวบยอด		ขั้นที่ 3 อธิบายลงข้อสรุป กระตุ้นการคิด พูด และเขียน หมายถึง การคิดวิเคราะห์คำตอบ พูดคุยอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา แล้วเขียนผลการแก้ปัญหาของตนเองและเพื่อนในกลุ่ม พูดคุย	เปิดโอกาสนักเรียนได้แสดงความคิดความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับคำตอบหรือความรู้และวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่ได้เขียนสรุปไว้มีการอ้างอิงความรู้โดยมีเหตุผลประกอบเขียนข้อสรุปที่ถูกต้องเชื่อถือได้ โดยมีครูให้คำแนะนำเพื่อให้	แสดงความคิดความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับคำตอบหรือความรู้และวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่ได้เขียนสรุปไว้ สืบค้นหาแหล่งอ้างอิง หาเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบ อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มแล้วเขียนสรุปคำตอบ

ตารางที่ 9 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	การจัดกิจกรรมของเทคนิคคิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)	สังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิคคิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน
		แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในเพื่อนกลุ่ม โดยใช้ภาษาที่นักเรียนเข้าใจเพื่อช่วยกันแก้ปัญหา และหาเหตุผลมาสนับสนุนผลการแก้ปัญหา จากนั้นเขียนบันทึกขั้นตอนและผลของการแก้ปัญหาที่ได้แล้วนำเขียนสรุปข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล สรุปผล และนำเสนอ	นักเรียนมีความเข้าที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น	คำตอบที่ได้ โดยมีครูให้คำแนะนำ
ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Evaluation) หมายถึง ขั้นตอนการสอนในการประยุกต์ ขยาย หรือเพิ่มเติมการ		ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ กระตุ้นการคิด พูด และเขียนหมายถึง ครูจัดสถานการณ์ที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด	จัดสถานการณ์ที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับปัญหาหรือสถานการณ์	คิดแก้ปัญหาสถานการณ์ สืบค้น หาความรู้เพิ่มเติม พูดคุยอภิปราย แลกเปลี่ยนภายในกลุ่ม

ตารางที่ 9 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	การจัดกิจกรรมของเทคนิคคิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)	สังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิคคิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน
ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบาย และทักษะ		แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เคยแก้ไขไปแล้ว หรือปัญหาที่เกิดในชีวิตประจำวัน โดยหาความรู้เพิ่มเติม พูดคุย อภิปราย แลกเปลี่ยนภายในกลุ่ม เขียนบันทึกข้อสรุปของกลุ่มที่ได้จากการเชื่อมโยงความรู้เดิม และความรู้ที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม จนได้ข้อสรุปของตนเอง	ที่เคยแก้ไขไปแล้ว หรือปัญหาที่เกิดในชีวิตประจำวัน กระตุ้นให้นักเรียนคิด สืบค้น หาความรู้เพิ่มเติม พูดคุย อภิปราย แลกเปลี่ยนภายในกลุ่ม เขียนบันทึกข้อสรุปของกลุ่มที่ได้จากการเชื่อมโยงความรู้เดิม และความรู้ที่ได้ค้นคว้าจนสามารถแก้ปัญหาได้	เขียนบันทึกข้อสรุปของกลุ่มที่ได้จากการเชื่อมโยงความรู้เดิม และความรู้ที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม จนได้ข้อสรุปของตนเองและสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 9 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	การจัดกิจกรรมของเทคนิคคิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)	สังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิคคิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write)	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน
ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) หมายถึง ขั้นตอนการสอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน	ขั้นที่ 1 การคิด หมายถึง ขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนคิดเมื่อนักเรียนรับคำถามหรือการกระตุ้นนักเรียนจะคิดที่จะแก้ปัญหา			ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) หมายถึง ขั้นตอนการสอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

จากตารางที่ 9 สังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) มี 5 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจกระตุ้นการคิด และพูด หมายถึง ครูสนทนากับนักเรียนเพื่อทบทวนรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร แล้วให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพื่อนำไปสู่การเขียนกราฟของสมการ การหาคู่อันดับต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับสมการและคำตอบของสมการจากกราฟ เพื่อให้นักเรียนสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด เกิดคำถาม เกิดความต้องการหาคำตอบ แล้วพูดอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่ม

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้า กระตุ้นการคิด พูด และเขียน หมายถึง ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม เช่น เรื่อง ดูกราฟทราบคำตอบ ในหนังสือเรียน เพื่อให้นักเรียนพิจารณาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 2 สมการ และกราฟของสมการทั้งสองบนแกนคู่เดียวกัน ให้นักเรียนระบุพิกัดของจุดที่เป็นคำตอบของสมการแต่ละสมการ และพิกัดของจุดร่วมที่เป็นคำตอบของทั้งสองสมการ เพื่อให้นักเรียนสังเกตลักษณะคำตอบจากกราฟ ครูให้นักเรียนพิจารณากราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรสมการอื่น ๆ

เพิ่มเติม เพื่อช่วยกันคิดหาคำตอบ พูดคุยอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่ม แล้วเขียนสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ แล้วสังเคราะห์เป็นคำตอบของตนเอง

ขั้นที่ 3 อธิบาย ลงข้อสรุป กระตุ้นการคิด พูด และเขียน หมายถึง ครูยกปัญหาเกี่ยวกับจำนวนในหนังสือเรียน เพื่อให้นักเรียนพิจารณาว่าสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสองปริมาณแทนแต่ละเงื่อนไขโดยใช้ตัวแปรชุดเดียวกันได้ แต่คำตอบของแต่ละสมการจะมีคำตอบมากมาย ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขทั้งหมดของปัญหา จึงต้องนำชุดสมการทั้งสองมาพิจารณาหาคำตอบร่วมกัน เราเรียกชุดของสมการทั้งสองที่พิจารณาคำตอบร่วมกันว่า “ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร” นักเรียนคิด พูดคุยอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น แล้วเขียนสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ แล้วสังเคราะห์เป็นคำตอบของตนเอง

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ กระตุ้นการคิด พูด และเขียน หมายถึง ครูยกตัวอย่าง เช่น ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในหนังสือเรียน โดยให้นักเรียนนึกภาพ ของกราฟจากแต่ละสมการที่กำหนดก่อนที่จะลงมือเขียนกราฟ เพื่อหาคำตอบของระบบสมการจากกราฟ และเน้นว่าจำนวนคำตอบของระบบสมการจะเป็นแบบใดแบบหนึ่งใน 3 แบบเท่านั้น คือ มีคำตอบเดียว มีคำตอบมากมายไม่จำกัด หรือไม่มีคำตอบ ครูให้นักเรียนสังเกตเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์และค่าคงตัวของสมการทั้งสองกับคำตอบของระบบสมการที่ได้ จากบทสนทนาของข้าวสวยและข้าวหอม ในหนังสือเรียน จัดสถานการณ์ที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เคยแก้ไขไปแล้ว หรือปัญหาที่เกิดในชีวิตประจำวัน โดยหาความรู้เพิ่มเติม พูดคุยอภิปรายแลกเปลี่ยนภายในกลุ่ม เขียนบันทึกข้อสรุปของกลุ่ม ที่ได้จากการเชื่อมโยงความรู้เดิม และความรู้ที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม จนได้ข้อสรุปของตนเอง

ขั้นที่ 5 ประเมินผล กระตุ้นการคิด และเขียน หมายถึง ครูให้นักเรียนทำใบงานเพื่อสรุปความเข้าใจในการหาคำตอบของระบบสมการ โดยการกำหนดเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกันสองเงื่อนไข เพื่อให้ได้คำตอบของจำนวนสองจำนวนตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ เพื่อนำไปสู่การอภิปรายที่ว่าการเขียนหรืออ่านจุดตัดที่เป็นพิกัดของคำตอบอาจมีความคลาดเคลื่อน ทำให้เราต้องหาแนวทางอื่นในการหาคำตอบที่ถูกต้องของ ผ่านการคิดและเขียนของนักเรียนในการทำใบงาน

2.5 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.5.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Anderson and Pingry (1973) กล่าวโดยสรุปว่า ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการแนวทางหรือวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบโดยผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ประสบการณ์ การวางแผน ทักษะ และกระบวนการต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับปัญหาซึ่งปัญหาอาจจะมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหาสถานการณ์หนึ่ง อาจเป็นปัญหาต่อบุคคลหนึ่งแต่ในสถานการณ์เดียวกันอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่นก็ได้

PISA (2022) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาในบริบทของชีวิตจริงที่หลากหลาย รวมถึงการใช้มโนทัศน์ วิธีการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและคาดการณ์สถานการณ์ต่าง ๆ

กรมวิชาการ (2545) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาต่าง ๆ จะต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

สมเดช บุญประจักษ์ (2550) ได้กล่าวโดยสรุปว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ที่จะต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของ ตัวเลข รูปภาพ สัญลักษณ์ ข้อความหรือโจทย์ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เผชิญอยู่ และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นได้ทันที

จากการศึกษาความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ สถานการณ์ หรือคำถามที่ต้องการค้นหาคำตอบ แนวทางหรือวิธีการที่หลากหลาย รวมถึงการใช้มโนทัศน์ วิธีการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย และคาดการณ์สถานการณ์ต่าง ๆ โดยผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ประสบการณ์ การวางแผน ทักษะ กระบวนการต่าง ๆ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของ ตัวเลข รูปภาพสัญลักษณ์ ข้อความหรือโจทย์ปัญหา

2.5.2 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Krulik and Rudnick (1992) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า กระบวนการที่บุคคลใช้ความรู้ที่เคยเรียนมาก่อนหน้า ทักษะ และความเข้าใจในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนต้องสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนมา และนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

PISA (2022) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแก้ปัญหาในบริบทชีวิตจริงตามนิยามของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้ 1) การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2) การใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผล 3) การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา เป็นทั้งทักษะและกระบวนการมักรวมทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญเข้าไว้ด้วย นอกจากนั้นการแก้ปัญหายังเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน เกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ ความสามารถ ประสบการณ์ เจตคติ และความเชื่อของผู้แก้ปัญหาด้วย

ณิชาพร เจริญวานิชกูร (2560) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ โดยอาศัยความรู้ กระบวนการหรือขั้นตอนแก้ปัญหา และยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์เดิมและทักษะพื้นฐานต่าง ๆ ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และ

เลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

จากความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคนิดศาสตร์ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 สังเคราะห์ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Krulik and Rudnick (1992)	PISA (2022)	อัมพร ม้าคนอง (2553)	ณิชาพร เจริญวานิชกูร (2560)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560)	ผลการสังเคราะห์
กระบวนการที่บุคคลใช้ความรู้ที่เคยเรียนมาก่อนหน้า ทักษะ และความเข้าใจในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย นักเรียนต้องสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนมาและนำไปประยุกต์ใช้ใน	การแก้ปัญหาในบริบทชีวิตจริงเกี่ยวข้องกับกระบวนทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้ 1) การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2) การใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผล 3) การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมิน	การแก้ปัญหาเป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา เป็นทั้งทักษะและกระบวนการมักรวมทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญเข้าไว้ด้วย นอกจากนั้นการแก้ปัญหายังเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ ความสามารถ	การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หมายถึง การหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบโดยอาศัยความรู้ กระบวนการ หรือขั้นตอนแก้ปัญหาและยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตลอดจนประสบการณ์เดิมและทักษะพื้นฐานต่าง ๆ ที่มีอยู่	การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงถึงความสมเหตุสมผลของ	การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหาการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผล ที่มีกระบวนการขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนต้องสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนมา และนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงถึง

ตารางที่ 10 (ต่อ)

Krulik and Rudnick (1992)	PISA (2022)	อัมพร ม้าคนอง (2553)	ณิชาพร เจริญวานิชกูร (2560)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560)	ผลการสังเคราะห์
สถานการณ์ใหม่ ๆ	ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	ประสบการณ์เจตคติ และความเชื่อของผู้แก้ปัญหาด้วย	ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่	คำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง	ความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

จากตารางที่ 10 สังเคราะห์ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยทำการศึกษาความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหา การใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผล ที่มีกระบวนการขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนต้องสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนมาและนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2.5.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนที่แตกต่างกันออกไป ไว้ดังนี้

Polya (1957) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา ระบุส่วนสำคัญของปัญหา และสามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในปัญหากับสิ่งที่ต้องการจะทราบ แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา แล้วเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่วางไว้ ถ้าแผนหรือวิธีการที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ จะต้องค้นหาแผนหรือวิธีการใหม่อีกครั้ง จนสามารถหาคำตอบได้

4. ขั้นตรวจสอบ ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบคำตอบและความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาไว้หรือไม่ และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่

Krulik and Rudnick (1992) นำเสนอถึงกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ขั้นการอ่านและการคิด (Read and Think) เป็นขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ตรวจสอบ และประเมินผลข้อเท็จริง และเชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ ของปัญหาด้วยการระบุข้อเท็จริง การระบุคำถาม การกำหนดภาพของสถานการณ์และสิ่งที่เกิดขึ้น และการแปลงปัญหาให้เป็นถ้อยคำของตน

2. ขั้นการสำรวจและวางแผน (Explore and Plan) เป็นขั้นรวบรวมข้อมูล โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตัดสินใจเลือกข้อมูลที่มีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหา หากไม่จำเป็นให้ตัดทิ้งไป และจัดระเบียบข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบตาราง รูปภาพ ตัวแบบต่าง ๆ หรือวิธีการอื่น ๆ เพื่อใช้ในการวางแผนการหาคำตอบ

3. ขั้นคัดเลือกกลวิธี (Select a strategy) เป็นขั้นเลือกกลวิธี ซึ่งจะเป็นขั้นในการกำหนดทิศทางในการหาคำตอบหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

4. ขั้นการหาคำตอบ (Find an answer) เป็นขั้นใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับการปัญหานั้น ๆ เช่น ทักษะการคำนวณ ทักษะทางพีชคณิต ทักษะทางเรขาคณิต

5. ขั้นการสะท้อนคิดและขยายผล (Reflect and extend) เป็นขั้นตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และตรวจสอบความสอดคล้องของคำตอบกับเงื่อนไข รวมไปถึงการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการอื่น ๆ และขยายคำตอบไปสู่กรณีทั่วไปหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ภายใต้สถานการณ์เดิม

PISA (2022) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาในบริบทชีวิตจริงตามนิยามของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้

1) การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ หรือ “คิด/แปลงปัญหา” (Formulate) คำว่า “คิด/แปลง” ตามนิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง สมรรถนะในการแยกแยะและรู้ถึงโอกาสที่จะใช้คณิตศาสตร์และใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแปลงสถานการณ์ให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนการแปลงสถานการณ์ให้เป็นบริบททางคณิตศาสตร์ แต่ละบุคคลจะต้องพิจารณาว่าจะนำความรู้คณิตศาสตร์ส่วนใดมาวิเคราะห์ จัดการ และแก้ปัญหา พวกเขาจะต้องแปลงสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงให้อยู่ในบริบทของคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้าง การแสดงแทน และข้อมูลทางคณิตศาสตร์ให้กับปัญหาในชีวิตจริงนั้น โดยต้องพิจารณาและทำความเข้าใจถึงข้อจำกัดและสมมติฐานต่าง ๆ ในปัญหา กระบวนการในการคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์นี้ ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น

- การเลือกใช้ตัวแบบที่เหมาะสม
- การระบุมุมมองเชิงคณิตศาสตร์ของปัญหาที่อยู่ในบริบทของชีวิตจริงและการระบุตัวแปรที่สำคัญ
- การตระหนักรู้ถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ รวมถึงข้อกำหนด ความสัมพันธ์ และแบบรูปที่อยู่ในปัญหาหรือสถานการณ์
- การจัดการสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายและสะดวกต่อการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ใช้วิธีการแยกส่วนประกอบ หรือแบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย
- การระบุข้อจำกัดและสมมติฐาน รวมทั้งการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

- การแสดงแทนสถานการณ์ด้วยคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ และตัวแบบที่เหมาะสม

- การแสดงแทนปัญหาในรูปแบบที่แตกต่าง รวมถึงการจัดโครงสร้างปัญหาตามมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการสร้างสมมติฐานที่เหมาะสม

- ความเข้าใจและการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาในบริบทที่จำเพาะของปัญหากับสัญลักษณ์และภาษาที่เป็นทางการที่จำเป็นต้องใช้ในการนำเสนอปัญหานั้นในเชิงคณิตศาสตร์

- การแปลงปัญหาให้เป็นภาษาคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

- การตระหนักรู้ว่าปัญหาหนึ่ง ๆ มีประเด็นที่เชื่อมโยงกับปัญหาเดิม หรือมโนทัศน์ข้อเท็จจริง หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์อย่างไร

- การเลือกและการใช้วิธีการและเครื่องมือคำนวณที่มีประสิทธิภาพที่สุดที่แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในบริบทของปัญหา

- การสร้างลำดับขั้นตอนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

2) การใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หรือ “ใช้คณิตศาสตร์” (Employ) คำว่า “ใช้” ตามนิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง สมรรถนะในการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหาซึ่งได้แปลงให้อยู่ในรูปคณิตศาสตร์แล้ว เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานั้น แต่ละบุคคลต้องแสดงการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์และหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อาทิ การคำนวณเบื้องต้น การแก้สมการ การอนุมานด้วยหลักเหตุผลจากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ การจัดการกับสัญลักษณ์ การพิจารณาเลือกข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากตารางหรือกราฟ การแสดงและการจัดการกับรูปเรขาคณิตสามมิติ และการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น นักเรียนต้องดำเนินการกับตัวแบบของสถานการณ์ปัญหา สร้างข้อกำหนด ระบุความเกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ กระบวนการในการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหานี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น

- การแสดงการคำนวณอย่างง่าย

- การสร้างข้อสรุปอย่างง่าย

- การเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสม

- การออกแบบกลยุทธ์ต่าง ๆ และนำกลยุทธ์เหล่านั้นไปใช้เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อช่วยหาคำตอบที่เป็นค่าแน่นอนหรือค่าประมาณ

- การใช้ข้อเท็จจริง กฎ อัลกอริทึม และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ

- การจัดการกับตัวเลข ข้อมูลและสารสนเทศที่นำเสนอด้วยกราฟและในเชิงสถิติ นิพจน์และสมการเชิงพีชคณิต และการแสดงแทนทางเรขาคณิต

- การสร้างแผนภาพ กราฟ และแบบจำลองสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์และการสร้างและสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากสิ่งเหล่านี้

- การใช้การแสดงแทนในรูปแบบต่าง ๆ และการปรับเปลี่ยนการแสดงแทนระหว่างรูปแบบต่าง ๆ ในกระบวนการแก้ปัญหา

- การสร้างข้อสรุปในรูปทั่วไปและข้อคาดการณ์ที่มีพื้นฐานมาจากผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

- การสะท้อนการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการอธิบายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

- การประเมินความสำคัญของแบบรูปและลักษณะปกติของข้อมูลที่สังเกตได้ (หรือที่สร้างขึ้น)

3) การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ หรือ “ตีความและประเมินผลลัพธ์” (Interpret and evaluate) คำว่า “ตีความและประเมิน” ตามนิยามความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นสมรรถนะในการสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ และตีความสิ่งเหล่านี้ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นปัญหาเริ่มต้นได้ รวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กลับไปยังบริบทของปัญหาแล้วพิจารณาว่า ผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความสมเหตุสมผลและมีความหมายในบริบทของปัญหาหรือไม่ การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการรวมองค์ประกอบของวัฏจักรการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สองด้านไว้ด้วยกัน คือ “ตีความ” และ “ประเมิน” บุคคลที่ใช้กระบวนการนี้จะต้องสร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหาเริ่มต้น โดยต้องสะท้อนทั้งกระบวนการสร้างตัวแบบและผลลัพธ์ที่ได้มา กระบวนการในการตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์นี้ ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น

- การตีความสารสนเทศที่แสดงอยู่ในรูปของกราฟและ/หรือแผนภาพ

- การประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทของปัญหา

- การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปยังบริบทของชีวิตจริง

- การประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริง

- การเข้าใจว่าชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และวิธีคิดคำนวณในกระบวนการทางคณิตศาสตร์หรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อตัดสินใจว่าควรจะต้องปรับปรุงหรือนำผลลัพธ์ไปใช้อย่างไร

- การอธิบายเหตุผลว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ได้นั้นสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลตามบริบทของปัญหาในชีวิตจริง

- การเข้าใจถึงขอบเขตและข้อจำกัดของแนวคิดทางคณิตศาสตร์และวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- การวิจารณ์และการระบุข้อจำกัดของตัวแบบที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- การใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์และแนวคิดเชิงคำนวณในการคาดการณ์ การแสดงหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง และตรวจสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้

