

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์



นางสาวกิตติยา เกศเทศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พ.ศ. 2562

**The Effects of Learning Activities Management Using the Open Approach
on Mathematics Problem Solving Ability in the Topic of Surface Area and
Volume of Mathayom Suksa III Students of Prachuap Wittayalai School
in Prachuap Khiri Khan Province**

Miss Kittiya Kethhet



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2019

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

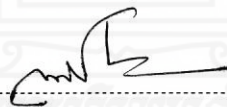
ชื่อและนามสกุล นางสาวกิตติยา เกศเทศ
แขนงวิชา หลักสูตรและการสอน
สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก้องโลก

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2563

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ



..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก้องโลก)



..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพรัตน์ โพธิ์ชัย)



.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ชื่อการศึกษา คำนวณไอสระ ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ผู้ศึกษา นางสาวกิตติยา เกศเทศ รหัสนักศึกษา 2602101368

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก่องโลก ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 94 คน ใน 2 ห้องเรียน ๆ ละ 47 คนของโรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และ (3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ วิธีการแบบเปิด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มัธยมศึกษา

Independent study title: The Effects of Learning Activities Management Using the Open Approach on Mathematics Problem Solving Ability in the Topic of Surface Area and Volume of Mathayom Suksa III Students of Prachuap Wittayalai School in Prachuap Khiri Khan Province

Author: Miss Kittiya Ketthet; **ID:** 2602101368;

Degree: Master of Education (Curriculum and Instruction);

Independent study advisor: Dr. Surirat Areeraksakul Konglok, Assistant Professor;

Academic year: 2019

Abstract

The objective of this research was to compare mathematics problem solving ability in the topic of Surface Area and Volume of Mathayom Suksa III students in the group receiving learning activities management using the open approach with the counterpart ability of students in the group receiving normal learning activities management.

The research sample consisted of 94 Mathayom Suksa III students in two intact classrooms, each of which consisting of 47 students, of Prachuap Wittayalai School in Prachuap Khiri Khan province during the first semester of the 2019 academic year, obtained by cluster random sampling. The employed research instruments comprised (1) learning management plans in the topic of Surface Area and Volume for the learning activities management using the open approach; (2) learning management plans in the topic of Surface Area and Volume for the normal learning activities management; and (3) a scale to assess mathematics problem solving ability in the topic of Surface Area and Volume. Statistics employed for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

Research findings showed that mathematics problem solving ability in the topic of Surface Area and Volume of Mathayom Suksa III students in the group receiving learning activities management using the open approach was significantly higher than the counterpart ability of the students in the group receiving normal learning activities management at the .05 level of statistical significance.

Keywords: Open approach, Mathematics problem solving ability, Mathayom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจากท่าน ผศ.ดร.สุรรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก้องโลก และ ผศ.ดร.นพรัตน์ โปธิ์ชัย ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาในด้านความรู้ แนวความคิด ตลอดจนได้รับการอนุเคราะห์ตรวจสอบข้อบกพร่องในด้านต่างๆ แนะนำวิธีการ แก้ไขปัญหา เพื่อความถูกต้องสมบูรณ์ของงานวิจัย ด้วยความเอาใจใส่ ความเมตตาอย่างดียิ่ง ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณนางสาวไอริน ถาวรนนท์ นางสาวสุชามนตร์ จินดาไทย และนางสาวสินี ต้นประเสริฐ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณนายบุญชัย อังสวัสดิ์ ผู้อำนวยการ โรงเรียนประจวบวิทยาลัย และขอขอบคุณคณะครูโรงเรียนประจวบวิทยาลัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลอง เพื่อให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะ และเป็นกำลังใจในการทำวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จเป็นอย่างดี

ประโยชน์และคุณค่าของงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ชี้นำแนะแนวทางการศึกษาผู้วิจัยเสมอมา