อัมพร ม้าคนอง (2559) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างถ่องแท้ มีกระบวนการวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน และมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้รับผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือคำตอบที่เป็นเหตุเป็นผล ขั้นตอนของกระบวนการดังกล่าวมี 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา โดยอาจหาว่าสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไขคืออะไร จะแก้ปัญหาตามเงื่อนไขได้หรือไม่ เงื่อนไขที่ให้มาเพียงพอที่จะหา สิ่งที่ต้องการหรือไม่ ในขั้นนี้ การวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ การแบ่งเงื่อนไขออกเป็นส่วนย่อย ๆ อาจช่วยให้เข้าใจปัญหาดีขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนงาน เป็นขั้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลปัญหากับสิ่งที่ต้องการทราบ หากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ทันทีอาจต้องใช้ปัญหาอื่นช่วยเพื่อให้ได้แผนงานแก้ปัญหาในที่สุด ผู้แก้ปัญหาอาจเริ่มต้นด้วยการคิดว่าตนเคยเห็นปัญหาลักษณะนี้จากที่ไหนมาก่อนหรือไม่ หรือเคยเห็นปัญหาในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันนี้หรือไม่ จะใช้ความรู้หรือวิธีการใดแก้ปัญหา จะแก้ปัญหาส่วนใดได้ก่อนบ้าง จะแปลงข้อมูลที่มีอยู่ใหม่ เพื่อให้สิ่งที่ต้องการทราบกับข้อมูลที่มีอยู่สัมพันธ์กันมากขึ้นได้หรือไม่ ได้ใช้ข้อมูลและเงื่อนไขที่มีอยู่อย่างเหมาะสมแล้วหรือยัง

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นย่อย ๆ ของงานที่ทำว่าถูกต้องหรือไม่ จะแน่ใจได้อย่างไร เป็นการกำกับการทำงานตามแผน

ขั้นที่ 4 การตรวจย้อนกลับ เป็นการตรวจสอบคำตอบหรือเฉลยที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการขยายความคิดจากผลหรือคำตอบที่ได้ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2561) กล่าวว่า การศึกษาเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง เป็นการใช้กฎเกณฑ์ขั้นสูงเพื่อการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา และสามารถนำไปใช้ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกันได้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องมีการวิเคราะห์และเข้าใจปัญหาว่าโจทย์ต้องการสิ่งใด และโจทย์ให้อะไรมาบ้าง โดยอาศัยทักษะการแปลความหมายและการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องมีการวางแผมแก้ปัญหาว่าจะมีการกำหนดสัญลักษณ์อย่างไร ข้อมูลนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร โดยผู้เรียนจะต้องหาวิธีการในการแก้ปัญหาจากการนำทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ มาประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผนและคิดคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง เป็นขั้นที่ต้องคิดคำนวณแก้สมการคิดหาคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดของปัญหา โดยวิธีการตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา เป็นการตรวจสอบกระบวนการที่สมบูรณ์รวมทั้งตรวจสอบวิธีการและคำตอบที่ได้ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

ตารางที่ 11 สังเคราะห์กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1957)	Krulik and Reys (1980)	PISA (2022)	**อัมพร ม้าคนอง (2553)**	**ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2561)**	**ผลการสังเคราะห์**
1) ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา ระบุส่วนสำคัญของปัญหา และสามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้	ด้วยการระบุข้อเท็จจริง การระบุคำถาม การกำหนดภาพของสถานการณ์และสิ่งที่เกิดขึ้น และการแปลงปัญหาให้เป็นถ้อยคำของตน	นำความรู้คณิตศาสตร์ส่วนใดมาวิเคราะห์ จัดการ และแก้ปัญหา	จะแก้ปัญหาตามเงื่อนไขได้หรือไม่ เงื่อนไขที่ให้มาเพียงพอที่จะหา สิ่งที่ต้องการหรือไม่ ในขั้นนี้ การวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ การแบ่งเงื่อนไขออกเป็นส่วนย่อย ๆ อาจ ช่วยให้เข้าใจปัญหาดีขึ้น	การแปลความหมายและการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้เรียน	1) ความเข้าใจปัญหา หมายถึง การคิด วิเคราะห์ และทำความเข้าใจปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ถามคืออะไร
2) วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในปัญหากับสิ่งที่ต้องการจะทราบ แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับ	2) การสำรวจและวางแผน (Explore and Plan) เป็นขั้นรวบรวมข้อมูล โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตัดสินใจเลือกข้อมูลที่มีความจำเป็นต่อการ		2) การวางแผนงานเป็นขั้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลปัญหากับสิ่งที่ต้องการทราบ หากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ทันทีอาจต้องใช้ปัญหาอื่น	2) วางแผนแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่ต้องมีการวางแผนแก้ปัญหาว่าจะมีการกำหนดสัญลักษณ์อย่างไร ข้อมูลนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร	2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง การวางแผนแก้ปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม

ตารางที่ 11 (ต่อ)

Polya (1957)	Krulik and Reys (1980)	PISA (2022)	**อัมพร ม้าคนอง (2553)**	**ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2561)**	**ผลการสังเคราะห์**
ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาเพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหาแล้วเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม	แก้ปัญหา หากไม่จำเป็นให้ตัดทิ้งไปและจัดระเบียบข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบตาราง รูปภาพ ตัวแบบต่าง ๆ หรือวิธีการอื่น ๆ เพื่อใช้ในการวางแผนการหาคำตอบ		ช่วยเพื่อให้ได้แผนงานแก้ปัญหาในที่สุด ผู้แก้ปัญหาอาจเริ่มต้นด้วยการคิดว่าตนเคยเห็นปัญหาลักษณะนี้จากที่ไหนมาก่อนหรือไม่ หรือเคยเห็นปัญหาในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันนี้หรือไม่ จะใช้ความรู้หรือวิธีการใดแก้ปัญหา จะแก้ปัญหาส่วนใดได้ก่อนบ้าง จะแปลงข้อมูลที่มีอยู่ใหม่	โดยผู้เรียนจะต้องหาวิธีการในการแก้ปัญหาจากการนำทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ มาประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ	และสอดคล้องกับปัญหา
3) ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่วางไว้ ถ้าแผนหรือวิธีการที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้	3) คัดเลือกกลวิธี (Select a strategy) เป็นขั้นเลือกกลวิธี ซึ่งจะเป็นขั้นในการกำหนดทิศทางในการหาคำตอบหรือวิธีการในการแก้ปัญหา	2) การใช้มโนทัศน์ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หรือ “ใช้คณิตศาสตร์”	3) การดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นย่อย ๆ ของงานที่ทำว่าถูกต้องหรือไม่ จะแน่ใจได้อย่างไร เป็นการกำกับการทำงานตามแผน	3) ดำเนินการตามแผนและคิดคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง เป็นขั้นที่ต้องคิดคำนวณแก้สมการคิดหาคำตอบที่	3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาหมายถึงการปฏิบัติตามแผนและใช้วิธีการแก้ปัญหาที่วางแผนไว้ได้อย่าง

ตารางที่ 11 (ต่อ)

Polya (1957)	Krulik and Reys (1980)	PISA (2022)	**อัมพร ม้าคนอง (2553)**	**ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2561)**	**ผลการสังเคราะห์**
จะต้องค้นหาแผนหรือวิธีการใหม่อีกครั้งจนสามารถหาคำตอบได้		(Employ) หมายถึง การดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์และหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์		ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดของปัญหาโดยวิธีการตามแผนที่วางไว้	ถูกต้องและแสดงวิธีทำเพื่อแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจนนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์
4) ตรวจสอบคำตอบและความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาไว้หรือไม่ และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่	4) การหาคำตอบ (Find an answer) เป็นขั้นใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับการปัญหานั้น ๆ เช่น ทักษะการคำนวณ ทักษะทางพีชคณิต ทักษะทางเรขาคณิต	3) การตีความการประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือ “ตีความและประเมินผลลัพธ์” (Interpret and evaluate) หมายถึง การสร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหาเริ่มต้นโดยต้องสะท้อนทั้งกระบวนการ	4) การตรวจย้อนกลับ เป็นการตรวจสอบคำตอบหรือเฉลยที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการขยายความคิดจากผลหรือคำตอบที่ได้	4) ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา เป็นการตรวจสอบกระบวนการที่สมบูรณ์รวมทั้งตรวจสอบวิธีการและคำตอบที่ได้ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ได้	4) การสรุปคำตอบหมายถึงการตีความสรุปคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาให้สมบูรณ์และตรวจสอบและประเมินความถูกต้อง

จากตารางที่ 11 สังเคราะห์กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยทำการศึกษาความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา มีกระบวนการขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนต้องสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนมาและนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง มี 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ความเข้าใจปัญหา หมายถึงการคิด วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ถามคืออะไร

2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา หมายถึงการวางแผนแก้ปัญหา และเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา

3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา หมายถึงการปฏิบัติตามแผนและใช้วิธีการแก้ปัญหาที่วางแผนไว้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงวิธีทำเพื่อแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจนนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์

4) การสรุป คำตอบ หมายถึงการตีความ สรุปคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาให้สมบูรณ์และตรวจสอบและประเมินความถูกต้อง

ผู้วิจัยจะใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายการประเมิน 4 รายการ คือ 1) ความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา 3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ

2.5.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Bitter and Gray (1990) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจและไม่ยากจนเกินไป และให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนตามลำดับความยากง่าย

2. ผู้สอนควรให้ผู้เรียนและเปลี่ยนความคิดในการแก้ปัญหาโดยการแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย

3. ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนพิจารณาสิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการถาม

4. ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลาย

5. ผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนรู้สึกว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนการสอน

6. ผู้สอมควรฝึกลักษณะปัญหาที่คล้ายกันและให้คำแนะนำสำหรับโจทย์ที่มีความยาก

PISA (2022) กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรมและแบบฝึกที่สนับสนุนทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งจะเป็นการฝึกคิดฝึกแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจนกลายเป็นทักษะความรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

อัมพร ม้าคนอง (2559) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียน สรุปเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา เป็นการสอนความรู้หรือพัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การให้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การสอนให้แก้ปัญหา เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

3. การสอนกระบวนการแก้ปัญหา เป็นการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลวิธีแก้ปัญหา

ทรงชัย อักษรคิด (2555) ได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาจากนักการศึกษาหลายท่านและสรุปเป็นแนวทางพัฒนาตามกระบวนการในการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยา ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ด้วยการที่ผู้สอนให้นักเรียนได้ฝึกฝนอ่านข้อความ อ่านปัญหา และทำความเข้าใจ และใช้การถามตอบกับนักเรียนเพื่อพัฒนาความเข้าใจปัญหา จากนั้นให้นักเรียนได้ฝึกฝนทำความเข้าใจด้วยตนเอง

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ด้วยการที่ครูให้นักเรียนฝึกวางแผนก่อนลงมือทำด้วยตนเองอยู่เสมอ อาจใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง นอกจากนี้ปัญหาที่นำมาให้นักเรียนฝึกคิดควรเป็นปัญหาที่แปลกใหม่

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน สำหรับขั้นตอนนี้ครูควรฝึกให้นักเรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของแผนด้วยการทำความเข้าใจแผนอย่างละเอียดก่อนดำเนินการตามแผน

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผล สำหรับการตรวจสอบผลเป็นการมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยมีแนวทางในการพัฒนาการตรวจสอบผล 4 แนวทาง ได้แก่

4.1 กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบ

4.2 ฝึกให้นักเรียนคะเนคำตอบและตีความหมายของคำตอบ

4.3 สนับสนุนให้นักเรียนใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

4.4 ฝึกให้นักเรียนตั้งปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน

จากการศึกษาแนวทางในการพัฒนาความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่าผู้สอนควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจและไม่ยากจนเกินไป และให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนตามลำดับความยากง่ายให้ผู้เรียนและเปลี่ยนความคิดในการแก้ปัญหาโดยการแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย พิจารณาสิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการถาม ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรมและฝึกแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบด้วยวิธีที่หลากหลาย จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนรู้สึกว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนการสอน และฝึกลักษณะปัญหาที่คล้ายกันและให้คำแนะนำสำหรับโจทย์ที่มีความยาก โดยสอนผ่านการแก้ปัญหา สอนให้แก้ปัญหาและสอนกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ความสามารถ

ในการวางแผนแก้ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการตามแผน และความสามารถในการตรวจสอบผล ซึ่งจะเป็นการฝึกคิดฝึกแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจนกลายเป็นทักษะความรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

2.5.5 การประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1973) ได้เสนอ แบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วยขั้นตอนและรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 12 แสดงแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Polya (1973)

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	หลังจากอ่านจบแล้วต้องสามารถระบุได้ว่าโจทย์กำหนดอะไร โจทย์ต้องการทราบอะไรและข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	ใช้เงื่อนไขความจริงในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	ความสามารถในการสร้างตาราง เขียนไดอะแกรม เขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการคำนวณ
ขั้นตรวจสอบคำตอบการพิจารณา	ความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมายของคำตอบ

Charles & Lester (1987) ได้แบ่งสัดส่วนของการให้คะแนนออกเป็น 3 ส่วน คือ ความเข้าใจในการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 13 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนของ Charles & Lester (1987)

ส่วนที่พิจารณา	พฤติกรรมที่แสดง	คะแนนที่ได้
ความเข้าใจในการแก้ปัญหา	ไม่แสดงอะไรเลย	0
	แปลความหมายผิดทั้งหมด	1
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนมาก	2
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนน้อย	3
	แปลความหมายได้ถูกต้องสมบูรณ์	4
วิธีการแก้ปัญหา	ไม่แสดงอะไรเลย	0
	วางแผนการทำงานไม่ถูกต้อง	1
	แก้ปัญหาถูกต้องเป็นส่วนน้อย	2
	แก้ปัญหาถูกต้องเป็นส่วนมาก	3
	วางแผนเหมาะสมและมีแนวทางนำไปสู่คำตอบถูกต้อง	4
ผลลัพธ์ที่ได้	ไม่แสดงอะไรเลย	0
	เขียนผิด คำนวณผิด	1
	คำตอบถูกต้อง	2

PISA (2022) กล่าวว่า รูปแบบของข้อสอบ PISA-Like มี 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) เลือกตอบ 2)เลือกตอบเชิงซ้อน 3) เติมคำตอบ และ 4) อธิบายหรือแสดงวิธีทำ และเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบ PISA-Like มี 2 แบบ คือ 1) การให้คะแนนแบบภาพรวม 2) การให้คะแนนแบบแยกส่วน ตามตารางที่ 14 ตารางที่ 15 และ ตารางที่ 16 ดังนี้

ตารางที่ 14 แสดงตัวอย่างการให้คะแนนแบบภาพรวม

รายการประเมิน	**คะแนน**
แสดงวิธีการหาคำตอบ คำนวณ และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง	3
- แสดงวิธีการหาคำตอบและคำนวณได้ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ได้สรุปคำตอบ - แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่คำนวณผิดพลาดบางส่วน แล้วมีการสรุปคำตอบตามผลที่คำนวณได้	2
แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน แล้วมีหรือไม่มีการสรุปคำตอบ	1
แสดงวิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงวิธีการหาคำตอบหรือไม่ตอบ	0

ตารางที่ 15 แสดงตัวอย่างการให้คะแนนแบบแยกส่วน

รายการประเมิน	**คะแนน**
1) แสดงวิธีการหาคำตอบได้สอดคล้องกับโจทย์	1
2) หาค่าของจำนวนที่เป็นคำตอบได้ถูกต้อง	1
3) สรุปคำตอบได้ถูกต้อง	1
รวม	3

ตารางที่ 16 แสดงตัวอย่างรูปแบบและเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบ PISA-Like

ที่	รูปแบบ	รายการประเมิน	คะแนน
1	เลือกตอบ - เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว - ตอบถูกได้คะแนนเต็ม	- ตอบตัวเลือกที่ 3 - คำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	1 0
2	เลือกตอบเชิงซ้อน - มีหลายคำถามย่อย - ตอบถูกทุกคำถามย่อยได้คะแนนเต็ม หรือ ตอบถูกบางคำถามย่อยได้คะแนนบางส่วน	- ตอบถูกทั้ง 4 ข้อ - ตอบถูก 1-3 ข้อ หรือตอบผิดทั้งหมดหรือไม่ตอบ	1 0
	เลือกตอบเชิงซ้อน - มีหลายคำถามย่อย - ตอบถูกทุกคำถามย่อยได้คะแนนเต็ม หรือ ตอบถูกบางคำถามย่อยได้คะแนนบางส่วน	- ตอบถูกทั้ง 3 ข้อ - ตอบถูก 2 ข้อ - ตอบถูก 1 ข้อ หรือตอบผิดทั้งหมด หรือไม่ตอบ	2 1 0
3	เติมคำตอบ - พิมพ์คำตอบลงในช่องว่าง - ตอบถูกได้คะแนนเต็ม - บางคำถามมีให้เติมคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ ถ้าตอบถูกต้องเพียง 1 คำตอบจะได้คะแนนบางส่วน	- ตอบถูก - คำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	1 0
4	อธิบายหรือแสดงวิธีทำ - พิมพ์แสดงเหตุผล อธิบายคำตอบหรือแสดงวิธีการหาคำ - ตอบถูกต้องครบถ้วนจะได้คะแนนเต็ม ถ้าตอบถูกเพียงบางส่วนจะได้คะแนนบางส่วน	- อธิบายหรือแสดงวิธีทำถูกต้องครบถ้วน - อธิบายหรือแสดงวิธีทำถูกเพียงบางส่วน - คำตอบอื่น ๆ หรือตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ	2 1 0

กรมวิชาการ (2546) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 17 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนของ กรมวิชาการ (2546)

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถที่ปรากฏในการแก้ปัญหา
4/ดีมาก	ใช้วิธีการดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จและมีประสิทธิภาพ สามารถอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
3/ดี	ใช้วิธีการดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จแต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
2/พอใช้	มีวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ เพียงส่วนและสามารถอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เพียงบางส่วน
1/ต้องปรับปรุง	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วนและหยุดไม่สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จไม่สามารถอธิบายต่อได้
0/ไม่พยายาม	ไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวถึง เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 รายการ ดังนี้ 1) ความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา 3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และ4) การสรุปคำตอบ ดังที่แสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แสดงเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้

ตารางที่ 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ใต้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนหรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

จากการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่าเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) เป็นเกณฑ์การประเมินความสามารถที่มีมาตรฐาน มีความเที่ยงตรงในการให้คะแนนในการแก้ปัญหา ครอบคลุมทุกมิติที่เป็นความต้องการและความคาดหวังต่อสิ่งที่ประเมินทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ ชี้บ่งระดับการยอมรับปริมาณหรือคุณภาพแต่ละระดับชัดเจน มีความเที่ยงและเป็นปรนัย และเป็นที่ยอมรับ ผู้วิจัยจึงใช้เกณฑ์ดังกล่าว เป็นเกณฑ์การประเมินผลแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ เป็น analytic rubrics ซึ่งมีรายการประเมิน 4 รายการ คือ 1) ความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา 3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Wilson (1971) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญา ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ระดับ คือ

1) ความรู้ความจำการคิดคำนวณ (Computation) แบ่งออกเป็น 3 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เคยได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้ว

ขั้นที่ 2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็น ความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ ข้อสอบที่วัดความสามารถในระดับนี้จะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

ขั้นที่ 3 ความสามารถในการคิดคำนวณ (Ability to Carryout) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่างนักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2) ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่าแบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนมติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนมตินั้นโดยใช้คำพูด ของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

ขั้นที่ 2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ (Knowledge of Principles Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) เป็นความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในเรื่องของโครสร้างพีชคณิต และ ระบบจำนวน เพื่อทดสอบความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อมูลหรือข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่สูงสุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

ขั้นที่ 5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow A Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

ขั้นที่ 6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่ใช้ในการวัดพฤติกรรมด้านนี้ด้านนี้จะเป็นข้อสอบที่อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่ใช้ในการวัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยผู้เรียนต้องทำความเข้าใจอ่านและตีความโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบของข้อมูลทางสถิติ กราฟตัวเลขหรือข้อความ

3) การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจและการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยหรืออาจเป็นปัญหาที่ผู้เรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน เช่น

แบบฝึกหัดที่ผู้เรียนจะต้องเลือกกระบวนการ ขั้นตอน และวิธีการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นคือ

ขั้นที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

ขั้นที่ 2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็น ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุดเพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ขั้นที่ 3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล และตัดสินใจอย่างต่อเนื่อง ในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจจะต้องอาศัยการแยกแยะประเด็นหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องออกจากประเด็นหรือข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาตัดสินว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการ และมีปัญหาใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการค้นหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำลังประสบอยู่ หรืออาจต้องนำโจทย์ปัญหาออกมาแยกพิจารณาเป็นส่วน ๆ เพื่อช่วยในการค้นหาและพิจารณาข้อมูล โดยมีการนำข้อมูลมาตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้น จนได้ผลลัพธ์หรือคำตอบที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และสมมาตร (Ability to Data Recognize Patterns, Isomorphisms and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องใช้การกระทำ หรือ พฤติกรรมอย่างต่อเนื่องของผู้เรียน โดยเริ่มตั้งแต่การคิดหรือนึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปของปัญหา การจัดกระทำข้อมูล และการคิดหรือนึกถึงความสัมพันธ์ โดยผู้เรียนจะต้องสำรวจและค้นหาสิ่งที่คุ้นเคยกัน จากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหา

4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนไม่เคยพบ หรือ ไม่เคยทำมาก่อน การแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหานั้นต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียนมาประยุกต์และผสมผสานกันกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา ซึ่งถือว่าการวิเคราะห์เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) โจทย์หรือสถานการณ์คำถามที่ใช้ในขั้นนี้เป็นโจทย์หรือสถานการณ์คำถามที่มีซับซ้อน ไม่มีในตัวอย่างหรือแบบฝึกหัด ผู้เรียนไม่เคยพบเห็นโจทย์หรือสถานการณ์ในลักษณะนี้มาก่อน ผู้เรียนจะต้องอาศัยคิดริเริ่มสร้างสรรค์ผสมผสานกับความรู้ความใจในมโนมติของผู้เรียนเอง ตลอดกระทั่งทฤษฎีต่าง ๆ ที่ผู้เรียนเคยเรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถของผู้เรียนในสร้างสร้างความสัมพันธ์แบบใหม่ โดยผู้เรียนจัดจำแนกส่วนต่าง ๆ ของโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถที่ต้องการให้ผู้เรียนตรวจสอบ และพิสูจน์ ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง และมีส่วนใดผิดบ้าง โดยความสามารถนี้เป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์

ขั้นที่ 4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง มีส่วนใดผิดพลาดไปจากกมโนมติ หลักการ กฎ นิยามหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ โดยความสามารถนี้เป็นความสามารถในการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนมติ หลักการ กฎ นิยามหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องให้มีผลใช้ได้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหาและพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจและความสามารถต่าง ๆ ทางสมองที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์

สมยศ ชิดมงคล (2545) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือการที่ผู้เรียนมีความรู้ ความสมารถในการเข้าใจมโนทัศน์และสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

ชานนท์ จันทรา (2555) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และมโนทัศน์แต่ละเรื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกตามพฤติกรรมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ คะแนนความรู้ ความสามารถ และความสำเร็จของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.6.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Wiersma and Jurs (1990) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน ดังนี้

1) แบบทดสอบแบบเลือกคำตอบ (Selected - response test) เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยคำถามและคำตอบ ผู้สอบเพียงแต่เลือกคำตอบที่ต้องการจากคำตอบที่กำหนดให้ แบบทดสอบลักษณะนี้แบ่งออกเป็น แบบทดสอบแบบถูก-ผิด (True-false) แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching) และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice)

1.1) แบบทดสอบแบบถูก-ผิด เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถของ ผู้สอบโดยการให้ผู้สอบระบุว่าข้อความที่กำหนดให้ ถูกหรือผิด (True-false) ใช่หรือไม่ใช่ (yes or on) เห็นด้วย

หรือไม่เห็นด้วย (agree or disagree) อาจเป็นข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็น (fact or opinion) ลักษณะของข้อสอบแบบนี้ จึงมีคำตอบให้เลือกเพียง 2 คำตอบเท่านั้น

1.2) แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching) เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อความ 2 คอลัมน์ คอลัมน์หนึ่งประกอบด้วยข้อความ ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ เพื่อจับคู่กับอีกคอลัมน์หนึ่ง ซึ่งประกอบด้วย คำประโยค วลี ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ ข้อความในคอลัมน์หนึ่ง จะเป็นคำถามและข้อความอีกคอลัมน์หนึ่งเป็นตัวเลือก ข้อคำถามจะอยู่ในคอลัมน์แรก ส่วนตัว เลือกจะอยู่ในคอลัมน์ที่สอง ข้อความทั้ง 2 คอลัมน์จะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กัน

1.3) แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) เป็นแบบทดสอบที่ข้อสอบแต่ละข้อประกอบด้วยคำถาม (Stem) และตัวเลือก (Alternative) สำหรับในส่วนคำถามของข้อสอบแบบเลือกตอบจะอยู่ในรูปของคำถามหรืออยู่ในรูปของข้อความไม่สมบูรณ์ก็ได้ ส่วนตัวเลือกจะประกอบด้วย ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก (Correct answer) และตัวเลือกที่เป็นคำตอบไม่ถูกที่เรียกว่า ตัวลวง (Distracters)

2) แบบเขียนตอบ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยคำถามและให้ผู้ตอบเขียนคำตอบเองจากคำถามที่กำหนดให้ แบบทดสอบลักษณะนี้แบ่งออกเป็นข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short-answer items) และ ข้อสอบแบบความเรียง (essay items)

2.1) ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ หรือบางที่เรียกว่า ข้อสอบแบบเติมค่า (Completion) เป็นข้อสอบที่ให้ผู้ตอบ ตอบคำถามหรือเติมคำในข้อความที่กำหนดให้สมบูรณ์ การเติมคำ จำนวน หรือ สัญลักษณ์ วลี ประโยคสั้น ข้อสอบลักษณะนี้เป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอน หาคำตอบเอง แทนที่จะกำหนดคำตอบให้เลือกตอบ ข้อแตกต่างของข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ แต่แบบเติมคำคือการเขียนคำถาม ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ จะเขียนในรูปคำถามโดยตรง ส่วนข้อสอบแบบเติมคำจะเขียนในรูปของข้อความที่ไม่สมบูรณ์

2.2) ข้อสอบแบบความเรียง เป็นข้อสอบที่ผู้ตอบจะต้องหาคำตอบเอง แทนที่จะมีคำตอบให้เลือกเหมือนกับข้อสอบแบบกำหนดคำตอบให้ ข้อสอบแบบนี้จะใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ที่ไม่สามารถวัดโดยใช้ข้อสอบแบบกำหนดคำตอบได้ เช่น วัดความสามารถในการจัดการ ความสามารถในการบูรณาการ ความสามารถในการสังเคราะห์ ความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนความสามารถในการประเมิน เป็นต้น

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเฉพาะกลุ่ม ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นสำหรับใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษาโดยแบบทดสอบนั้นมีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and pencil test) สามารถแบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1.1) แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or essay test) เป็นแบบทดสอบประเภทเขียนตอบ โดยมีผู้สอนเป็นผู้กำหนดโจทย์ หรือ คำถาม

1.2) แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ (Objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะของการตอบสั้น ๆ หรือ เลือกคำตอบที่ถูกกำหนดไว้ให้ โดยแบบทดสอบชนิดนี้สามารถแบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบถูก - ผิด แบบเติมคำ แบบจับคู่ และแบบเลือกตอบ

2) แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบวิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

ศศิธร แม้นสงวน (2556) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือสำหรับผู้สอนที่จะใช้ในการตรวจสอบผลการเรียนรู้รวมถึงพฤติกรรมต่าง ๆ จากการเรียนหรือการจัดการเรียนรู้ของครู เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ในระดับใด บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด เป็นไปตามมาตรฐานตัวชี้วัดอย่างไร ซึ่งแบบทดสอบจะต้องมีประสิทธิภาพ มีคุณภาพ มีความถูกต้องเที่ยงตรง เชื่อถือได้ มีกระบวนการหลักการสร้างแบบทดสอบตามหลักวิชาการ

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี 2 ประเภท ดังนี้

2.1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น มุ่งใช้วัดผลผู้เรียนเฉพาะกลุ่มผู้สอน มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper test)

- แบบทดสอบอัตนัย (Subject test) แบบทดสอบที่กำหนดปัญหาแล้วให้ผู้เรียนแสดงคำตอบโดยการเขียนแสดงความรู้ ความคิดเจตคติได้อย่างเต็มที่

- แบบทดสอบปรนัย (Objective test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้เขียนตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบถูก - ผิด แบบทดสอบเติมคำสั้น ๆ แบบจับคู่ แบบเลือกตอบ

2.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป จึงสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการคิดวิเคราะห์ ปรับปรุงจนมีคุณภาพมาตรฐาน

2.6.3 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.6.3.1 Wilson (1971) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom 's taxonomy) ไว้ 4 ระดับคือ

1) ความรู้ความจำและด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุดแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นดังนี้

1.1) ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) คำถามที่วัดระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงและความรู้พื้นฐาน

1.2) ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้โดยคำถามอาจจะเป็นการถามโดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3) ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ที่ง่ายคล้ายคลึงกับตัวอย่างที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว

2) ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่าแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

2.1) ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติ (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความโดยใช้คำพูดของตนเอง

2.2) ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการกฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principle, Rules & Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการกฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3) ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4) ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Alky to transform problem element form Wu must to another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่เช่นแปลภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความความเข้าใจ

2.5) ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to time of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ซึ่งแตกต่างจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6) ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read & interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนมีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลขข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3) การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในโรงเรียนพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นคือ

3.1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Knowledge of solve routine problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2) ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Knowledge of Make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุดเพื่อสรุปการตัดสินใจซึ่งในการแก้ปัญหานี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้ององอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง

3.3) ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Knowledge of analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่

3.4) ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Knowledge of recognize, Patterns, Isomorphism & Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์

4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อนซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลงแต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมชั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพเอมองระดับสูงแบ่งเป็น 5 ขึ้นคือ

4.1) ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Knowledge of solve non-routine problems) คำถามในชั้นนี้เป็นคำถามขับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างที่ไม่เคยเห็นมาก่อน

4.2) ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Knowledge of discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3) ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Knowledge of construct proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์พฤติกรรมในชั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่มีตอนใดผิดบ้าง

4.4) ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Knowledge of criticize proofs) ความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ยุ่งยากซับซ้อนกว่าความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติหลักการกฎนิยามหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5) ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Knowledge of formulate & Validate generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยใช้ความสัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วยนั่นคือการถามให้หาคำตอบและพิสูจน์ประโยคคณิตศาสตร์พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

2.6.3.2 Bloom (1976) กล่าวถึงลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาในจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยที่ปรับปรุงใหม่ยังคงมีลำดับขั้น 6 ขั้นซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) จำ (Remembering) หมายถึงความสามารถในการระลึกได้แสดงรายการได้บอกได้ ระบุบอกชื่อได้ ตัวอย่างเช่นนักเรียนสามารถบอกความหมายของทองทฤษฎีได้

2) เข้าใจ (Understanding) หมายถึงความสามารถในการแปลความหมายยกตัวอย่าง สรุปอ้างอิงตัวอย่าง เช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้

3) ประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึงความสามารถในการนำไปใช้ประยุกต์ใช้แก้ปัญหาตัวอย่าง เช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาได้

4) วิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึงความสามารถในการเปรียบเทียบอธิบายลักษณะการจัดการ ตัวอย่างเช่นนักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้

5) ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึงความสามารถในการตรวจสอบวิจารณ์ตัดสิน ตัวอย่างเช่นนักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้

6) คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึงความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผนผลิตตัวอย่างเช่นนักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

จากการศึกษาประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยสอดคล้องกับระดับพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาของ Wilson (1971) ดังนี้ 1) ความรู้ความจำการคิดคำนวณ 2) ความเข้าใจ และ 3) การนำไปใช้ เนื่องจากระดับที่ 4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ขั้น ขั้นที่ 1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน สถานการณ์คำถามที่มีซับซ้อน ไม่มีในตัวอย่างหรือแบบฝึกหัด ผู้เรียนไม่เคยพบเห็นโจทย์หรือสถานการณ์ในลักษณะนี้มาก่อน ขั้นที่ 2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสร้างความสัมพันธ์แบบใหม่ ขั้นที่ 3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ เป็นความสามารถที่ต้องการให้ผู้เรียนตรวจสอบและพิสูจน์ ขั้นที่ 4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ ในขั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง และขั้นที่ 5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องให้มีผลใช้ได้เป็นกรณีทั่วไป เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหาและพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบปรนัยที่สอดคล้องกับระดับพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาของ Wilson (1971) 3 ระดับ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ชลดา ภูล้นแก้ว (2567) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนวังสามหมอวิทยาคาร อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 41 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และสถิติ การทดสอบที ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี สืบเสาะหาความรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุภกาญจ์ คำวาริห์และคณะ (2566) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ (5E) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในครั้งนี้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 30 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และสถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56

ณัฐนันท์ จุยคำวงศ์ (2565) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง ทศนิยม โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และ 3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผลการวิจัย พบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E มีความคิดเห็นอยู่ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (M = 4.18, SD = 0.68)

ณัฐสุดา ไชยสีหา (2565) ได้ทำการศึกษา การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 จำนวน 44 คน โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ ปีการศึกษา 2564 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน รวม 10 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย 5 ข้อ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 4) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) จำนวน 10 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเยงเบนมาตรฐาน สูตรหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ และสถิติทดสอบที (t-test dependent sample) ผลการวิจัย พบว่า 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.18/76.14 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01 และ *SD* เท่ากับ 0.08

วิทิต มูลวงค์ และศิวพร มามาตร (2564) ได้ทำการศึกษา การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 42 คน ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบทีแบบ Paired Two Sample for Means และค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ผลคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 2) ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

พุธชาด ศักดิ์แสง (2562) ได้ทำการศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบ 5E เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดนนทบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5E กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม จังหวัดนนทบุรี จานวน 34 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยวิธีสอนแบบ 5E สาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 แผน 18 คาบ (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบ 5E เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไพรวรรณ สังวัง (2560) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ให้มี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ ได้จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และแบบประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test for dependent sample และสถิติ t-test one group ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อยู่ในระดับมาก

วารุณี บุญรอด (2556) ได้ทำการศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย มีจุดมุ่งเหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดศูนย์การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กศน. ตำบล หนองขาม สังกัดศูนย์การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรีภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Sample random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E 2) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบปกติ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ 4) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent samples t-test) ผลการวิจัย พบว่า 1. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติติที่ระดับ .05 2. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Veramita (2018) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือประยุกต์ใช้ทักษะการคิด การพูด การเขียน (Think-Talk-Write) ในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ผ่านการนำแบบจำลองการเรียนรู้แบบร่วมมือประเภท คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) ไปใช้ในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียน SD N Surakarta กลุ่มตัวอย่างคือผู้วิจัยและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียน SD N Surakarta จำนวน 40 คน เทคนิคการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ เทคนิคการสังเกต การสัมภาษณ์การทดสอบและการจัดทำเอกสาร ความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการหาแหล่งที่มา และการหาแหล่งที่มา จากผลการวิจัย พบว่า ค่า preaction เฉลี่ยเท่ากับ 52.7 โดยมีความสมบูรณ์แบบคลาสสิก 22.50% ค่า increase in cycle I เท่ากับ 72.73 โดยมีความสมบูรณ์แบบคลาสสิก 67.50% และเพิ่มขึ้นอีก 80.5 โดยมีความละเอียดแบบคลาสสิก 90% จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการนำแบบจำลองการเรียนรู้แบบร่วมมือประเภท คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) ไปใช้สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียน SD N Surakarta ปีการศึกษา 2560/2561 ได้

Poklis (2023) ได้ทำการศึกษา กลยุทธ์การคิด พูด เขียน: การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน แต่ยังมีนักเรียนจำนวนมากที่เผชิญกับความท้าทายในด้านนี้ โดยเฉพาะในวิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อระบุสาเหตุเบื้องหลังของทักษะการแก้ปัญหาที่ไม่ดีในหมู่นักเรียน STEM ชั้นปีที่ 11 ที่ Juan G. Macaraeg National High School ในช่วงไตรมาสแรกของปีการศึกษา 2023 – 2024 การศึกษานี้ใช้แนวทางแบบผสมผสาน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบมีจุดประสงค์และสะดวกสำหรับการสัมภาษณ์ผู้เรียน เพื่อระบุปัญหา นักเรียนได้เข้ารับการทดสอบครั้งเดียวที่เน้นที่ปัญหาคำศัพท์แบบยกกำลัง โดยผู้ที่ทำผลงานได้ไม่ดีจะกลายเป็นผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ คำตอบของทั้งครูและนักเรียนถูกจัดประเภทเป็นกลยุทธ์การคิด พูด และเขียน การเปิดเผยของการศึกษานี้รวมถึงผู้เรียนที่มองว่าการแก้ปัญหาเป็นภาระ เหมือนกับมีน้ำหนักกดทับไหล่ ขณะที่ครูต้องดิ้นรนกับข้อจำกัดด้านเวลาในการส่งมอบความสามารถที่จำเป็น นอกจากนี้ ครูมักจะมองข้ามความสำคัญของการสื่อสารด้วยวาจาเมื่อต้องแก้ปัญหาด้วยคำพูด ในขณะที่นักเรียนมักจะขอความช่วยเหลือจากเพื่อนและบุคคลที่มีความรู้เพื่อรับมือกับความท้าทายนอกจากนี้ ยังพบว่าทั้งผู้เรียนและครูไม่ได้ใช้ GRESA (Given, Required, Equation, Solution, Answer) อย่างสม่ำเสมอในการแก้ปัญหาด้วยคำศัพท์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลยุทธ์การเรียนรู้แบบร่วมมือคิด-พูด-เขียน ซึ่งเป็นแนวทางที่แนะนำ ไม่ได้บูรณาการเข้ากับกระบวนการสอน-การเรียนรู้สำหรับการแก้ปัญหาด้วยคำศัพท์ การศึกษานี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการนำกลยุทธ์คิด-พูด-เขียน มาใช้ในการประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อการเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยการจัดการกับปัญหาที่ระบุเหล่านี้ การวิจัยนี้มุ่งหวังที่จะนำเสนอข้อมูลเชิงลึกที่มีค่าและการแทรกแซงในทางปฏิบัติเพื่อปรับปรุงความสามารถในการแก้ปัญหาในบริบททางวิชาการ

Putri (2017) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาอุปกรณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบความร่วมมือ ประเภท คิด-พูด-เขียน (Think-Talk-Write) ที่ได้รับการสนับสนุนจาก Edmodo เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมเครื่องมือการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบความร่วมมือประเภทคิด พูด เขียน ที่ได้รับการสนับสนุนโดย Edmodo ซึ่งมีความถูกต้อง ปฏิบัติได้ และมีประสิทธิผล เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน การวิจัยนี้จัดอยู่ในประเภทการวิจัยออกแบบ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนการวิจัยออกแบบโดย Plomp ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนเบื้องต้น ขั้นตอนต้นแบบ และขั้นตอนการประเมินหัวข้อของการวิจัยนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนม.ปลายหมายเลข 2 เนการา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 คน สอบวัดผลจำกัด นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 36 คน สอบวัดผลภาคสนามครั้งที่ 1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 36 คน สอบวัดผลภาคสนามครั้งที่ 2 อุปกรณ์การเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ หนังสือของนักเรียนและหนังสือของครูที่ได้รับการสนับสนุนโดย Edmodo หนังสือของนักเรียนเป็นหนังสือคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยตั้งใจให้เป็นหนังสือคณิตศาสตร์เกี่ยวกับตรีโกณมิติสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์การเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์ความถูกต้อง เกณฑ์ปฏิบัติ และเกณฑ์ประสิทธิผลที่คาดหวัง คุณลักษณะในหนังสือของนักเรียนและหนังสือของครูได้รับการออกแบบและปรับให้เข้ากับรูปแบบการคิด การพูด การเขียนแบบสหกรณ์อย่างน่าสนใจซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก Edmodo

Suckoo and Ishizaka (2021) ได้ทำการศึกษา การวิเคราะห์การใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปแบบ 5E เป็นแนวทางการสอนเพื่อปรับปรุงการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ในจาเมกา ได้วิเคราะห์การใช้ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning หรือ IBL) ที่มีอยู่และปรับโครงสร้างใหม่ โดยใช้รูปแบบ 5E ในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในจาเมกา การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในจาเมกาเป็นประเด็นที่น่ากังวลมานานกว่าทศวรรษแล้ว เนื่องจากข้อมูลแสดงให้เห็นว่านักเรียนจำนวนมากยังคงไม่สามารถบรรลุมาตรฐานระดับชาติได้ เพื่อบรรเทาปัญหาที่เพิ่มมากขึ้นนี้ กระทรวงศึกษาธิการ เยาวชน และข้อมูลข่าวสาร(MoEYI) ได้นำหลักสูตร วิธีการสอน และรูปแบบการประเมินผลใหม่มาใช้เพื่อช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ และขยายไปยังสาขาวิชาอื่น ๆ ในหลักสูตรด้วย เอกสารนี้ตรวจสอบหลักสูตรที่นำมาใช้โดยสัมพันธ์กับหลักสูตรที่ตั้งใจไว้ โดยสังเกตการใช้ 5E ที่มีอยู่ในปัจจุบันเมื่อเปรียบเทียบกับ 5E ที่ปรับโครงสร้างใหม่ เพื่อพิจารณาว่ามีความแตกต่างที่สามารถช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพของนักเรียนได้ หรือไม่ การค้นพบที่สำคัญคือดูเหมือนจะมีช่องว่างระหว่างทฤษฎีของ IBL กับการนำไปปฏิบัติ โดยที่บทเรียนออนไลน์สำหรับ 5E ที่ปรับโครงสร้างใหม่ดูเหมือนจะเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาความรู้และทักษะ แต่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์มากกว่า

Bakri and Adnan (2023) ได้ทำการศึกษา ผลกระทบของรูปแบบการเรียนรู้ 5E ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอนคณิตศาสตร์: การศึกษาวิเคราะห์ Meta การมีส่วนร่วมของนักเรียนในกระบวนการสอนและการเรียนรู้มีความสำคัญในการช่วยให้นักเรียนเสริมสร้างความเข้าใจในแนวคิดได้ดีขึ้น ความรู้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่มีอยู่จะถูกลืมได้ง่าย เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและความรู้ นักเรียนจำเป็นต้องสร้างความรู้ใหม่ทับบนความรู้ที่มีอยู่เพื่อให้แน่ใจว่าการเรียนรู้ที่มี