กิตติยา เกศเทศ

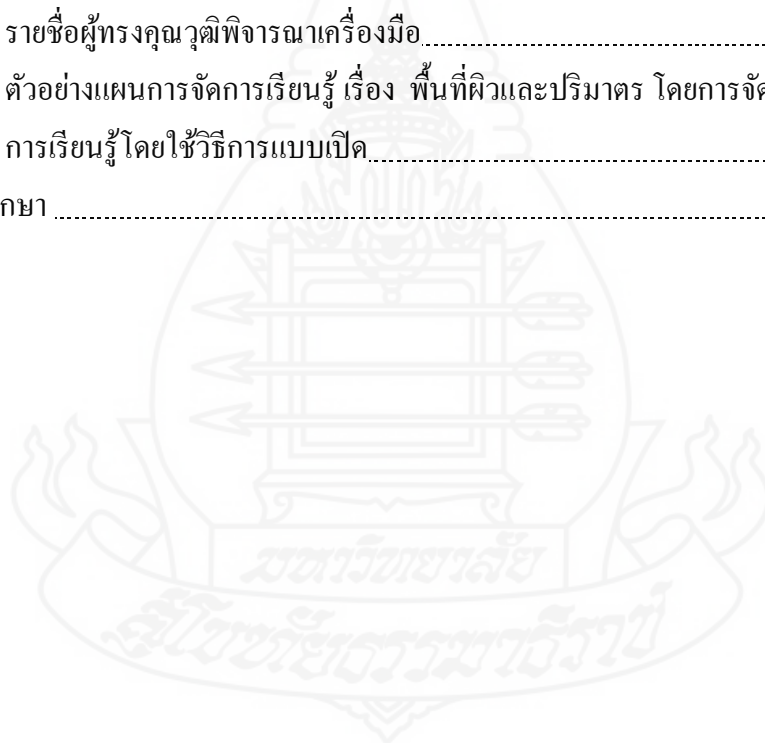
กุมภาพันธ์ 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
สมมติฐานการวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
ระเบียบวิธีวิจัย	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	9
แนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด	9
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	16
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	33
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	33
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	33
การเก็บรวบรวมข้อมูล	44
การวิเคราะห์ข้อมูล	45
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	46
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระหว่างกลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดและกลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ตอนที่ 2 พัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด	48
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	56
สรุปการวิจัย	56
อภิปรายผล	57
ข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก	69
ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือ	70
ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด	72
ประวัติผู้ศึกษา	103



สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบแยกส่วนของ Charless; Lester; & O’Daffer	24
ตารางที่ 2.2	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบแยกส่วนของ สสวท.	25
ตารางที่ 2.3	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน ของ สิริพร ทิพย์คง	26
ตารางที่ 2.4	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	27
ตารางที่ 3.1	การวิเคราะห์เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	34
ตารางที่ 3.2	ขั้นตอนการสอนและการจัดกิจกรรม โดยวิธีการแบบเปิด	35
ตารางที่ 4.1	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มที่มีวิธีการสอนต่างกันสองแบบ (วิธีการแบบเปิด และแบบปกติ)	47



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 ระเบียบวิธีวิจัย	7
ภาพที่ 2.1 รูปแบบและขั้นตอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด	12
ภาพที่ 4.1 แผนภูมิรูปร่างกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา	48
ภาพที่ 4.2 แผนภูมิรูปร่างกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา	48
ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหาของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ	49
ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหาของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด	49
ภาพที่ 4.5 แผนภูมิรูปร่างกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา	50
ภาพที่ 4.6 แผนภูมิรูปร่างกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา	50
ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ	51
ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด	51
ภาพที่ 4.9 แผนภูมิรูปร่างกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ในขั้นการดำเนินการตามแผน	52
ภาพที่ 4.10 แผนภูมิรูปร่างกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในขั้นการดำเนินการตามแผน	52
ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการดำเนินการตามแผนของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ	53

สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการ ดำเนินการตามแผนของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการ แบบเปิด	53
ภาพที่ 4.13 แผนภูมิรูปร่างกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบปกติ ในขั้นการตรวจสอบย้อนกลับ	54
ภาพที่ 4.14 แผนภูมิรูปร่างกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในขั้นการตรวจสอบย้อนกลับ	54
ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการตรวจสอบย้อนกลับของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบปกติ	55
ภาพที่ 4.16 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการตรวจสอบย้อนกลับของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด	55