ความหมายจะเกิดขึ้น แบบจำลองการเรียนรู้ 5E นั้นสามารถแยกแยะได้ด้วยสายตาเพื่อให้มีผลกระทบเชิงบวกต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน การศึกษานี้ตรวจสอบประโยชน์ของแนวทางแบบจำลองการเรียนรู้ 5E ในการสอนคณิตศาสตร์ผ่านการทบทวนวรรณกรรมวิจัยที่ตีพิมพ์ตั้งแต่ปี 2013–21 อย่างเป็นระบบ ซึ่งผลิตการแทรกแซงทั้งหมด 20 รายการ (20 การศึกษา) ที่ตอบสนองเกณฑ์ของการศึกษานี้ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าความรู้เชิงแนวคิด ความรู้เชิงขั้นตอน และความยืดหยุ่นของขั้นตอนในการนำการแทรกแซงที่มากขึ้นมาใช้ ซึ่งสามารถปรับปรุงการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้เมื่อใช้อย่างเหมาะสม การศึกษานี้แนะนำว่าครูอาจต้องการการสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อเรียนคณิตศาสตร์ให้จบหลักสูตรโดยใช้ 5 ขั้นตอนของการเรียนรู้ในแบบจำลอง 5E ซึ่งจะช่วยในการดำเนินการสอนในลักษณะที่เป็นระเบียบและมีประสิทธิภาพ ด้วยวิธีนี้ จึงมีความสำคัญในการนำการสร้างโมดูลการเรียนรู้สำหรับหัวข้อพื้นฐานของพีชคณิตตามโมเดล 5E มาใช้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียน โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีการจัดการเรียนการสอนที่ฝึกฝนให้ผู้เรียนรู้จักสืบค้น ค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการคิด การหาเหตุผล ทำให้ค้นพบความรู้ ประสบการณ์ หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นกลยุทธ์การสอนที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สร้างทั้งความสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ และปูทางให้กับการพัฒนาทักษะโดยใช้การตั้งคำถาม (inquiry) เป็นพื้นฐานในการให้ผู้เรียนได้นำประสบการณ์ที่เรียนรู้หรือฝึกฝนมาทดลองปฏิบัติหรือแสวงหาคำตอบ เกิดเป็นการเรียนรู้จากความเข้าใจที่ผู้เรียนค่อย ๆ สร้างสมขึ้นมา โดยผู้สอนจะเป็นผู้ช่วยแนะนำแก้ไขและเสริมต่อในส่วนที่จำเป็น ต่างจากการสอนแบบเดิมที่ใช้การป้อนความรู้จากผู้สอนเป็นหลัก

ส่วนเทคนิค คิด-พูด-เขียน เป็นเทคนิคที่นำมาประกอบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิด การคิดแก้ปัญหา การพูด และการเขียนอย่างคล่องแคล่ว โดยหาคำตอบจากการอภิปราย มีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นความคิด สะท้อน จัดระเบียบความคิด บนพื้นฐานของการเข้าใจในการเรียนและเป็นพฤติกรรมที่ส่งเสริมทางด้านการคิดแก้ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนคิด พูด แล้วสามารถเขียนออกมาได้ โดยผู้เรียนพูดคุยกับตนเองให้เกิดความเข้าใจก่อนถึงจะเขียนออกมาผ่านตัวหนังสือได้ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้ ขั้นที่ 1 การคิด ขั้นที่ 2 การพูด และ ขั้นที่ 3 การเขียน

จึงนับได้ว่าการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และ เทคนิค คิด-พูด-เขียน นั้น เป็นการเรียนการสอนที่เน้นองค์ความรู้ทักษะ ความเชี่ยวชาญและสมรรถนะที่เกิดกับตัวผู้เรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตท่ามกลางการกระแสเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบันได้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.3 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
3.4 รูปแบบการวิจัย
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
3.6 วิธีดำเนินการทดลอง
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน จำนวน 44 โรงเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวนนักเรียน 31,412 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2567 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 33 คน โดยได้มาจากวิธีการสุ่มแบบ 3 ขั้นตอน (three - stage Random Sampling) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สุ่มจากสหวิทยาเขต ซึ่งมีทั้งหมด 7 สหวิทยาเขต มา 1 สหวิทยาเขต
ขั้นตอนที่ 2 สุ่มจากสหวิทยาเขต มา 1 โรงเรียน
ขั้นตอนที่ 3 สุ่มจากโรงเรียน มา 1 ห้องเรียน

ขั้นตอนในการดำเนินการเพื่อทำสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มแบบ 3 ขั้นตอน (three-stage Random Sampling) มีรายละเอียดดังนี้

3.1.2.1 สุ่มตัวอย่างจากประชากรโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก โดยใช้สหวิทยาเขตเป็นหน่วยในการสุ่มจากการสุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วย สหวิทยาเขตบุญวาทย์ สหวิทยาเขตกัลยา สหวิทยาเขตเถินบุรินทร์ สหวิทยาเขตพญาวัง สหวิทยาเขตหริภุญชัย สหวิทยาเขตจามเทวี สหวิทยาเขตศรีวิชัย ได้ตัวอย่างมา 1 สหวิทยาเขต คือ สหวิทยาเขตศรีวิชัย

3.1.2.2 สุ่มโรงเรียนจากสหวิทยาเขตศรีวิชัย สุ่มตัวอย่างจากประชากรโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลากโดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งประกอบด้วย โรงเรียน

เวียงเจดีย์วิทยา โรงเรียนธีรกานท์บ้านโฮ่ง โรงเรียนบ้านโฮ่งรัตนวิทยา โรงเรียนทุ่งหัวช้างพิทยาคม โรงเรียนแม่ตืนวิทยา ได้ตัวอย่างมา 1 โรงเรียนคือ โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา ซึ่งมีห้องเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการคละความสามารถเก่ง กลาง และอ่อน ใกล้เคียงกัน จำนวน 3 ห้องเรียน คือ ห้องเรียน ม.3/6 ม.3/7 และ ม.3/8

3.1.2.3 สุ่มห้องเรียนของโรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา สุ่มตัวอย่างจากประชากรโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลากโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ได้ตัวอย่างมา 1 ห้องเรียน คือ ห้องเรียน ม.3/7 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 33 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์, แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 7 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 14 ชั่วโมง ทั้งนี้ไม่นับรวมกับการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน 14 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวน (ชั่วโมง)
1	ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	2
2	ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	2
3	การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยการแทนค่า	2
4	การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยการกำจัดตัว	2
5	แปร	2
6	การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยการกำจัดตัว	2
	แปร	
7	การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปประยุกต์ใช้	2
	ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ	
	การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปประยุกต์ใช้	
	ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ	
รวม	7 แผนการจัดการเรียนรู้	14

3.2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน เป็นข้อสอบแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวัดจากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามแนวคิดของ Wilson (1971)

3.3 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชารายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 7 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 14 ชั่วโมง โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้ววิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เทคนิค คิด-พูด-เขียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ นำแนวทางการจัดการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบมาปรับให้มีความเหมาะสมกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3) จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4) นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ต่อประธานกรรมการวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ครอบคลุมเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะและข้อบกพร่อง จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5) ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน จำนวน 7 แผน จำนวน 14 ชั่วโมง

6) นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประมาณค่า 5 ระดับ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) วิธีแปลผลใช้เกณฑ์สัมบูรณ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 121)

5 หมายถึง มีความเหมาะสมหรือความสอดคล้องมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมหรือความสอดคล้องมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมหรือความสอดคล้องปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมหรือความสอดคล้องน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมหรือความสอดคล้องน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมาย เพื่อจัดระดับคะแนนเฉลี่ย ในช่วงคะแนนดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด

7) ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ตามคำแนะนำของประธานกรรมการวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

8) นำผลความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่า 4.8 อยู่ในระดับ มากที่สุด (M = 4.8, SD = 0.21)

ตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	*M*	*SD*	การแปลความหมาย
1	4.73	.27	มากที่สุด
2	4.78	.21	มากที่สุด
3	4.80	.23	มากที่สุด
4	4.80	.20	มากที่สุด
5	4.85	.20	มากที่สุด
6	4.83	.20	มากที่สุด
7	4.83	.20	มากที่สุด
รวม	4.80	0.21	มากที่สุด

9) นำแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน มาใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3.3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ เลือก 4 ข้อ โดยมีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากเอกสารที่เกี่ยวกับการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน รายละเอียดในการให้คะแนนในแต่ละข้อแบ่งเป็น 4 องค์ประกอบ คือ

1) ความเข้าใจปัญหา 3 คะแนน
2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา 3 คะแนน
3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา 3 คะแนน
4) การสรุปคำตอบ 3 คะแนน

ตามเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555)

ตารางที่ 21 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร (เป็นแบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	รวม (ข้อ)
1. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สามารถแสดงวิธีหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยการหาจุดตัดของกราฟได้	2
2. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สามารถแสดงวิธีหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวิธีการแทนค่าได้	1

ตารางที่ 21 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	รวม (ข้อ)
3. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สามารถแสดงวิธีหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวิธีการกำจัดตัวแปรได้	1
4. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สามารถแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง	2
รวม	**6**

ตารางที่ 22 แสดงเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนหรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

5) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความถูกต้อง เหมาะสม เพื่อให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไข

6) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาให้ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยหาคะแนนรวมของจุดประสงค์หรือข้อสอบของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด โดยใช้ดัชนีวัดความสอดคล้อง (IOC) ที่ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (ประสาท เนืองเฉลิม, 2563)

+1 หมายถึง แน่ใจว่าวัดข้อคำถามได้ตรงตามจุดประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าวัดข้อคำถามได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 หมายถึง แน่ใจว่าวัดข้อคำถามไม่ตรงตามจุดประสงค์

หลังจากนั้นนำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินมาหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับจุดประสงค์ แล้ววิเคราะห์ว่าข้อคำถามไหนสามารถนำไปใช้ในการทดลองได้ โดยมีเกณฑ์ดังนี้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 สามารถนำไปใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

จากการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องพบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการอ่านภาษาจีน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00

7) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นและปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้น ม.4 จำนวน 30 คน

8) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้คะแนนแล้วมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .50 - .55, ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .64 - .79 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของคอรนบัค (Cronbach's Reliability Coefficient Alpha) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2553) มีความเชื่อมั่นเท่ากับ .98

9) คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสม ตัดข้อที่ง่ายเกินไป ยากเกินไป และค่าอำนาจจำแนกต่ำทิ้ง จากข้อสอบจำนวน 6 ข้อ ได้ข้อสอบจำนวน 4 ข้อที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง สำนักงานเขตพื้นการศึกษามัธยมศึกษาลำปางลำพูน

3.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เลือก 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน โดยมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2) วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากเอกสารที่เกี่ยวกับการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

4) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

ตารางที่ 23 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร (เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ใช้จริง 30 ข้อ)

พฤติกรรม / จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม			รวม (ข้อ)
	ความรู้ความจำ (ข้อที่)	การคิดคำนวณ (ข้อที่)	การนำไปใช้ (ข้อที่)	
1. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สามารถหาคำตอบได้	1, 2, 3, 4	5, 6, 7	8, 9, 10	10
2. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยการหาจุดตัด สามารถหาคำตอบได้	11, 12, 13	14, 15, 16, 17	18, 19, 20	10
3. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวิธีการแทนค่า สามารถหาคำตอบได้	21, 22, 23	24, 25, 26, 27	28, 29, 30	10
4. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวิธีการกำจัดตัวแปร สามารถหาคำตอบได้	31, 32, 33, 34	35, 36	37, 38, 39, 40	10
รวม	**14**	**13**	**13**	**40**

5) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความถูกต้อง เหมาะสม เพื่อให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไข

6) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาให้ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยหาคะแนนรวมของจุดประสงค์หรือข้อสอบของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด โดยใช้ดัชนีวัดความสอดคล้อง (IOC) ที่ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (ประสาท เนืองเฉลิม, 2563)

+1 หมายถึง แน่ใจว่าวัดข้อคำถามได้ตรงตามจุดประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าวัดข้อคำถามได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 หมายถึง แน่ใจว่าวัดข้อคำถามไม่ตรงตามจุดประสงค์

หลังจากนั้นนำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินมาหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับจุดประสงค์ แล้ววิเคราะห์ว่าข้อคำถามไหนสามารถนำไปใช้ในการทดลองได้ โดยมีเกณฑ์ดังนี้ ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 สามารถนำไปใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

จากการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องพบว่าแบบทดสอบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .60 – 1.00

7) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นและปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้น ม.4 จำนวน 30 คน

8) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีการตรวจให้คะแนนแล้วมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .41 - .66 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .23 - .91 และ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร (KR-20) ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder and Richardson Method) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538) โดยมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .76

9) คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสม ตัดข้อที่ง่ายเกินไป ยากเกินไป และค่าอำนาจจำแนกต่ำทิ้ง จากข้อสอบจำนวน 40 ข้อ ได้ข้อสอบจำนวน 30 ข้อที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง สำนักงานเขตพื้นการศึกษามัธยมศึกษาลำปางลำพูน

3.4 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental design research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ One group pretest – posttest design ซึ่งมีกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้ รูปแบบการวิจัยแบบ One group pretest – posttest design มีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลองจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้ (อาฟีฟี ลาเต๊ะ, 2564)

กลุ่มทดลอง	O_1 ———— X ———— O_2

O_1 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน จาก 1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 2) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

O_2 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน จาก 1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 2) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/7 จำนวน 33 คน โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปางลำพูน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.5.1 ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

3.5.2 ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

3.5.3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 7 แผน รวม 14 ชั่วโมง ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบฝึกหัดเรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้นเพื่อพัฒนา

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

3.5.4 เมื่อสิ้นสุดการสอน ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบ ชุดเดิมที่ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบก่อนเรียน การทดสอบหลังเรียนใช้เวลาทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

3.5.5 เมื่อสิ้นสุดการสอน ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่ง เป็นแบบทดสอบ ชุดเดิมที่ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบก่อนเรียน การทดสอบหลังเรียนใช้เวลาทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

3.5.6 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งก่อนและหลังเรียนมาตรวจให้คะแนนและบันทึกคะแนน เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

3.6 วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่ได้พัฒนาขึ้น และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

3.6.1 ขั้นก่อนปฏิบัติการสอน

3.1.6.1 แนะนำวิธีการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งแจ้งวัตถุประสงค์และเงื่อนไขในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

3.1.6.2 ทดสอบก่อนเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

3.1.6.3 ทดสอบก่อนเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

3.6.2 ขั้นดำเนินการสอน

ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน จำนวน 7 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 14 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยมีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและกระตุ้นการคิด หมายถึง การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเรื่องที่นักเรียนสนใจ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่ง

เรียนรู้มาแล้ว เพื่อให้นักเรียนสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนคิด สร้างคำถาม หาคำตอบและเกิดประเด็นที่อยากศึกษาเพิ่มเติม

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้าและกระตุ้นการพูด หมายถึง การวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการคิด สร้างคำถาม และหาคำตอบ สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ โดยลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หาความรู้เพิ่มเติม แล้วสังเคราะห์เป็นคำตอบของตนเอง จากนั้นพูดสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อเสนอแนวคิดคำตอบของตนเอง

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปและกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน หมายถึง การคิดวิเคราะห์คำตอบ แนวทางการแก้ปัญหา และผลการแก้ปัญหาของเพื่อนในกลุ่ม พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในเพื่อนกลุ่ม โดยใช้ภาษาที่นักเรียนเข้าใจกันเองเพื่อช่วยกันแก้ปัญหา และหาเหตุผลมาสนับสนุนผลการแก้ปัญหา จากนั้นเขียนบันทึกขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาที่ได้เพื่อเป็นการแสดงเหตุผลที่ได้จากการอภิปราย และนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้วิเคราะห์ มาแปลผล สรุปผล และนำเสนอผล

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน หมายถึง กระตุ้นให้นักเรียนหาความรู้เพิ่มเติมเพื่ออธิบายข้อสรุปของกลุ่ม จากนั้นพูดคุยอภิปรายแลกเปลี่ยนภายในเพื่อนกลุ่ม เขียนบันทึกข้อสรุปของกลุ่ม แล้วเชื่อมโยงความรู้เดิม ความรู้ที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม จนได้ข้อสรุปของกลุ่มตนเอง

ขั้นที่ 5 ประเมินผลและกระตุ้นการคิดและการเขียน หมายถึง การประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด เป็นขั้นในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินทั้งด้านกระบวนการ ผลผลิต และความถูกต้องของความรู้ที่ได้ ผ่านการคิดและเขียนของนักเรียนในการทำแบบทดสอบ

3.6.3 ขั้นหลังการสอน

3.6.3.1 เมื่อดำเนินการสอนเสร็จสิ้น จึงดำเนินการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

3.6.3.2 เมื่อดำเนินการสอนเสร็จสิ้น จึงดำเนินการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง

3.6.3.3 ผู้วิจัยตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองมาตรวจให้คะแนน ตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดหรือตอบมากกว่า 1 หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน และบันทึกคะแนนของนักเรียนแต่ละคนเพื่อนาไปวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.3.4 ผู้วิจัยตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองมาตรวจให้คะแนน ตามเกณฑ์ที่กาหนดและบันทึกคะแนนของนักเรียนแต่ละคนเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ ดังนี้

3.7.1 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน โดยใช้ t-test แบบ dependent samples

3.7.2 วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (*M*) และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้ t-test แบบ One Sample

3.7.3 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน โดยใช้ t-test แบบ dependent samples

3.7.4 วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (*M*) และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้ t-test แบบ One Sample

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 ลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
M	แทน	ค่าเฉลี่ย
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	สถิติที่ใช้ในการทดสอบค่าที
df	แทน	ความเป็นอิสระ
ρ	แทน	ค่านัยสำคัญจากการคำนวณค่าที
*	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.2 ลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และแปรผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

4.2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

4.2.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

4.2.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

ตารางที่ 24 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	n	*M*	*SD*	*df*	*t*	*p*	Effect size
ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้	33	10.45	5.07	32	31.78*	.001	6.31
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้	33	39.15	4.03				

* $\rho < .01$

จากตารางที่ 24 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน มีค่าเฉลี่ย (*M* = 10.45, *SD* = 5.07) และ (*M* = 39.15, *SD* = 4.03) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในรายละเอียดแล้ว พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ เมื่อนำผลต่างของคะแนนมาใช้คำนวณค่าขนาดของผล (Effect size; Cohen's d) ได้เท่ากับ 6.31 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ สูงมาก ตามเกณฑ์การแปลความหมายของ Cohen (d > .80 แสดงถึงผลที่มีขนาดใหญ่) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิผลในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างชัดเจน

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 25 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	**ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม = 34 คะแนน**						
	n	*M*	ร้อยละ	*SD*	*df*	*t*	*p*
	33	39.15	81.56	4.032	32	7.339*	.001

* $p < .01$

จากตารางที่ 25 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน มีคะแนนเฉลี่ย (*M* = 39.15, *SD* = 4.03) คิดเป็นร้อยละ 81.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เมื่อพิจารณาในรายละเอียดแล้ว พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

4.3.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

ตารางที่ 26 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	n	*M*	*SD*	*df*	*t*	*p*	Effect size
ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้	33	8.73	2.97	32	34.92*	.001	6.11
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้	33	25.36	2.47				

* $\rho < .01$

จากตารางที่ 26 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน มีค่าเฉลี่ย (M = 8.73, SD = 2.97) และ (M = 25.36, SD = 2.47) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในรายละเอียดแล้ว พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ เมื่อนำผลต่างของคะแนนมาใช้คำนวณค่าขนาดของผล (Effect size; Cohen's d) ได้เท่ากับ 6.11 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ สูงมาก ตามเกณฑ์การแปลความหมายของ Cohen (d > 0.80 แสดงถึงผลที่มีขนาดใหญ่) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิผลในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างชัดเจน

4.3.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม = 21 คะแนน						
	n	*M*	ร้อยละ	*SD*	*df*	*t*	*p*
	33	25.36	84.53	2.47	32	10.14*	.001

* $\rho < .01$

จากตารางที่ 27 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ (*M* = 25.36, *SD* = 2.47) คิดเป็นร้อยละ 84.53 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เมื่อพิจารณาในรายละเอียดแล้ว พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ที่ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปผลการวิจัย ดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

5.2 สรุปผลการวิจัย

5.3 อภิปรายผลการวิจัย

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

5.1.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

5.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

5.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

5.1.4 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

5.2 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการศึกษาวิจัยและนำผลการวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

5.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน นักวิจัยและพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ในการพัฒนารูปแบบการสอนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

5.3 อภิปรายผลการวิจัย

จากการดำเนินการศึกษาวิจัย และนำผลการวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยมีประเด็นการอภิปรายผลจากข้อค้นพบ ดังนี้

5.3.1 จากการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียน (M = 10.45, SD = 5.07) และหลังเรียน (M = 39.15, SD = 4.03) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าก่อนเรียน คะแนนก่อนเรียนค่อนข้างต่ำและหลังเรียนคะแนนค่อนข้างสูง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน เป็นการเรียนรู้แบบกลุ่มคละความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน ทำให้เกิดการเพื่อนช่วยเพื่อนเด็กเก่งช่วยเด็กอ่อน โดยเฉพาะในขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้า กระตุ้นการคิด พูด และเขียน เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้วางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการคิด สร้างคำถาม หาคำตอบ สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ โดยลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หาความรู้เพิ่มเติม แล้วสังเคราะห์เป็นคำตอบของตนเอง จากนั้นพูดสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อเสนอแนวคิดคำตอบของตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาองค์ประกอบที่ 1) ความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และ 3) การใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา รวมถึงในขั้นที่ 3 อธิบาย ลงข้อสรุป กระตุ้นการคิด พูด และเขียน เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหาคำตอบ พูดคุยอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น แล้วเขียน

สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ แล้วสังเคราะห์เป็นคำตอบของตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาองค์ประกอบที่ 4) การตรวจสอบคำตอบ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน นั้นช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดียิ่งขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5 E) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการคิดแก้ปัญหา โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือแก้ปัญหาอย่างเป็นกระบวนการและเป็นลำดับขั้นตอน สอดคล้องกับผลการวิจัยของณัฐนันท์ จุยคำวงศ์ (2565) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง ทศนิยม โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของณัฐสุดา ไชยสีหา (2565) ได้ทำการศึกษา การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้เทคนิค คิด-พูด-เขียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิทิต มูลวงค์ และศิวพร มามาตร (2564) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E พบว่า ผลคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของวารุณี บุญรอด (2556) ได้ทำการศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

และค่าเฉลี่ยหลังเรียน (M = 39.15, SD = 4.03) คิดเป็นร้อยละ 81.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

5.3.2 จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน มีค่าเฉลี่ย (M = 8.73, SD = 2.97) และ (M = 25.36, SD = 2.47) ตามลำดับ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน เป็นการเรียนรู้แบบกลุ่มคละความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน ทำให้เกิดการเพื่อนช่วยเพื่อนเด็กเก่งช่วยเด็กอ่อน โดยเฉพาะในขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้า กระตุ้นการคิด พูด และเขียน เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้วางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการคิด สร้างคำถาม หาคำตอบ สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ โดยลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หาความรู้เพิ่มเติม แล้วสังเคราะห์เป็นคำตอบของตนเอง จากนั้นพูดสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อเสนอแนวคิดคำตอบของตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาของ Wilson (1971) ระดับที่ 1) ความรู้ความจำ การคิดคำนวณ อีกทั้งในขั้นที่ 3 อธิบาย ลงข้อสรุป กระตุ้นการคิด พูด และเขียน เป็นขั้นที่นักเรียนคิดหาคำตอบ พูดคุยอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น แล้วเขียนสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ แล้วสังเคราะห์เป็นคำตอบของตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาของ Wilson (1971) ระดับที่ 2) ความเข้าใจ และในขั้นที่ 4 ขยายความรู้ กระตุ้นการคิด พูด และเขียน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนคิดแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เคยแก้ไขไปแล้ว หรือปัญหาที่เกิดในชีวิตประจำวัน โดยหาความรู้เพิ่มเติม พูดคุยอภิปรายแลกเปลี่ยนภายในกลุ่ม เขียนบันทึกข้อสรุปการอภิปรายของกลุ่ม ที่ได้จากการเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม จนได้ข้อสรุปของตนเอง โดยใช้สถานการณ์ที่ครูจัดเตรียมไว้ ทำให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาของ Wilson (1971) ระดับที่ 3) การนำไปใช้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของชลดา ภูล้นแก้ว (2567) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของสุภกาญจ์ คำวาริห์และคณะ (2566) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ (5E) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสืบเสาะ

หาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของวิทิต มูลวงค์ และศิวพร มามาตร (2564) ได้ทำการศึกษา การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) พบว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของพุธชาด ศักดิ์แสง (2562) ได้ทำการศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบ 5E เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดนนทบุรี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบ 5E เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของไพรวรรณ สังวัง (2560) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของวารุณี บุญรอด (2556) ได้ทำการศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติติที่ระดับ .05

และค่าเฉลี่ยหลังเรียน (M = 25.36, SD = 2.47) คิดเป็นร้อยละ 84.53 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ที่ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 สอดคล้องกับผลการวิจัยของชลดา ภูล้นแก้ว (2567) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสืบเสาะ

หาความรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของสุภกาญจ์ คำวาริห์และคณะ (2566) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ (5E) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของไพรวรรณ สังวัง (2560) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.4.1.1 ผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ให้เข้าใจก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเตรียมความพร้อมของผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และดำเนินการจัดเตรียมเนื้อในการจัดกิจกรรมและแบบฝึกหัด ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ ความเข้าใจไปใช้ไปใช้ในการแก้ปัญหา

5.4.1.2 ผู้สอนควรสร้างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ไว้ล่วงหน้า ดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของกิจกรรมและทดลองปฏิบัติกิจกรรมก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เข้าใจวิธีการจัดกิจกรรมและปัญหาที่อาจเกิดขึ้นขณะจัดกิจกรรม เพื่อให้การเรียนการสอนสามารถดำเนินไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

5.4.1.3 ในระยะแรกของการจัดการเรียนรู้ ครูควรพยายามทำความเข้าใจความรู้เดิมของนักเรียน นอกจากนี้ต้องส่งเสริมความสนใจในแนวคิดที่จะเกิดขึ้น เพื่อให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียนรู้ ครูอาจมอบหมายให้นักเรียนถามคำถามเบื้องต้นหรือเขียนสิ่งที่รู้เกี่ยวกับหัวข้อนั้น

5.4.1.4 ในขณะที่จัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ผู้สอนควรชี้แจงขั้นตอนทั้ง 5 ขั้น ให้แก่ผู้เรียนได้เข้าใจวิธีการดำเนินการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้การปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปโดยราบรื่นและมีความพร้อมและบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้

5.4.1.5 ในจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน นั้นใช้เวลาในการจัดกิจกรรมมาก ผู้สอนควรวางแผนการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน เพื่อสามารถควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมได้เหมาะสม

5.4.1.6 ในการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนไม่กล้าพูดคุยอภิปรายแลกเปลี่ยนภายในกลุ่ม ผู้สอนควรใช้คำถามซักถามผู้เรียนเกี่ยวกับการเขียนบันทึกข้อสรุปการอภิปรายของกลุ่ม และสรุปแนวทางการแก้ปัญหาของผู้เรียนแต่ละกลุ่มอีกครั้งเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจตรงกัน

5.4.1.7 ผู้ที่จะนำไปประยุต์ใช้กับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ นอกเหนือจากระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรควรพิจารณาบริบทและผู้เรียน เพื่อให้สามารถดำเนินการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

5.4.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.4.2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาอื่น ๆ เช่น ม.1, ม.2 เป็นต้น หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว, สมการกำลังตัวแปรเดียว, ความคล้าย เป็นต้น

5.4.2.2 ควรมีการศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

5.4.2.3 ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ในรายวิชาอื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา เป็นต้น

5.4.2.4 ควรมีการทำวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษากระบวนการคิดของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้


มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
ในพระบรมราชูปถัมภ์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. คุรุสภาลาดพร้าว.

กรมวิชาการ. (2546). *คู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. คุรุสภาลาดพร้าว.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2561). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ Mathematics Instruction*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชลดา ภูล้นแก้ว. (2567). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ (5E). *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 3* (1), 52-61.

ชานนท์ จันทรา. (2555). *การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์.

ณัฐนันท์ จุยคำวงศ์. (2565). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง ทศนิยม โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารนานาชาติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สาขามนุษยศาสตรและสังคมศาสตร์, 12* (1), 1-20.

ณัฐสุดา ไชยสีหา. (2565). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think–Talk–Write เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ณิชาพร เจริญวานิชกูร. (2560). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เดช พละเดช. (2562). *การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทรงชัย อักษรคิด. (2555). *การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์.

ทิศนา แขมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). บริษัท. สุวีริยาสาส์น จำกัด.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2563). *การออกแบบและพัฒนาหลักสูตร*. คลังนานาวิทยา.

ปราณี แสนสามารถ. (2558). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, *9* (2), 255-264.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). เฮาส์ออฟ เคอร์มีสท์.

พีชาณิกา เพชรสังข์. (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคาถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พุธชาด ศักดิ์แสง. (2562). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบ 5E เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดนนทบุรี*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ไพรวรรณ สังวัง. (2560). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2553). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 11). สุวีริยาสาส์น.

วารุณี บุญรอด. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.

วิทิต มูลวงค์ และศิวพร มามาตร. (2564). การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี*, *11* (3) , 60-67.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและการวิจัย*. จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2*. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สมยศ ชิดมงคล. (2545). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการคิด ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้การผสานแนวคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้คิด*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมเดช บุญประจักษ์. (2550). การแก้ปัญหา. *วารสารคณิตศาสตร์*, *51* (562-564), 71-73.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2566). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษา ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2566*. http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. ซีเอ็ดยูนิเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). *การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์*. https://pisathailand.ipst.ac.th/news-21/

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน. (2567). *แผนพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2566–2570 (ฉบับทบทวนปี พ.ศ. 2567)*. https://www.sesalpglpn.go.th/นโยบายและแผน/

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2542). *สารานุกรมศึกษาศาสตร์ฉบับเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในวโรกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุภกาญจ์ คำวาริห์, ปวีณา ขันธ์ศิลา และสุวรรณวัฒน์ เทียนยุทธกุล. (2566). การศึกษาความสามารถในการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และความรับผิดชอบโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *ราชภัฏสุรินทร์วิชาการ, 1* (6), 31-44.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2559). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาฟีฟี ลาเต๊ะ. (2564). *การวิจัยในชั้นเรียน (Classroom Research)*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). ไอ.เจ.สยาม.

Anderson, K. B. and Pingry, R. E. (1973). “Problem-Solving in Mathematics”, in the Learning of Mathematics. *It Theory and Practice*. *P*.228-233. Washington D.C. : The NationalCouncil of Teacher of Mathematics.

Barman and kotar. (1989). *The Learning Cycle Science and Chidren*, *26* (7), 30-32.

Bitter & Gray. (1990). *Mathematics methods for the elementary and middle school: A comprehensive approach*. Allyn and Bacon.

Bloom. (1976). *Human characteristics and school learning*. McGraw-Hill.

Bybee, Rodger W, Joseph A. Taylor, April Gardner, Pamela Van Scotter, Janet Carlson Powell, Anne Westbrook, and Nancy Landes. (2006). *The BSCS 5E Instruction Model : Origin, Effectiveness. And Application*. BSCS.

Charles, S., & Lester, F. (1987). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. NCTM.

Cronbach, L. J. (1970). *Essentials of psychological test (5th ed.)*. Harper Collins.

Dila. (2012) . *Think talk write strategies*. http: / / syahputri90dila. blogspot. com /2012/01/metode-pembelajaran-bahasa-inggris_12.html

Putri, D. P. (2017). Pengaruh Pembelajaran Kooperatif Think Talk Write Terhadap Kemampuan Komunikasi dan Pemecahan Masalah. *Belajea: Jurnal Pendidikan Islam*, *2* (1), 75–100.

Poklis, E. D. (2023). Think, Talk, Write Strategy: Enhancement of Senior High School Mathematical Problem Solving. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, *3* (10), 58-66.

Huinker & Laughlin. (1996). *Talk your way into writing. In P. Elliott & M. Kenny (eds.) Communication in mathematics, K-12 and beyond*. National Council of Teacher of Mathematics.

Herdiana. (2017). *Learning Models TTW (Think Talk Write).* https://herdianatrikusumapratiwi.blogspot.com/2017/01/model-model-pembelajaran.html.

Krulik & Rudnick. (1992). *Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers*. Allyn & Bacon.

Lencana. (2013). *Makalah Model Pembelajaran Tipe Think-Talk-Write (TTW).* http://rezaliah.blogspot.com/2013/06/makalah-model-pembelajaran-tipe-think.html.

Veramita, L. D. (2018). Improving Mathematical Problem Solving Skill Through The Application Cooperative Learning Model of Think Talk Write (TTW) Type In Student Grade V Elementary School. *1st National Seminar on Elementary Education*, *1* (1), 360-366.

PISA. (2022) . *ผลการประเมิน Pisa 2022*. https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/mathematical_literacy_framework/

Martin, Sexton, Franklin and Gerlovich. (1994). *Teaching Science for all Children*. Allyn and bacon.

Maulidah. (2013). Think Talk Write (TTW) strategy for teaching descriptive writing. *Pendidikan Bahasa Inggris STKIP PGRI Sidoarjo*, *1* (1), 48-58.

Mayakusuma. (2012). *Definition of the TTW Learning Model.* https://maiamatheacer.wordpress.com/2012/07/21/pengertian-dan-sintaks-model-pembelajaranttw.

Muchlisin. (2014). *Think Talk Write (TTW) Cooperative Learning Model*. https://www.kajianpustaka.com/2014/02/model-pembelajaran-kooperatif-think.html.

NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM.

Polya. (1957). *How To Solve It A New Aspect of Mathematical Method*. Doubleday.

Polya, G. (1973). *How to Solve It*. Princeton University Press.

Suckoo, S. and Ishizaka, H. (2021). An Analysis of the Use of Inquiry Based Learning Through The 5E Model as A Pedagogy to Improve Critical Thinking and Problem Solving in Mathematics Education in Jamaica. *NUE Journal of International Educational Cooperation*. 15 : 143-152.

Bakri, S. and Adnan, M. (2023). Effect of 5E learning model on academic achievement in teaching mathematics: Meta-analysis study. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, *12* (8), 196-204.

Wiersma and Jurs. (1990). *Educational measurement and testing*. Allyn and Bacon.

Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics, Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. ed. by Benjamin S. Bloom. McGraw-Hill.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

หนังสือขอความอนุเคราะห์และรายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

1. อาจารย์ ดร.วัสส์พร จิโรจพันธ์	อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
2. รองศาสตราจารย์ ดร.เมษา นวลศรี	อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
3. นางเอมอร ผลสนอง	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ลำปางลำพูน
4. นางสาวชไมพร แก้วนา	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ลำปางลำพูน
5. นางสาวอัจฉรา ตุ่นสิงห์คำ	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ลำปางลำพูน

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๐ ๒๙๐๙ ๔๐๔๖

ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/๔๓๑ **วันที่** ๑๗ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.เมษา นวลศรี

ด้วยนางสาวอติศา แซ่ลี่ รหัสนักศึกษา ๖๖U๕๕๖๘๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี อยู่ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นางสาวอติศา แซ่ลี่ หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๙-๖๓๕๓๔๓๔ จะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญวรัตน์ ปิ่นทอง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
ในพระบรมราชูปถัมภ์

หมายเลขอ้างอิง 19011P7N6W97131
URL https://esaraban.vru.ac.th/archive/identityTags

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๐ ๒๙๐๙ ๔๐๕๖

ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/๔๓๒ **วันที่** ๑๗ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.วัสส์พร จีโรจพันธุ์

ด้วยนางสาวอติศา แซ่ลี่ รหัสนักศึกษา ๖๖U๕๔๖๘๐๓๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี อยู่ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นางสาวอติศา แซ่ลี่ หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๙-๖๓๕๓๘๓๙ จะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญวัตน์ ปิ่นทอง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

หมายเลขอ้างอิง 190111LSW652979
URL https://esaraban.vru.ac.th/archive/identityTags



ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/๔๓๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปณจ.ประตูน้ำพระอินทร์
จังหวัดปทุมธานี ๑๓๓๑๐

๑๗ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นางเอมอร ผลสนอง

ด้วยนางสาวอติศา แซ่ลี่ รหัสนักศึกษา ๖๖U๕๕๖๘๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี อยู่ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นางสาวอติศา แซ่ลี่ หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๙-๖๓๕๓๔๓๔ จะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอนสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญวรัตน์ ปิ่นทอง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๒๙๐๙ ๔๐๔๖
โทรสาร. ๐ ๒๕๒๙ ๓๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

หมายเลขอ้างอิง 19011VGSTL43504
URL https://esaraban.vru.ac.th/archive/identityTags



ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/๔๐๙

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปณจ.ประตูน้ำพระอินทร์
จังหวัดปทุมธานี ๓๓๓๘๐

๑๗ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวชไมพร แก้วนา

ด้วยนางสาวอติศา แซ่ลี่ รหัสนักศึกษา ๖๖U๕๕๖๘๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี อยู่ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นางสาวอติศา แซ่ลี่ หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๙-๖๓๕๓๘๓๙ จะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญวรัตน์ ปิ่นทอง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๒๙๐๙ ๔๐๔๖
โทรสาร. ๐ ๒๕๒๙ ๓๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

หมายเลขอ้างอิง 19011RV9G850877
URL https://esaraban.vru.ac.th/archive/identityTags



ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/๔๐๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปณจ.ประตูน้ำพระอินทร์
จังหวัดปทุมธานี ๓๓๓๘๐

๑๗ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวอัจฉรา ดุ่นสิงห์คำ

ด้วยนางสาวอติศา แซ่ลี่ รหัสนักศึกษา ๖๖๑๕๕๖๔๐๓๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี อยู่ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5 E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นางสาวอติศา แซ่ลี่ หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๙-๖๓๕๓๘๓๙ จะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญวรัตน์ ปิ่นทอง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๒๙๐๙ ๔๐๕๖
โทรสาร. ๐ ๒๕๒๙ ๓๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

หมายเลขอ้างอิง 190111Z1IG16149
URL https://esaraban.vru.ac.th/archive/identityTags



ภาคผนวก ข
หนังสือขอความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือวิจัยและขออนุเคราะห์เก็บข้อมูล



ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/๔๖๙

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปณจ.ประตูน้ำพระอินทร์
จังหวัดปทุมธานี ๓๓๑๘๐

๒๒ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา

ด้วยนางสาวอดิศา แซ่ลี่ รหัสนักศึกษา ๖๖U๕๔๖๘๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี อยู่ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยคือแผนการสอน และแบบทดสอบ ในหน่วยงานของท่านเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าว

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์แก่นักศึกษาดำเนินการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยคือแผนการสอน และแบบทดสอบ โดยมอบให้ นางสาวอดิศา แซ่ลี่ หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๙-๖๑๕๓๔๓๙ เป็นผู้ติดต่อประสานงานโดยตรง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญวัตน์ ปิ่นทอง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๒๙๐๙ ๔๐๔๖
โทรสาร. ๐ ๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

หมายเลขอ้างอิง 19011UQINS67242
URL https://esaraban.vru.ac.th/archive/identityTags



ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/๔๓๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปณจ.ประตูน้ำพระอินทร์
จังหวัดปทุมธานี ๑๓๑๘๐

๒๔ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา

ด้วยนางสาวอดิศา แซ่ลี่ รหัสนักศึกษา ๖๖U๕๔๖๘๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี อยู่ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการเก็บข้อมูล คือคือแผนการสอน และแบบทดสอบ ในหน่วยงานของท่านเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าว

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์แก่นักศึกษาดำเนินการเก็บข้อมูลวิจัยคือแผนการสอน และแบบทดสอบ โดยมอบให้ นางสาวอดิศา แซ่ลี่ หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๙-๖๑๕๓๔๑๔ เป็นผู้ติดต่อประสานงานโดยตรง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญวรัตน์ ปิ่นทอง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๒๙๐๙ ๔๐๔๖
โทรสาร. ๐ ๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

หมายเลขอ้างอิง 19011K6JID30971
URL https://esaraban.vru.ac.th/archive/identityTags



ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ค่า IOC ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่า IOC ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3
แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach's Reliability Coefficient Alpha)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์
1	0.55	0.73	คัดเลือก
2	0.80	0.32	ตัดออก
3	0.50	0.64	คัดเลือก
4	0.83	0.33	ตัดออก
5	0.53	0.79	คัดเลือก
6	0.54	0.77	คัดเลือก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 6 ข้อ คัดเลือกไว้ 4 ข้อ ตัดออก 2 ข้อ คือข้อ 2, 4

VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
ในพระบรมราชูปถัมภ์

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach's Reliability Coefficient Alpha)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.55	0.73
2	0.50	0.64
3	0.53	0.79
4	0.54	0.77

มีค่าความเชื่อมั่นโดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α –Coefficient) จากสูตรของครอนบัค ของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.98

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.983	1.000	4

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่ผ่านการคัดเลือก (เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	รวม (ข้อ)
1. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สามารถแสดงวิธีหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยการหาจุดตัดของกราฟได้	1
2. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สามารถแสดงวิธีหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวิธีการแทนค่าได้	1
3. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สามารถแสดงวิธีหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวิธีการกำจัดตัวแปรได้	1
4. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สามารถแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง	1
รวม	**4**

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่า IOC ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 3
แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1	0	0	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	0	0	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
10	0	0	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
18	0	0	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
19	0	0	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
20	0	0	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
30	0	0	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
38	0	0	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
39	0	0	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
40	0	0	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง

VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
ในพระบรมราชูปถัมภ์

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร (KR-20) ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

ข้อที่	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์
1	ก	0.59	0.34	คัดเลือก
2	ข	0.69	0.57	ตัดออก
3	ง	0.62	0.70	คัดเลือก
4	ค	0.62	0.70	คัดเลือก
5	ง	0.62	0.70	คัดเลือก
6	ก	0.41	0.27	คัดเลือก
7	ง	0.83	0.41	ตัดออก
8	ค	0.66	0.91	คัดเลือก
9	ก	0.62	0.70	คัดเลือก
10	ก	0.62	0.70	คัดเลือก
11	ข	0.66	0.91	คัดเลือก
12	ก	0.66	0.91	คัดเลือก
13	ข	0.72	0.57	ตัดออก
14	ก	0.66	0.91	คัดเลือก
15	ข	0.66	0.91	คัดเลือก
16	ก	0.62	0.70	คัดเลือก
17	ข	0.66	0.91	คัดเลือก
18	ง	0.66	0.91	คัดเลือก
19	ข	0.45	0.23	คัดเลือก
20	ค	0.76	0.46	ตัดออก
21	ข	0.66	0.91	คัดเลือก
22	ก	0.72	0.57	ตัดออก
23	ข	0.62	0.69	คัดเลือก
24	ก	0.66	0.91	คัดเลือก
25	ค	0.55	0.42	คัดเลือก
26	ง	0.66	0.91	คัดเลือก
27	ค	0.62	0.70	คัดเลือก
28	ข	0.62	0.70	คัดเลือก
29	ค	0.76	0.46	ตัดออก
30	ค	0.62	0.23	คัดเลือก