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การแก้ปัญหาเป็นความสามารถหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน การเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำคิดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, น.6) การแก้ปัญหายังถือว่าเป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะนักเรียนต้องใช้ความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎหรือสูตรต่างๆ นำไปใช้แก้ปัญหา โดยเฉพาะทักษะในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อชีวิตและสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ (สิริพร ทิพย์คง, 2550, น.13)

การคิดแก้ปัญหา ถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดของการคิดทั้งหมด (Eberle and Slanish, 1996 อ้างถึงใน สุวิทย์ มูลคำ, 2547, น.15) ทั้งนี้ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ คือ การคิดถึงปัญหาตามสภาพการณ์ในบริบทให้เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งล้วนสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยประสบปัญหาในด้านการนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ทั้งนี้ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่จะนำไปสู่แนวคิดใหม่ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี (Lester & Bell, 1982, p.5 อ้างถึงใน กรมวิชาการ, 2540) ซึ่งการให้นักเรียนทำงานด้วยการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยประยุกต์ใช้หลักทฤษฎีนำมาสู่การปฏิบัติยังเป็นการเพิ่มพูนความเข้าใจและการจดจำได้ดียิ่งขึ้น เป็นการนำมาสู่การคิดและรู้จักคิดในระดับสูงขึ้นอีกด้วย (กิดานันท์ มลิทอง, 2548, น.154 - 155)

สุธิดา สุขสิงห์ (2549, น. 33 – 34) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา และสามารถระบุได้ว่าอะไรคือข้อมูล อะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรมาให้บ้าง และเงื่อนไขนั้นเพียงพอที่จะแก้ปัญหาได้หรือไม่ สามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ หากเกิดความกำกวมหรือขัดแย้งในการ

ทำความเข้าใจ ควรใช้การวาดรูปและแยกแยะสถานการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วน ๆ แล้วเขียนเป็นโครงสร้างสถานการณ์หรือเงื่อนไขนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจปัญหามากขึ้น ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาวัยวิธีใด จะแก้ได้อย่างไรและปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ การวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ละกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยการค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ต้องการทราบ ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่ ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบเป็นการตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ การตรวจผลลัพธ์ที่ได้นั้นอาจใช้วิธีการแก้ปัญหาอย่างอื่นที่แตกต่างจากเดิม เพื่อตรวจสอบว่าผลลัพธ์ที่ได้ครั้งแรกตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าวๆ ในการตรวจสอบก็ได้ อย่างไรก็ตาม ครูต้องปรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและนักเรียน จัดสภาพแวดล้อมสร้างบรรยากาศและอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง การฝึกปฏิบัติ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ การประยุกต์เนื้อหากับสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยกระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี (ทิกนา แชมมณี, 2551, น.38)

หลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศไทยได้มีการนำทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาเป็นทักษะที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ แสดงว่าประเทศไทยเล็งเห็นความสำคัญและความจำเป็นของทักษะนี้ในการใช้จัดการเรียนรู้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 153) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ว่า ครูควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือหรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมมือเป็นทีมหรือกลุ่ม ได้ลงมือแก้ปัญหาและปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ จนบรรลุจุดประสงค์ที่คาดได้ ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้สื่อสารยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตน ได้อภิปรายถึงยุทธวิธีการแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกัน ตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ทั้งนี้ การจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนเพื่อให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ จะทำให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์เหตุการณ์เพื่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเองหรือร่วมกับผู้อื่น ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจอย่างชัดเจน และเกิดทักษะในการแก้ปัญหาที่