ข้อที่	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์
31	ค	0.55	0.44	คัดเลือก
32	ก	0.69	0.57	ตัดออก
33	ก	0.83	0.41	ตัดออก
34	ค	0.66	0.91	คัดเลือก
35	ข	0.59	0.35	คัดเลือก
36	ง	0.48	0.24	คัดเลือก
37	ข	0.76	0.46	ตัดออก
38	ข	0.66	0.91	คัดเลือก
39	ข	0.66	0.91	คัดเลือก
40	ง	0.83	0.41	ตัดออก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 40 ข้อ คัดเลือกไว้ 30 ข้อ ตัดออก 10 ข้อ คือข้อ 2, 7, 13, 20, 22, 29, 32, 33, 37, 40

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการคัดเลือก โดยใช้สูตร (KR-20) ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

ข้อที่	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	ก	0.59	0.34
2	ง	0.62	0.70
3	ค	0.62	0.70
4	ง	0.62	0.70
5	ก	0.41	0.27
6	ค	0.66	0.91
7	ก	0.62	0.70
8	ก	0.62	0.70
9	ข	0.66	0.91
10	ก	0.66	0.91
11	ก	0.66	0.91
12	ข	0.66	0.91
13	ก	0.62	0.70
14	ข	0.66	0.91
15	ง	0.66	0.91
16	ข	0.45	0.23
17	ข	0.66	0.91
18	ข	0.62	0.69
19	ก	0.66	0.91
20	ค	0.55	0.42
21	ง	0.66	0.91
22	ค	0.62	0.70
23	ข	0.62	0.70
24	ค	0.62	0.23
25	ค	0.55	0.44
26	ค	0.66	0.91
27	ข	0.59	0.35
28	ง	0.48	0.24
29	ข	0.66	0.91
30	ข	0.66	0.91

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านการคัดเลือกมีทั้งหมด 30 ข้อ โดยมีค่าความเชื่อมั่น (KR – 20) ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.76

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่ผ่านการคัดเลือก
(เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ)

พฤติกรรม / จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม			รวม (ข้อ)
	ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ (ข้อที่)	ความเข้าใจ (ข้อที่)	การนำไปใช้ (ข้อที่)	
1. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สามารถหาคำตอบได้	1, 2, 3	4, 5	6, 7, 8	8
2. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยการหาจุดตัด สามารถหาคำตอบได้	9, 10, 11	12, 13, 14	15, 16	8
3. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวิธีการแทนค่า สามารถหาคำตอบได้	17, 18	19, 20, 21	22, 23, 24	8
4. เมื่อกำหนดโจทย์ที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวิธีการกำจัดตัวแปร สามารถหาคำตอบได้	25, 26	27, 28	29, 30	6
รวม	**10**	**10**	**10**	**30**



ภาคผนวก ง
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

ชื่อ.....ชั้น..... ...เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน
2. แบบทดสอบฉบับนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน
3. แบบทดสอบแต่ละข้อแบ่งเป็นดังนี้
   3.1 ความเข้าใจปัญหา (3 คะแนน)
   3.2 การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา (3 คะแนน)
   3.3 การใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา (3 คะแนน)
   3.4 การตรวจสอบคำตอบ (3 คะแนน)
4. ให้นักเรียนศึกษาโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ แล้วดำเนินการหาคำตอบโดยการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดให้

1. กำหนดให้ x, y เป็นจำนวนจริงใด ๆ ให้นักเรียนเขียนกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 1) x + 2 = 4 และ 2) 2x + 3y = 7 ในระบบพิกัดฉากเดียวกัน พร้อมทั้งหาคำตอบของระบบสมการ

ความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

.....

.....

การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

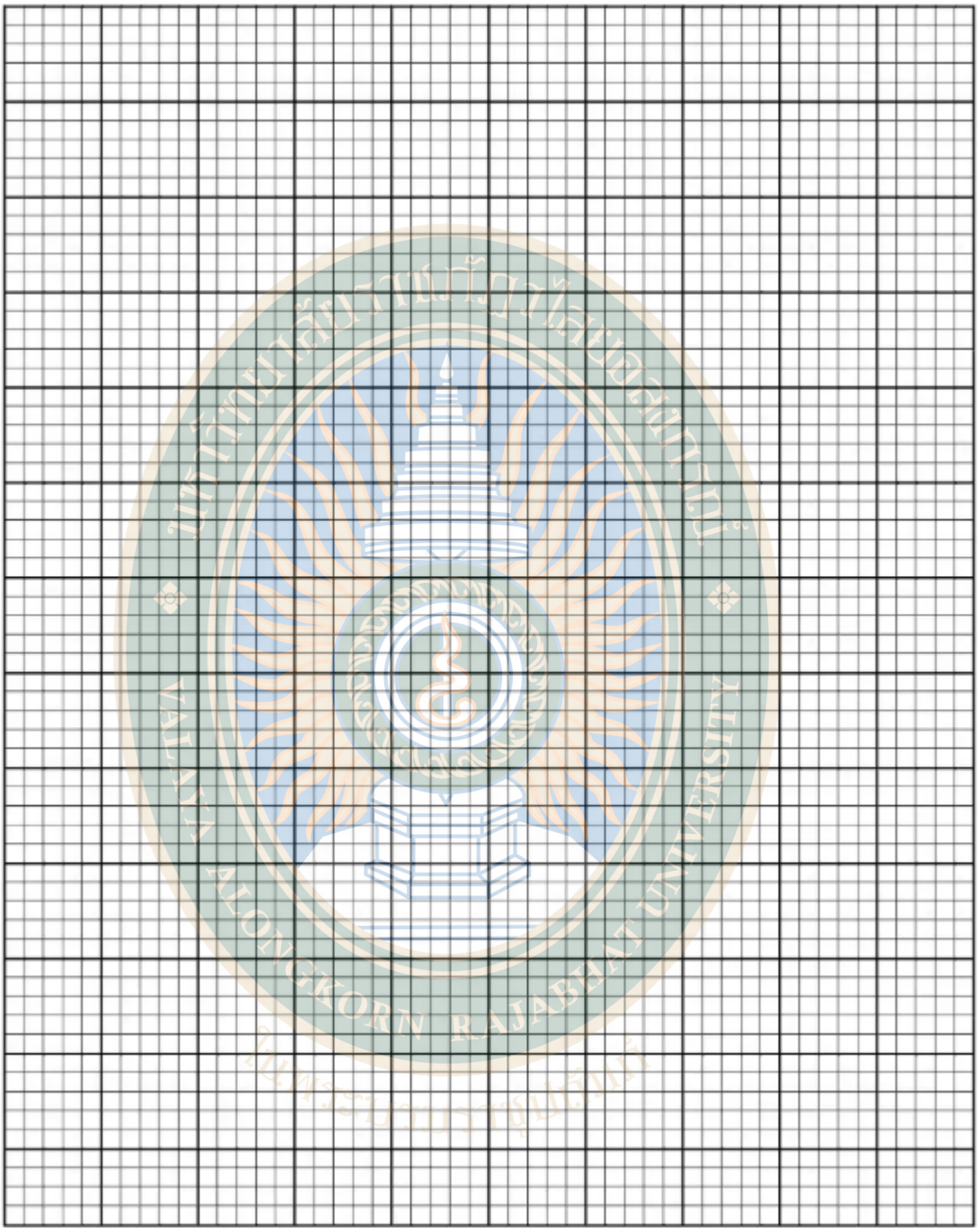
.....

.....

.....

.....

การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา



การสรุปคำตอบ

ตอบ.....

.....

.....

2. กำหนดให้ x, y เป็นจำนวนจริงใด ๆ ให้นักเรียนหาคำตอบของระบบสมการ 1) $x + 7y = 8$ และ 2) $3x + 2y = 5$ โดยการแทนค่า

ความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

.....

การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การสรุปคำตอบ

ตอบ .....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบคำตอบ	3 (ดี)	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนหรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

ชื่อ.....ชั้น..... ...เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน
2. แบบทดสอบฉบับนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด และทำเครื่องหมาย x ทับตัวอักษร ก. ข. ค. ง. เพียง 1 ข้อ

VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
ในพระบรมราชูปถัมภ์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

.....

1. ข้อใดเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
   ก. $5y + 2 = 10$
   ข. $\frac{4x}{3} - 2y = 3$
   ค. $12 - 6x = \frac{1}{2}$
   ง. $2x^2 + 3y = 4$
2. ข้อใด**ไม่**จัดเป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
   ก. $6x - 7y = 15$
   ข. $\frac{1}{2}y + 10 = \frac{3}{4}x$
   ค. $\frac{x}{y} = 5$
   ง. $y^2 - 4x = 10$
3. (2,3) เป็นคำตอบของระบบสมการใด
   ก. $5x - 3y = 1$
      $7x + 2y = 8$
   ข. $5x + 3y = 1$
      $7x + 2y = 8$
   ค. $5x - 3y = 1$
      $7x - 2y = 8$
   ง. $5x + 3y = 1$
      $7x - 2y = 8$
4. คำตอบของระบบสมการ $x + 2y = 4$ และ $3x + 6y = 12$ มีกี่คำตอบ
   ก. ไม่มีคำตอบ
   ข. มีคำตอบเดียว
   ค. มี 2 คำตอบ
   ง. มีหลายคำตอบ
5. ข้อใดเป็นคำตอบของสมการ $2x + y = 4$
   ก. {..., (-2, 8), (0, 4), (1, 2), (2, 8), ...}
   ข. {..., (-1, 6), (0, 4), (2, 0), (4, -8), ...}
   ค. {...,(-3, 10), (-2, 8), (-1, 6), (0, -4),...}
   ง. {..., (-2, 8), (1, 2), (3, -2), (5, -6), ...}
6. กราฟของสมการในข้อใดที่<u>ขนานกัน</u>
   ก. $y = 2x + 5$, $y = 5x + 2$
   ข. $y = 2x - 5$, $y = -2x - 5$
   ค. $y = 2x + 5$, $y = 2x - 5$
   ง. $y = 2x - 5$, $y = -2x + 5$
7. คำตอบของระบบสมการ $2x + y = 3$ และ $4x + 2y = 4$ มีกี่คำตอบ
   ก. ไม่มีคำตอบ
   ข. 2 คำตอบ
   ค. มีหลายคำตอบ
   ง. มีคำตอบเดียว
8. คำตอบของระบบสมการ $x + 3y = 2$ และ $2x + 6y = 5$ มีกี่คำตอบ
   ก. ไม่มีคำตอบ
   ข. มี 2 คำตอบ
   ค. มีหลายคำตอบ
   ง. มีคำตอบเดียว
9. สมการ $2x + 3y - 9 = 0$ ตัดแกน y ที่จุดใด
   ก. (2,0)
   ข. (3,0)
   ค. (0,2)
   ง. (0,3)

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY

10. สมการ 2x + y - 4 = 0 ตัดแกน y ที่จุดใด
    ก. (4,0)
    ข. (3,0)
    ค. (0,4)
    ง. (0,3)
11. สมการ y = 2x + 3 ตัดแกน y ที่จุดใด
    ก. (4,0)
    ข. (3,0)
    ค. (0,4)
    ง. (0,3)
12. กราฟของสมการ x – y + 10 = 0 และ 2x – y = 15 จะมีจุดตัดอยู่ในจตุภาคใด
    ก. จตุภาคที่ 1
    ข. จตุภาคที่ 2
    ค. จตุภาคที่ 3
    ง. จตุภาคที่ 4
13. กราฟคู่ใดตัดแกน y ที่จุดเดียวกัน
    ก. y = 4x + 1, y = x + 4
    ข. y = 4x - 1, y = -4x - 1
    ค. y = 4x + 1, y = 4x – 1
    ง. y = 4x - 1, y = -4x + 1
14. ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในข้อใดมีคำตอบมากมาย
    ก. 8x + 12y = 6 และ 6y + 4x = 3
    ข. 4y - x = 10 และ 8y - 4x = 5
    ค. 10x - 5y = 20 และ y + 2x = 4
    ง. x + 2y = 4 และ 2x + y = 4
15. กราฟของสมการ y = 2x + 3 และ y = 0.5x + 3 จะมีจุดตัดอยู่บนแกนใด
    ก. แกน x
    ข. แกน y
    ค. ไม่มีคำตอบ
    ง. มีคำตอบมากมาย
16. กราฟของสมการ 3x + 2y = 1 และ 4x + 3y = 4 ตัดกันที่จุด (m, n) n เท่ากับเท่าไร
    ก. -3
    ข. 3
    ค. 10
    ง. 13
17. คำตอบของระบบสมการ x + y = 20 และ x – y = 10 คือข้อใด
    ก. (10, 20)
    ข. (15, 5)
    ค. (5, 15)
    ง. (20, 10)
18. คำตอบของระบบสมการ 5x – 2y = 3 และ 2y – 2x = 6 คือข้อใด
    ก. (3, 6)
    ข. (6, 3)
    ค. (2, 4)
    ง. (4, 2)
19. คำตอบของระบบสมการ y = -3x - 2 และ y = -3x + 1 คือข้อใด
    ก. คำตอบมี 1 คำตอบ
    ข. คำตอบมี 2 คำตอบ
    ค. ไม่มีคำตอบ
    ง. มีคำตอบมากมาย
20. คำตอบของระบบสมการ y = -x และ y = -2x คือข้อใด
    ก. คำตอบมี 1 คำตอบ
    ข. คำตอบมี 2 คำตอบ
    ค. ไม่มีคำตอบ
    ง. มีคำตอบมากมาย



ภาคผนวก จ
คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตารางแสดงคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

เลขที่	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)	หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)
1	10	35
2	6	34
3	4	42
4	8	45
5	5	35
6	16	41
7	13	33
8	17	42
9	8	38
10	11	38
11	17	33
12	12	44
13	15	46
14	10	45
15	6	40
16	12	39
17	15	47
18	10	34
19	18	42
20	1	39
21	22	43
22	8	34
23	3	33
24	10	39
25	2	38
26	11	40
27	15	40
28	11	40
29	10	43

เลขที่	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)	หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)
30	18	41
31	7	36
32	6	37
33	8	36
คะแนนเฉลี่ย	10.45	39.15
ค่า *SD*	5.069	4.032

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	อัตนัยหลัง	39.15	33	4.032	.702
	อัตนัยก่อน	10.45	33	5.069	.882

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	อัตนัยหลัง & อัตนัยก่อน	33	.368	.035

Paired Samples Test

		Paired Differences			
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the ... Lower
Pair 1	อัตนัยหลัง - อัตนัยก่อน	28.697	5.187	.903	26.858

Paired Samples Test

		Paired ... 95% Confidence ... Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	อัตนัยหลัง - อัตนัยก่อน	30.536	31.781	32	.000

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
อัตนัยหลัง	33	39.15	4.032	.702

One-Sample Test

	Test Value = 34					
					95% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
อัตนัยหลัง	7.339	32	.000	5.152	3.72	6.58

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY ในพระบรมราชูปถัมภ์

ตารางแสดงคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

เลขที่	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)
1	12	25
2	10	23
3	9	22
4	6	21
5	13	26
6	17	30
7	12	25
8	17	30
9	12	25
10	9	22
11	13	26
12	10	23
13	12	25
14	15	28
15	11	24
16	7	21
17	16	29
18	11	24
19	15	28
20	17	30
21	13	26
22	10	23
23	12	25
24	11	24
25	14	27
26	14	27
27	14	27
28	10	23
29	14	27

เลขที่	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)
30	13	26
31	12	25
32	11	24
33	13	26
คะแนนเฉลี่ย	8.73	25.36
ค่า *SD*	2.971	2.473

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	หลังเรียน	25.36	33	2.473	.430
	ก่อนเรียน	8.73	33	2.971	.517

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	หลังเรียน & ก่อนเรียน	33	.507	.003

Paired Samples Test

		Paired Differences			
					95% Confidence Interval of the ...
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower
Pair 1	หลังเรียน - ก่อนเรียน	16.636	2.737	.476	15.666

Paired Samples Test

		Paired ...			
		95% Confidence ...			
		Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	หลังเรียน - ก่อนเรียน	17.607	34.923	32	.000

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียน	33	25.36	2.473	.430

One-Sample Test

	Test Value = 21					
					95% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
หลังเรียน	10.138	32	.000	4.364	3.49	5.24

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY ในพระบรมราชูปถัมภ์



ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale)

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. อาจารย์ ดร.วัสส์พร จิโรจพันธ์	อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
2. รองศาสตราจารย์ ดร.เมษา นวลศรี	อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
3. นางเอมอร ผลสนอง	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ลำปาง ลำพูน
4. นางสาวชไมพร แก้วนา	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ลำปาง ลำพูน
5. นางสาวอัจฉรา ตุ่นสิงห์คำ	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ลำปาง ลำพูน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ข้อที่	รายการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้	*M*	*SD*	ผลการประเมิน
1	องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและครบถ้วน	5	.00	มากที่สุด
2	ตัวชี้วัดสอดคล้องกับเนื้อหา	5	.00	มากที่สุด
3	สาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	5	.00	มากที่สุด
4	สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง ชัดเจนเหมาะสมกับระดับชั้น	5	.00	มากที่สุด
5	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 5 ขั้นตอน ดังนี้			
	ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและกระตุ้นการคิด	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้าและกระตุ้นการพูด	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปและกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.4	.54	มาก
	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.4	.54	มาก
	ขั้นที่ 5 ประเมินผลและกระตุ้นการคิดและการเขียน	4.4	.54	มาก
6	สื่อ / แหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.8	.44	มากที่สุด
7	มีการวัดผลและประเมินผลตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	.00	มากที่สุด
8	กำหนดเกณฑ์การประเมินชัดเจนเข้าใจง่าย	4.6	.54	มากที่สุด
รวมทั้งหมด		4.73	.27	มากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ข้อที่	รายการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้	*M*	*SD*	ผลการประเมิน
1	องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและครบถ้วน	5	.00	มากที่สุด
2	ตัวชี้วัดสอดคล้องกับเนื้อหา	5	.00	มากที่สุด
3	สาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	5	.00	มากที่สุด
4	สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง ชัดเจนเหมาะสมกับระดับชั้น	4.8	.44	มากที่สุด
5	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 5 ขั้นตอน ดังนี้			
	ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและกระตุ้นการคิด	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้าและกระตุ้นการพูด	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปและกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 5 ประเมินผลและกระตุ้นการคิดและการเขียน	4.8	.44	มากที่สุด
6	สื่อ / แหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.8	.44	มากที่สุด
7	มีการวัดผลและประเมินผลตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	.00	มากที่สุด
8	กำหนดเกณฑ์การประเมินชัดเจนเข้าใจง่าย	4.6	.54	มากที่สุด
รวมทั้งหมด		4.78	.21	มากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยการแทนค่า

ข้อที่	รายการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้	*M*	*SD*	ผลการประเมิน
1	องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและครบถ้วน	5	.00	มากที่สุด
2	ตัวชี้วัดสอดคล้องกับเนื้อหา	4.8	.44	มากที่สุด
3	สาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	5	.00	มากที่สุด
4	สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง ชัดเจนเหมาะสมกับระดับชั้น	5	.00	มากที่สุด
5	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 5 ขั้นตอน ดังนี้			
	ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและกระตุ้นการคิด	4.8	.44	มากที่สุด
	ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้าและกระตุ้นการพูด	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปและกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 5 ประเมินผลและกระตุ้นการคิดและการเขียน	4.8	.44	มากที่สุด
6	สื่อ / แหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.8	.44	มากที่สุด
7	มีการวัดผลและประเมินผลตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	.00	มากที่สุด
8	กำหนดเกณฑ์การประเมินชัดเจนเข้าใจง่าย	4.8	.44	มากที่สุด
รวมทั้งหมด		4.8	.23	มากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยการกำจัดตัวแปร

ข้อที่	รายการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้	*M*	*SD*	ผลการประเมิน
1	องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและครบถ้วน	5	.00	มากที่สุด
2	ตัวชี้วัดสอดคล้องกับเนื้อหา	5	.00	มากที่สุด
3	สาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	5	.00	มากที่สุด
4	สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง ชัดเจนเหมาะสมกับระดับชั้น	5	.00	มากที่สุด
5	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 5 ขั้นตอน ดังนี้			
	ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและกระตุ้นการคิด	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้าและกระตุ้นการพูด	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปและกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.8	.44	มากที่สุด
	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 5 ประเมินผลและกระตุ้นการคิดและการเขียน	4.8	.44	มากที่สุด
6	สื่อ / แหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	.00	มากที่สุด
7	มีการวัดผลและประเมินผลตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	.00	มากที่สุด
8	กำหนดเกณฑ์การประเมินชัดเจนเข้าใจง่าย	4.8	.44	มากที่สุด
รวมทั้งหมด		4.8	.20	มากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยการกำจัดตัวแปร

ข้อที่	รายการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้	*M*	*SD*	ผลการประเมิน
1	องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและครบถ้วน	5	.00	มากที่สุด
2	ตัวชี้วัดสอดคล้องกับเนื้อหา	5	.00	มากที่สุด
3	สาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	5	.00	มากที่สุด
4	สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง ชัดเจนเหมาะสมกับระดับชั้น	4.8	.44	มากที่สุด
5	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 5 ขั้นตอน ดังนี้			
	ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและกระตุ้นการคิด	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้าและกระตุ้นการพูด	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปและกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.8	.44	มากที่สุด
	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.8	.44	มากที่สุด
	ขั้นที่ 5 ประเมินผลและกระตุ้นการคิดและการเขียน	4.8	.44	มากที่สุด
6	สื่อ / แหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	.00	มากที่สุด
7	มีการวัดผลและประเมินผลตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	.00	มากที่สุด
8	กำหนดเกณฑ์การประเมินชัดเจนเข้าใจง่าย	4.8	.44	มากที่สุด
รวมทั้งหมด		4.85	.20	มากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

ข้อที่	รายการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้	*M*	*SD*	ผลการประเมิน
1	องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและครบถ้วน	5	.00	มากที่สุด
2	ตัวชี้วัดสอดคล้องกับเนื้อหา	5	.00	มากที่สุด
3	สาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	5	.00	มากที่สุด
4	สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง ชัดเจนเหมาะสมกับระดับชั้น	5	.00	มากที่สุด
5	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 5 ขั้นตอน ดังนี้			
	ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและกระตุ้นการคิด	4.8	.44	มากที่สุด
	ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้าและกระตุ้นการพูด	4.4	.54	มาก
	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปและกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.8	.44	มากที่สุด
	ขั้นที่ 5 ประเมินผลและกระตุ้นการคิดและการเขียน	4.8	.44	มากที่สุด
6	สื่อ / แหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.8	.44	มากที่สุด
7	มีการวัดผลและประเมินผลตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	.00	มากที่สุด
8	กำหนดเกณฑ์การประเมินชัดเจนเข้าใจง่าย	4.8	.44	มากที่สุด
รวมทั้งหมด		4.83	.20	มากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

ข้อที่	รายการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้	*M*	*SD*	ผลการประเมิน
1	องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนและครบถ้วน	5	.00	มากที่สุด
2	ตัวชี้วัดสอดคล้องกับเนื้อหา	5	.00	มากที่สุด
3	สาระสำคัญสอดคล้องกับเนื้อหา	5	.00	มากที่สุด
4	สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง ชัดเจนเหมาะสมกับระดับชั้น	4.8	.44	มากที่สุด
5	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 5 ขั้นตอน ดังนี้			
	ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและกระตุ้นการคิด	4.8	.44	มากที่สุด
	ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้าและกระตุ้นการพูด	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปและกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน	4.6	.54	มากที่สุด
	ขั้นที่ 5 ประเมินผลและกระตุ้นการคิดและการเขียน	4.8	.44	มากที่สุด
6	สื่อ / แหล่งการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	.00	มากที่สุด
7	มีการวัดผลและประเมินผลตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	5	.00	มากที่สุด
8	กำหนดเกณฑ์การประเมินชัดเจนเข้าใจง่าย	4.8	.44	มากที่สุด
รวมทั้งหมด		4.83	.20	มากที่สุด



ภาคผนวก ช

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ชั่วโมงที่ 1 – 2 /14

รายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค23102 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 1.5 หน่วยกิต

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐานการเรียนรู้

ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

ม.3/3 ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

กำหนด a, b, c, d, e และ f เป็นจำนวนจริงใด ๆ โดยที่ a, b ไม่เท่ากับศูนย์พร้อมกัน และ d, e ไม่เท่ากับศูนย์พร้อมกัน

เรียก $ax + by = c$

$dx + ey = f$

ว่า ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และคำตอบของระบบสมการ คือ จำนวนที่แทน x และ y แล้วทำให้สมการเป็นจริงทั้งสองสมการ และนิยมเขียนคำตอบของระบบสมการในรูป (x, y)

ซึ่งระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรอาจไม่มีคำตอบ หรือมีคำตอบเดียว หรือมีคำตอบมากมาย

จุดประสงค์การเรียนรู้สู่ตัวชี้วัด (K P A)

ด้านความรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้

ด้านทักษะและกระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถเขียนวิธีหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยการหาจุดตัดของกราฟได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน

ชิ้นงาน หรือภาระงาน (หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้)

- ใบงานที่ 1.1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและกระตุ้นการคิด

1) ครูกล่าวทักทายนักเรียน และกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยให้นักเรียนพิจารณาภาพหน้าหน่วย ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 2 จากนั้นครูกระตุ้นการคิดของนักเรียนโดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

หมายเหตุ : ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำถามประจำหน่วยการเรียนรู้หลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

2) ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปร คำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จาก “ควรรู้ก่อนเรียน” ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 3 จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมาสรุปความรู้ที่หน้าชั้นเรียน โดยครูตรวจสอบความถูกต้อง และอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้าและกระตุ้นการพูด

3) ครูกำหนดสถานการณ์และตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิด แล้วให้นักเรียนพูดคุยเพื่อช่วยกันหาคำตอบ ดังนี้

- ถ้าฟ้าและน้ำมีเหรียญบาทรวมกัน 12 เหรียญ นักเรียนจะทราบแน่นอนหรือไม่ว่า ฟ้าและน้ำมีเหรียญบาทคนละกี่เหรียญ

(แนวตอบ ไม่ทราบได้แน่นอนว่าฟ้าและน้ำมีเหรียญบาทคนละกี่เหรียญ เนื่องจากมีคำตอบได้หลายคำตอบ)

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปและกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน

4) ครูอธิบายเกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 4-5

(แนวการอธิบาย

จากสถานการณ์ ฟ้าและน้ำมีเหรียญบาทรวมกัน 12 เหรียญ จากข้อความข้างต้นสามารถเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้เป็น $x + y = 12$ โดยกำหนดให้ x แทนจำนวนเหรียญบาทของฟ้า และ y แทนจำนวนเหรียญบาทของน้ำ จะเห็นว่า คำตอบของสมการนี้มีหลายคำตอบ

ถ้านักเรียนทราบเพิ่มขึ้นอีกว่า “ฟ้ามีเหรียญบาทมากกว่าน้ำ 2 เหรียญ” จะสามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้เป็น $x - y = 2$

เมื่อพิจารณาคำตอบของสมการ $x + y = 12$ และ $x - y = 2$ จะเห็นว่า (7, 5) เป็นเพียงคำตอบเดียวที่สอดคล้องกับสมการทั้งสองสมการ นั่นคือ ฟ้ามีเหรียญบาท 7 เหรียญ และน้ำมีเหรียญบาท 5 เหรียญ

ซึ่งจะเรียก $x + y = 12$

$x - y = 2$

ว่า ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และเรียก (7, 5) ว่า คำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร)

5) ครูอธิบายเพิ่มเติม ดังนี้ “ถ้ากำหนด a, b, c, d, e และ f เป็นจำนวนจริงใด ๆ โดยที่ a, b ไม่เท่ากับศูนย์พร้อมกัน และ d, eไม่เท่ากับศูนย์พร้อมกัน

เรียก $ax + by = c$

$dx + ey = f$

ว่า ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และคำตอบของระบบสมการ คือ จำนวนที่แทน x และ y แล้วทำให้สมการเป็นจริงทั้งสองสมการ และนิยมเขียนคำตอบของระบบสมการในรูป (x, y)”

6) ครูอธิบาย “คณิตน่ารู้” ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 5 พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ

7) ครูอธิบายตัวอย่างที่ 1 ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 7-8 อย่างละเอียดบนกระดาน พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ จากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิดนักเรียน ดังนี้

- จากตัวอย่างที่ 1 กราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรมีลักษณะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ กราฟของสมการแต่ละสมการตัดกันที่จุด (3, 1))

- จากตัวอย่างที่ 1 คำตอบของระบบสมการสมการเชิงเส้นสองตัวแปร คือ (3, 1) ใช่หรือไม่อย่างไร

(แนวตอบ ใช่ เนื่องจากคำตอบของระบบสมการ คือจุดตัดของกราฟของสมการ ซึ่งเมื่อแทนค่า (3, 1) ในทั้งสองสมการ จะพบว่าทำให้สมการเป็นจริงทั้งสองสมการ)

- นักเรียนสรุปความรู้ลงในสมุด

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน

8) ครูให้นักเรียนจับคู่กันทำ “ลองทำดู” ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 8 ลงในสมุด

9) ครูขออาสาสมัครนักเรียน 2-3 คู่ ออกมาเฉลยคำตอบ “ลองทำดู” ที่หน้าชั้นเรียน โดยครูและนักเรียนที่เหลือร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

10) ครูให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน (คละความสามารถทางคณิตศาสตร์) จากนั้นครูติดแถบโจทย์ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรบนกระดาน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งกันหาคำตอบของระบบสมการ โดยการหาจุดตัดของกราฟ กลุ่มใดหาคำตอบของระบบสมการถูกต้องเป็นกลุ่มแรก ได้รับคะแนนสะสม 1 คะแนน

ขั้นที่ 5 ประเมินผลและกระตุ้นการคิดและการเขียน

11) ครูทำกิจกรรมนี้อีก 5 - 6 ครั้ง จากนั้นสรุปคะแนน กลุ่มที่ได้คะแนนสะสมมากที่สุดเป็นผู้ชนะ

12) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ดังนี้

“ถ้ากำหนด a, b, c, d, e และ f เป็นจำนวนจริงใด ๆ โดยที่ a, b ไม่เท่ากับศูนย์พร้อมกัน และ d, e ไม่เท่ากับศูนย์พร้อมกัน

เรียก $ax + by = c$

$dx + ey = f$

ว่า ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และคำตอบของระบบสมการ คือ จำนวนที่แทน x และ y แล้วทำให้สมการเป็นจริงทั้งสองสมการ และนิยมเขียนคำตอบของระบบสมการในรูป (x, y) ซึ่งเมื่อพิจารณาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรด้วยการเขียนกราฟ เมื่อกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรตัดกันที่จุด (x, y) จุดตัดนั้นจะเป็นคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร”

13) จากนั้นครูให้นักเรียนทุกคนทำใบงานที่ 1.1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ข้อที่ 1 เป็นการบ้าน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเป็นรายบุคคล

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2
2. ใบงานที่ 1.1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

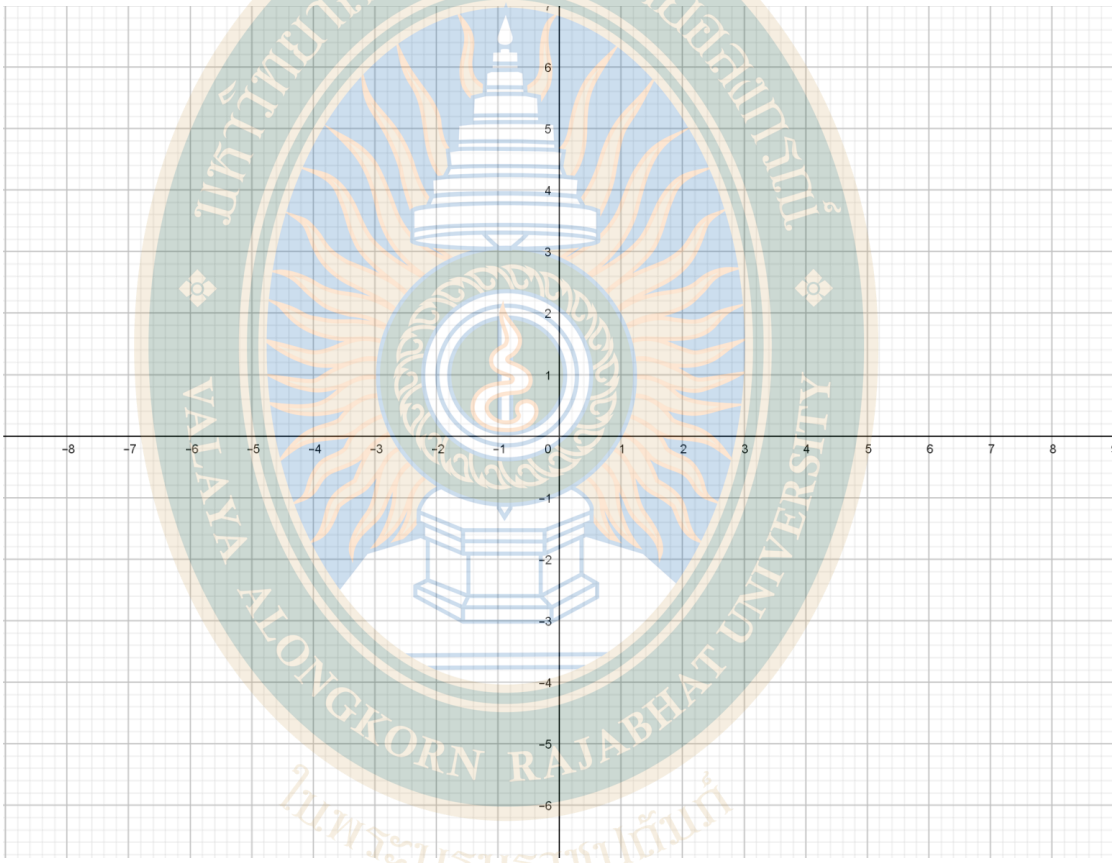
LANNA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY ในพระบรมราชูปถัมภ์

ใบงานที่ 1.1
เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

คำชี้แจง : กำหนดให้ x, y เป็นจำนวนจริงใด ๆ ให้นักเรียนเขียนกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้ ในระบบพิกัดฉากเดียวกัน พร้อมทั้งหาคำตอบของระบบสมการ

1. $5x + 2y = 12$
   $x - 5y = -3$

วิธีทำ

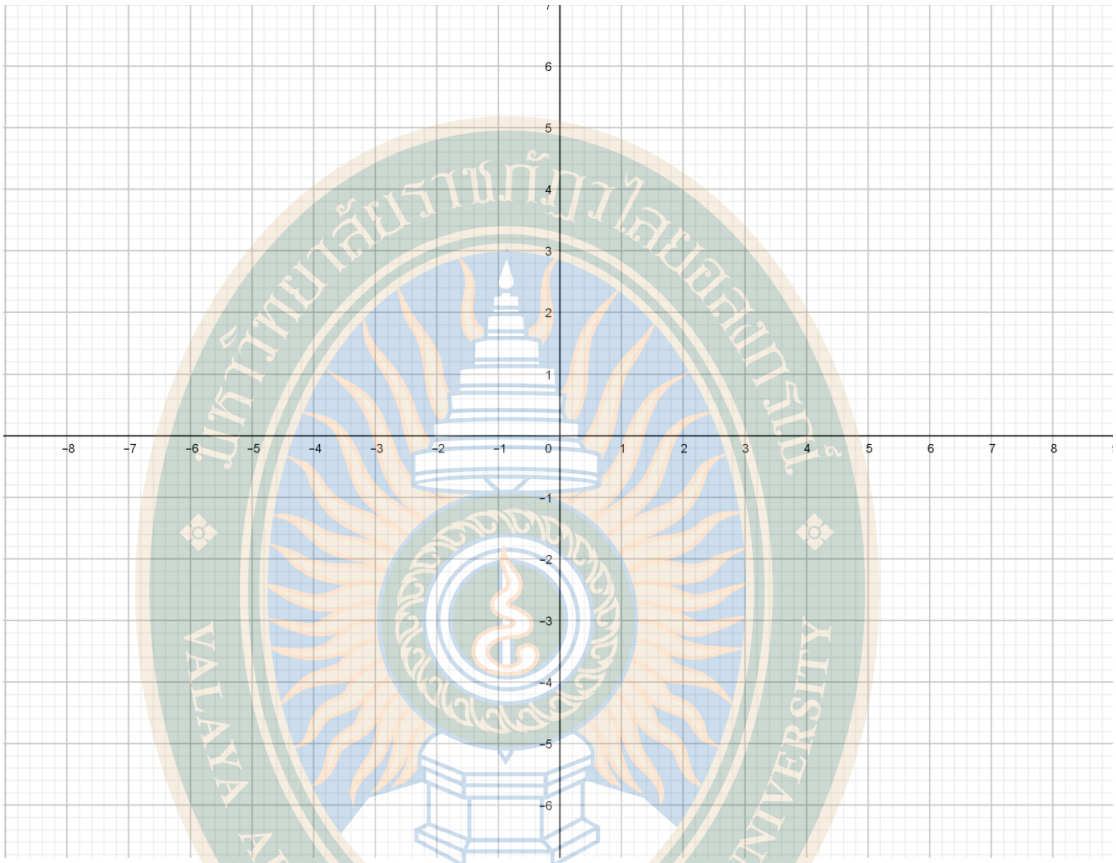


ตอบ .....

2. $4x + 5y = -3$

$8x + 10y = -6$

<u>วิธีทำ</u>



ตอบ .....

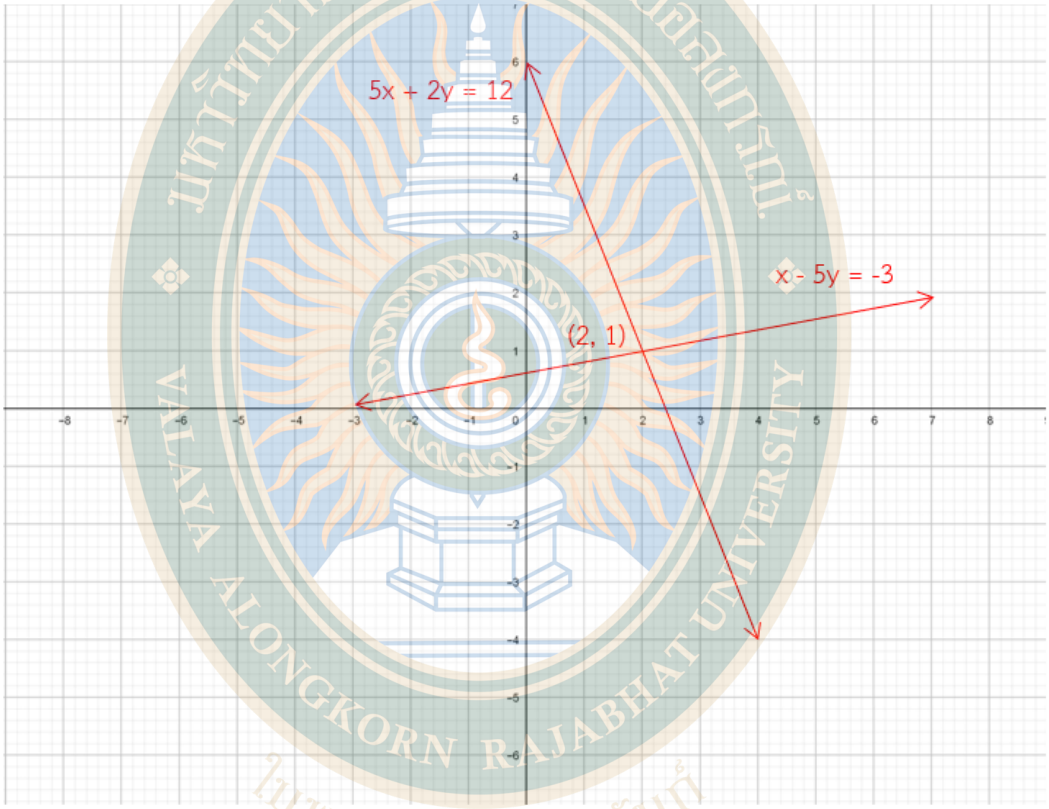
เฉลย ใบงานที่ 1.1
เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

คำชี้แจง : กำหนดให้ x, y เป็นจำนวนจริงใด ๆ ให้นักเรียนเขียนกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้ ในระบบพิกัดฉากเดียวกัน พร้อมทั้งหาคำตอบของระบบสมการ

1. $5x + 2y = 12$

$x - 5y = -3$

วิธีทำ



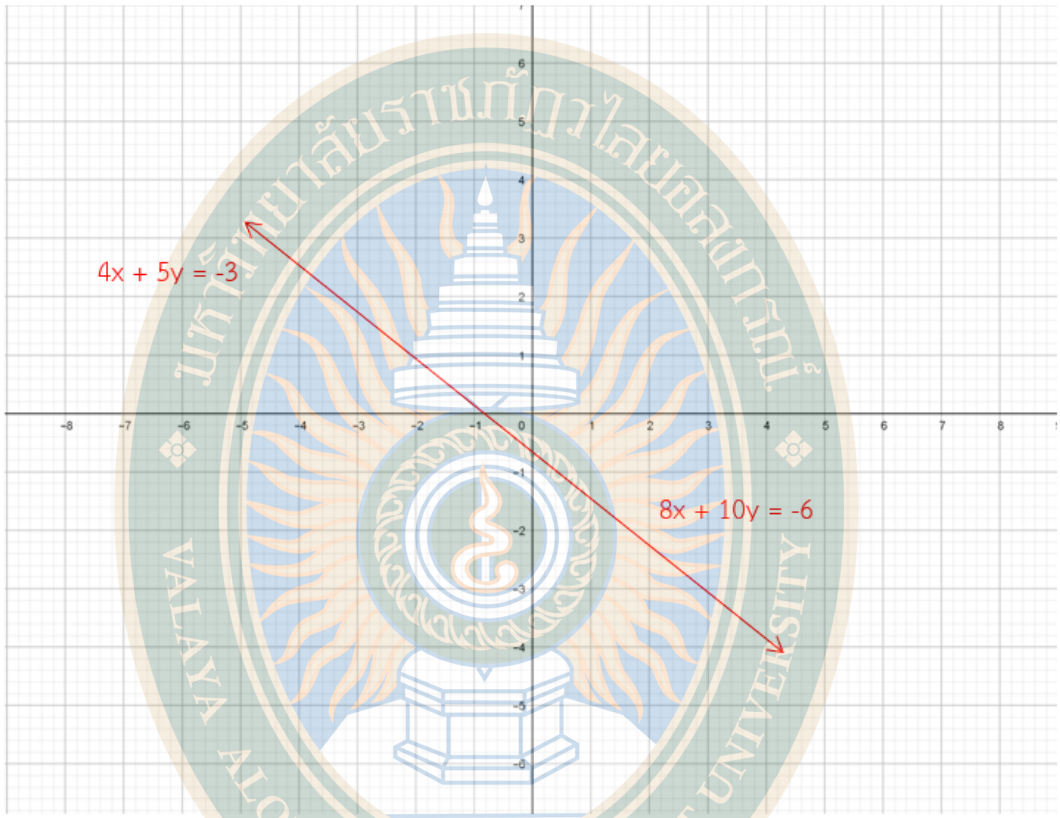
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY

ตอบ ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ (2, 1)

2. $4x + 5y = -3$

$8x + 10y = -6$

<u>วิธีทำ</u>



<u>ตอบ</u> ดังนั้น ระบบสมการเชิงเส้นนี้มีคำตอบมากมาย

วิธีการวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	การประเมิน		
	วิธีการวัด	**เครื่องมือ**	**เกณฑ์การผ่าน**
ด้านความรู้ (K) 1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	สังเกตการตอบคำถาม	**เครื่องมือที่ 1** แบบบันทึกการสังเกตการตอบคำถาม	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการ (P) 1. นักเรียนสามารถเขียนวิธีหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยการหาจุดตัดของกราฟได้	การตรวจใบงานที่ 1.1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	**เครื่องมือที่ 2** ใบงานที่ 1.1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 1. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	การสังเกตพฤติกรรม	**เครื่องมือที่ 3** แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้
เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

1. ผลการจัดการเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ (K)

.....

.....

.....

.....

1.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P)

.....

.....

.....

.....

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/ อุปสรรค

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวอดิศา แซ่ลี่)

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY

เครื่องมือที่ 1
แบบบันทึกการสังเกตการณ์ตอบคำถาม (K)
ชั้น.....จำนวน.....คน
วันที่.....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	คะแนน					ผลการประเมิน	
		1	2	3	4	รวม	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

เกณฑ์การให้คะแนนแบบบันทึกการสังเกตการตอบคำถาม

รายการพิจารณา	ระดับ	คุณภาพ
ตอบคำถามสม่ำเสมอ ถูกต้องตรงประเด็น ครบถ้วน	4	ดีมาก
ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอ แต่ถูกต้องตรงประเด็น	3	ดี
ตอบคำถามสม่ำเสมอ แต่ไม่ถูกต้องตรงประเด็น	2	ปานกลาง
ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอ ไม่ถูกต้องตรงประเด็น	1	ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวอดิศา แซ่ลี่)

เครื่องมือที่ 2
แบบบันทึกคะแนนจากการตรวจ
ใบงานที่ 1.1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
ชั้น.....จำนวน.....คน
วันที่.....

กลุ่ม	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน				รวม	ผลการประเมิน	
		ความเข้าใจปัญหา	การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	การใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา	การตรวจสอบคำตอบ		ผ่าน	ไม่ผ่าน
		3	3	3	3	(12)		
1								
2								
3								

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินจากการตรวจความถูกต้องของคำตอบในแบบบันทึกกิจกรรม

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบคำตอบ	3 (ดี)	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนหรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11 - 12	ดีมาก
8 - 10	ดี
5 - 7	ปานกลาง
1 - 4	ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวอดิศา แซ่ลี่)

เครื่องมือที่ 3
แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
ชั้น.....จำนวน.....คน
วันที่.....

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน			รวม (9)	ผลการประเมิน	
		มีวินัย (3)	ใฝ่เรียนรู้ (3)	มุ่งมั่นในการทำงาน (3)		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. มีวินัย	ไม่พูดคุยในระหว่างที่ครูสอน ตรงต่อเวลา รับผิดชอบหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย	พูดคุยในระหว่างที่ครูสอน ตรงต่อเวลา รับผิดชอบหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย	พูดคุยในระหว่างที่ครูสอน ไม่ตรงต่อเวลา รับผิดชอบหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย
2. ใฝ่เรียนรู้	มีความเพียรพยายามในการในทำกิจกรรม มีความตั้งใจในการสืบค้นความรู้ ปรึกษาและสอบถามครูสม่ำเสมอ	ไม่มีความเพียรพยายามในการในทำกิจกรรม มีความตั้งใจในการสืบค้นความรู้ ปรึกษาและสอบถามครูสม่ำเสมอ	ไม่มีความเพียรพยายามในการในทำกิจกรรม ไม่มีความตั้งใจในการสืบค้นความรู้ ปรึกษาและสอบถามครูสม่ำเสมอ
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	มุ่งมั่นในการทำงาน มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	มุ่งมั่นในการทำงาน ไม่มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	มุ่งมั่นในการทำงาน ไม่มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
8 - 9	ดีมาก
6 - 7	ดี
4 - 5	ปานกลาง
1 - 3	ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวอดิศา แซ่ลี่)

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ
ชั่วโมงที่ 13 – 14 /14
รายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค23102 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 1.5 หน่วยกิต

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต
มาตรฐานการเรียนรู้
ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้
ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้
ม.3/3 ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน วิทยาศาสตร์ เกษตรกรรม เศรษฐกิจ แรงงาน ระยะทาง อัตราเร็ว และเวลา

จุดประสงค์การเรียนรู้สู่ตัวชี้วัด (K P A)
ด้านความรู้ (K)
1. นักเรียนสามารถอธิบายการนำความรู้เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร มาช่วยในการพิจารณาแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่กำหนดให้ได้
ด้านทักษะและกระบวนการ (P)
1. นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
1. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน

ชิ้นงาน หรือภาระงาน (หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้)
- ใบงานที่ 1.7 เรื่อง การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค คิด-พูด-เขียน)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจและกระตุ้นการคิด

1) ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรจากชั่วโมงที่แล้ว ดังนี้

"ขั้นที่ 1 สมมติตัวแปรสองตัวเพื่อแทนปริมาณสองปริมาณที่ต้องการทราบค่า

ขั้นที่ 2 สร้างระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่ประกอบด้วยสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 2 สมการ โดยใช้เงื่อนไขจากโจทย์ปัญหานั้น

ขั้นที่ 3 แก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร"

2) ครูขออาสาสมัครนักเรียน 2-3 คน ออกมาเฉลยใบงานที่ 1.6 เรื่อง การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นการบ้านจากชั่วโมงที่แล้วที่หน้าชั้นเรียน โดยครูและนักเรียนที่เหลือในห้องร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้าและกระตุ้นการพูด

3) ครูเขียนโจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรบนกระดาน ดังนี้ "ผลบวกของจำนวนสองจำนวนเป็น 40 ถ้าจำนวนหนึ่งน้อยกว่าอีกจำนวนหนึ่งอยู่ 12 ให้หาจำนวนสองจำนวนนั้น" แล้วให้นักเรียนในห้องช่วยกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในข้อนี้

4) ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และเขียนออกมาเป็นระบบสมการสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

(แนวตอบ $x + y = 40$ $x - y = 12$)

5) ครูให้นักเรียนทุกคนหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรดังกล่าว จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ และครูอธิบายเพิ่มเติม

(แนวตอบ คำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรคือ (14, 26))

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุปและกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน

6) ครูให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน (คละความสามารถทางคณิตศาสตร์) ร่วมทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 32-33 โดยให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้บาร์โมเดล (Bar model) พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรม

7) ครูขออาสาสมัคร 1-2 กลุ่ม ออกมานำเสนอ พร้อมตอบคำถามที่หน้าชั้นเรียน โดยครูและนักเรียนกลุ่มที่เหลือร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

8) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปกิจกรรม จนได้ข้อสรุปที่ตรงกัน

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และกระตุ้นการคิด การพูด และการเขียน

9) ครูเปิดวิดีโอการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้บาร์โมเดล (Bar model) ด้วยการสแกน QR Code ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 33 จากนั้นครูจึงอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

10) ครูอธิบายเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายตัวอย่างที่ 15-16 ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 34-36 อย่างละเอียดบนกระดาน พร้อมตรวจสอบคำตอบ จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ

11) ครูอธิบาย “เกร็ดน่ารู้” ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 35 อย่างละเอียดบนกระดาน จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย

ขั้นที่ 5 ประเมินผลและกระตุ้นการคิดและการเขียน

12) ครูให้นักเรียนกลุ่มเดิมช่วยกันทำ “ลองทำดู” ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 35-36 ลงในสมุด

13) ครูขออาสาสมัครนักเรียน 1-2 กลุ่ม ออกมาเฉลยคำตอบ “ลองทำดู” ที่หน้าชั้นเรียน โดยครูและนักเรียนกลุ่มที่เหลือในห้องร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

14) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ดังนี้

“ขั้นที่ 1 สมมติตัวแปรสองตัวเพื่อแทนปริมาณสองปริมาณที่ต้องการทราบค่า

ขั้นที่ 2 สร้างระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่ประกอบด้วยสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 2 สมการ โดยใช้เงื่อนไขจากโจทย์ปัญหานั้น

ขั้นที่ 3 แก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร”

15) ครูให้นักเรียนทุกคนทำใบงานที่ 1.7 เรื่องการนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นการบ้าน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเป็นรายบุคคล

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2
2. ใบงานที่ 1.7 เรื่องการนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

ใบงานที่ 1.7

เรื่อง การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

<u>คำชี้แจง</u> : ให้แสดงวิธีทำจากโจทย์ที่กำหนดให้

1. ถ้าครึ่งหนึ่งของผลบวกของจำนวนสองจำนวนเป็น 43 และสามเท่าของจำนวนน้อย มากกว่าสองเท่าของจำนวนมากอยู่ 23 จงหาจำนวนสองจำนวนนั้น

<u>วิธีทำ</u>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ .....

2. อัตราค่าเข้าชมการแข่งขันฟุตบอลนัดพิเศษนัดหนึ่งเป็นดังนี้ ผู้ใหญ่คนละ 200 บาท เด็กคนละ 100 บาท ปรากฏว่ามีผู้เข้าชมทั้งหมด 10,000 คน และขายบัตรเข้าชมได้เงิน 1,739,200 บาท อยากทราบว่ามีผู้ใหญ่และเด็กเข้าชมการแข่งขันฟุตบอลครั้งนี้อย่างละกี่คน

<u>วิธีทำ</u>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ .....

เฉลย ใบงานที่ 1.7

เรื่อง การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

<u>คำชี้แจง</u> : กำหนดให้ x, y เป็นจำนวนจริงใด ๆ ให้นักเรียนหาคำตอบของระบบสมการ โดยการแทนค่า

1. ถ้าครึ่งหนึ่งของผลบวกของจำนวนสองจำนวนเป็น 43 และสามเท่าของจำนวนน้อย มากกว่าสองเท่าของจำนวนมากอยู่ 23 จงหาจำนวนสองจำนวนนั้น

<u>วิธีทำ</u> ให้ x แทนจำนวนมาก

y แทนจำนวนน้อย

จากโจทย์ ครึ่งหนึ่งของผลบวกของจำนวนสองจำนวนนี้เป็น 43

จะได้สมการเป็น $\frac{1}{2}(x + y) = 43$ ...(1)

จากโจทย์ สามเท่าของจำนวนน้อย มากกว่าสองเท่าของจำนวนมากอยู่ 23

จะได้สมการเป็น $3y - 2x = 23$ ...(2)

(1) x 2 ; $x + y = 86$ ...(3)

(3) x 2 ; $2x + 2y = 172$ ...(4)

(2) + (4) ; $(3y-2x)+(2x+2y) = 23+172$

$3y - 2x + 2x + 2y = 195$

$5y = 195$

$y = 39$

แทน y ด้วย 39 ในสมการ 3 จะได้

$x + 39 = 86$

$x = 47$

<u>ตอบ</u> ดังนั้น จำนวนสองจำนวนนั้น คือ 47 และ 39

2. อัตราค่าเข้าชมการแข่งขันฟุตบอลนัดพิเศษนัดหนึ่งเป็นดังนี้ ผู้ใหญ่คนละ 200 บาท เด็กคนละ 100 บาท ปรากฏว่ามีผู้เข้าชมทั้งหมด 10,000 คน และขายบัตรเข้าชมได้เงิน 1,739,200 บาท อยากทราบว่ามีผู้ใหญ่และเด็กเข้าชมการแข่งขันฟุตบอลครั้งนี้อย่างละกี่คน

วิธีทำ ให้ x แทนจำนวนผู้ใหญ่ที่เข้าชมฟุตบอล

y แทนจำนวนเด็กที่เข้าชมฟุตบอล

มีผู้เข้าชมทั้งหมด 10,000 คน

จะได้สมการเป็น $x + y = 10,000$ ...(1)

ผู้ใหญ่จ่ายค่าเข้าชมคนละ 200 บาท คิดเป็นเงิน $200x$ บาท

เด็กจ่ายค่าเข้าชมคนละ 100 บาท คิดเป็นเงิน $100y$ บาท

เนื่องจาก ขายบัตรเข้าชมได้เงิน 1,739,200 บาท

จะได้สมการเป็น $200x + 100y = 1,739,200$ ...(2)

(2) $\div$ 100 ; $2x + y = 17,392$ ...(3)

(3) – (1) ; $(2x + y) - (x + y) = 17,392-10,000$

$2x + y - x - y = 7,392$

$x = 7,392$

แทน x ด้วย 7,392 ในสมการ 0 จะได้

$7,392 + y = 10,000$

ตอบ ดังนั้น มีผู้เข้าชมเป็นผู้ใหญ่ 7,392 คน และเป็นเด็ก 2,608 คน

วิธีการวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	การประเมิน		
	วิธีการวัด	**เครื่องมือ**	**เกณฑ์การผ่าน**
ด้านความรู้ (K) 1. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวิธีการกำจัดตัวแปรได้	สังเกตการตอบคำถาม	**เครื่องมือที่ 1** แบบบันทึกการสังเกตการตอบคำถาม	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการ (P) 1. นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยวิธีการกำจัดตัวแปรได้	การตรวจใบงาน 1.7 เรื่อง การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ	**เครื่องมือที่ 2** ใบงาน 1.7 เรื่อง การนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 1. นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	การสังเกตพฤติกรรม	**เครื่องมือที่ 3** แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
PHRANAKHON SI AYUTTHAYA RAJABHAT UNIVERSITY
ในพระบรมราชูปถัมภ์

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้
เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

1. ผลการจัดการเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ (K)

.....

.....

.....

.....

1.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P)

.....

.....

.....

.....

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/ อุปสรรค

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวอดิศา แซ่ลี่)

MAHAVAJIRALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY ในพระบรมราชูปถัมภ์

เครื่องมือที่ 1
แบบบันทึกการสังเกตการณ์ตอบคำถาม (K)
ชั้น.....จำนวน.....คน
วันที่.....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	คะแนน					ผลการประเมิน	
		1	2	3	4	รวม	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

เกณฑ์การให้คะแนนแบบบันทึกการสังเกตการตอบคำถาม

รายการพิจารณา	ระดับ	คุณภาพ
ตอบคำถามสม่ำเสมอ ถูกต้องตรงประเด็น ครบถ้วน	4	ดีมาก
ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอ แต่ถูกต้องตรงประเด็น	3	ดี
ตอบคำถามสม่ำเสมอ แต่ไม่ถูกต้องตรงประเด็น	2	ปานกลาง
ตอบคำถามไม่สม่ำเสมอ ไม่ถูกต้องตรงประเด็น	1	ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวอดิศา แซ่ลี่)

เครื่องมือที่ 2
แบบบันทึกคะแนนจากการตรวจ
ใบงานที่ 1.1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
ชั้น.....จำนวน.....คน
วันที่.....

กลุ่ม	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน				รวม	ผลการประเมิน	
		ความเข้าใจปัญหา	การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	การใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา	การตรวจสอบคำตอบ		ผ่าน	ไม่ผ่าน
		3	3	3	3	(12)		
1								
2								
3								

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินจากการตรวจความถูกต้องของคำตอบในแบบบันทึกกิจกรรม

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบคำตอบ	3 (ดี)	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนหรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11 - 12	ดีมาก
8 - 10	ดี
5 - 7	ปานกลาง
1 - 4	ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวอดิศา แซ่ลี่)

เครื่องมือที่ 3
แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
ชั้น.....จำนวน.....คน
วันที่.....

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน			รวม (9)	ผลการประเมิน	
		มีวินัย (3)	ใฝ่เรียนรู้ (3)	มุ่งมั่นในการทำงาน (3)		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. มีวินัย	ไม่พูดคุยในระหว่างที่ครูสอน ตรงต่อเวลา รับผิดชอบหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย	พูดคุยในระหว่างที่ครูสอน ตรงต่อเวลา รับผิดชอบหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย	พูดคุยในระหว่างที่ครูสอน ไม่ตรงต่อเวลา รับผิดชอบหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย
2. ใฝ่เรียนรู้	มีความเพียรพยายามในการในทำกิจกรรม มีความตั้งใจในการสืบค้นความรู้ ปรึกษาและสอบถามครูสม่ำเสมอ	ไม่มีความเพียรพยายามในการในทำกิจกรรม มีความตั้งใจในการสืบค้นความรู้ ปรึกษาและสอบถามครู สม่ำเสมอ	ไม่มีความเพียรพยายามในการในทำกิจกรรม ไม่มีความตั้งใจในการสืบค้นความรู้ ปรึกษาและสอบถามครู สม่ำเสมอ
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	มุ่งมั่นในการทำงาน มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	มุ่งมั่นในการทำงาน ไม่มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	มุ่งมั่นในการทำงาน ไม่มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
8 - 9	ดีมาก
6 - 7	ดี
4 - 5	ปานกลาง
1 - 3	ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวอดิศา แซ่ลี่)



ภาคผนวก ซ

ภาพการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค คิด-พูด-เขียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจกระตุ้นการคิด และพูด



ภาพที่ 2 ครูกล่าวทักทายนักเรียน และกระตุ้นความสนใจของนักเรียน จากนั้นครูกระตุ้นการคิดของนักเรียนโดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร



ภาพที่ 3 ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมาสรุปความรู้ที่หน้าชั้นเรียน โดยครูตรวจสอบความถูกต้อง และอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นคว้า กระตุ้นการคิด พูด และเขียน



ภาพที่ 4 ครูกำหนดสถานการณ์และตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิด แล้วให้นักเรียนพูดคุยเพื่อช่วยกันหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 อธิบาย ลงข้อสรุป กระตุ้นการคิด พูด และเขียน



ภาพที่ 5 ครูอธิบายเกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร



ภาพที่ 6 ครูอธิบาย “คณิตน่ารู้” ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 5 พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ



ภาพที่ 7 ครูอธิบายตัวอย่างที่ 1 ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 7-8 อย่างละเอียดบนกระดาน พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ จากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิดนักเรียน และนักเรียนสรุปความรู้ลงในสมุด

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ กระตุ้นการคิด พูด และเขียน



ภาพที่ 8 ครูให้นักเรียนจับคู่กันทำ “ลองทำดู” ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 2 หน้า 8 ลงในสมุด



ภาพที่ 9 ครูให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน (คละความสามารถทางคณิตศาสตร์) จากนั้นครูติดแถบโจทย์ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรบนกระดาน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งกันหาคำตอบของระบบสมการ โดยการหาจุดตัดของกราฟ กลุ่มใดหาคำตอบของระบบสมการถูกต้องเป็นกลุ่มแรกได้รับคะแนนสะสม 1 คะแนน

ขั้นที่ 5 ประเมินผล กระตุ้นการคิด และเขียน



ภาพที่ 10 แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งกันหาคำตอบของระบบสมการกลุ่มใดหาคำตอบของระบบสมการถูกต้องเป็นกลุ่มแรก ได้รับคะแนนสะสม 1 คะแนน 5-6 -ข้อ จากนั้นสรุปคะแนน กลุ่มที่ได้คะแนนสะสมมากที่สุดเป็นผู้ชนะ



ภาพที่ 11 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาว อดิศา แซ่ลี่

วัน เดือน ปี เกิด 14 กรกฎาคม 2536

สถานที่เกิด เชียงราย

วุฒิการศึกษา

พ.ศ. 2560 1) การศึกษาบัณฑิต (การศึกษา) เกียรตินิยมอันดับ 2 มหาวิทยาลัยพะเยา
2) วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยพะเยา

ที่อยู่ปัจจุบัน 116 หมู่ 7 ตำบลเหล่ายาว อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2560 เข้ารับราชการครู ตำแหน่งครูผู้ช่วย โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน

พ.ศ. 2567 ดำรงตำแหน่ง ครูชำนาญการ โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน

ทุนการศึกษาที่ได้รับ

พ.ศ. 2566 ได้รับทุนการศึกษาหลักสูตรระดับปริญญาโททางการสอนในประเทศตามโครงการผลิตครูเพื่อพัฒนาท้องถิ่น

รางวัลที่ได้รับ

พ.ศ. 2566 1) ได้รับรางวัล "ครูดีมีศีลธรรม" ประเภท "ครูผู้สอน" สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน
2) ได้รับรางวัลคุรุชนคนคุณธรรม ประเภทครูและบุคลากรทางการศึกษา ระดับดีเยี่ยม ตามโครงการโรงเรียนคุณธรรม สพฐ. ระดับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน
3) ครูผู้สอนนักเรียน ได้รับรางวัลเหรียญทอง ชนะเลิศ กิจกรรม การประกวดโครงงานคณิตศาสตร์ ประเภทบูรณาการความรู้ในคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ระดับขั้น ม.1-ม.3

พ.ศ. 2567 1) ได้รับรางวัล "คุรุชนคนคุณธรรม" ประเภท ครู โครงการโรงเรียนคุณธรรม สพฐ. ระดับเขตตรวจราชการที่ 15 ประจำปีการศึกษา 2567
2) ชนะเลิศเหรียญทอง ครูผู้สอนยอดเยี่ยม ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กิจกรรมนักเรียน ด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อการเรียบการสอน ครั้งที่ 12 ประจำปีการศึกษา 2565-2566