จะมีขึ้นในชีวิตจริงในภายภาคหน้าได้ (กุลศิริ โจมพรม, 2551, น.36) โดยปัจจัยสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น คือ วิธีการจัดการเรียนรู้ ครูจำเป็นต้องศึกษาและพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและนักเรียน แต่เนื่องจากไม่มีวิธีสอนใดที่ดีที่สุดในการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ นอกจากการให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ดังนั้น นักเรียนควรได้เรียนรู้ ได้คิด อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดที่หลากหลายจนเกิดเป็นกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547, น.30 - 32) ทั้งนี้ ในการจัดการสอนคณิตศาสตร์ให้นักเรียนนั้น มีเป้าหมายที่สำคัญ 2 ประการ คือ ให้นักเรียนรู้จักวิธีคิด และมีทักษะการแก้ปัญหาเกี่ยวกับทักษะในชีวิตประจำวันได้ (สมจิตร์ กำแหงนิคมผล, 2546, 82) ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการแบบเปิด เนื่องจากเป็นวิธีการสอนแบบหนึ่งที่น่าให้นักเรียนเป็นสำคัญ เน้นให้นักเรียนได้คิดค้นความรู้และลงมือปฏิบัติหรือกระทำจริงทุกขั้นตอน จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Nohda, 1986, p.21 อ้างถึงใน ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล, 2557, น.9) โดยวิธีการแบบเปิดมี 4 ช่วง คือ 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาในขณะที่ครูบันทึกแนวคิดของนักเรียนเพื่อใช้ในการอภิปราย 3) การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ และ 4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2561, น.121)

จากการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับ พื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ใกล้ตัวกับนักเรียนและนำไปใช้ในสถานการณ์จริงได้ แต่นักเรียนยังไม่สามารถเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ในเนื้อหานี้ได้ดีพอ และลักษณะของสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความสับสนและไม่สามารถหาแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่ต้องการได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่มีแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์และขาดความกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้สำเร็จอันส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทั้งนี้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ครูส่วนใหญ่จะจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ไม่ได้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และครูจะเป็นผู้ถ่ายทอดให้นักเรียนเน้นการจดจำมากกว่าการเข้าใจ บรรยากาศในชั้นเรียนไม่เอื้อต่อการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนถูกปิดกั้นความคิด ก่อให้เกิดความไม่มั่นใจในการแก้ปัญหาและไม่สามารถแก้ปัญหาได้ในที่สุด จากเหตุผลข้างต้นนี้ ทำให้เชื่อได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด น่าจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจนำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยสร้างสถานการณ์ใกล้ตัวที่สามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง มากำหนดโจทย์ปัญหา เพื่อใช้ในการศึกษาผล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพื่อเป็นแนวทางและเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระหว่างกลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และกลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. สมมติฐานการวิจัย

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 ประชากรในการวิจัย

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการที่จัดทำโดยกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
2. ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ปัญหาปลายเปิด หมายถึง สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ครูนำเสนอให้นักเรียนได้เผชิญปัญหาในการแสดงคำตอบหรือวิธีการอย่างหลากหลาย โดยที่ครูไม่ได้แนะวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ซึ่งลักษณะปลายเปิดมี 3 ชนิด คือ

5.1.1 กระบวนการเปิด ปัญหาชนิดนี้มีแนวทางในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นปัญหาค้นกำเนิดให้ได้้อย่างหลากหลาย

5.1.2 ผลลัพธ์เปิด ปัญหาปลายเปิดชนิดนี้มีคำตอบที่ถูกต้องหลากหลาย

5.1.3 แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด นักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่หลังจากที่นักเรียนได้แก้ปัญหาไปแล้ว ด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือองค์ประกอบของปัญหาเดิม

5.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ตามความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาปลายเปิดที่ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียน และมีการนำเสนอและอภิปรายแนวคิดในการแก้ปัญหาในชั้นเรียนเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและต่อยอดแนวคิดในการแก้ปัญหของนักเรียน ได้แก่

5.2.1 ชั้นทบทวนบทเรียน ในชั้นนี้ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาในประเด็นหลัก โดยครูใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม โดยการทบทวนนี้จะนำมาสู่บทเรียนที่จะใช้ในคาบสอน

5.2.2 ชั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ในชั้นนี้ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด จากนั้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยครูใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา ถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการ และเงื่อนไขของโจทย์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาในขั้นต่อไป

5.2.3 ชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ในชั้นนี้หลังจากที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดแล้ว ให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ ประสบการณ์ และการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนมีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนแนวคิดการแก้ปัญหของตนเองภายในกลุ่ม เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม แล้วลงมือแก้ปัญหาร่วมกัน พร้อมบันทึกวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมของกลุ่ม

5.2.4 ชั้นอภิปรายทั้งชั้นและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน ในชั้นนี้หลังจากที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ครูจึงให้นักเรียนนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่ม โดยพิจารณา

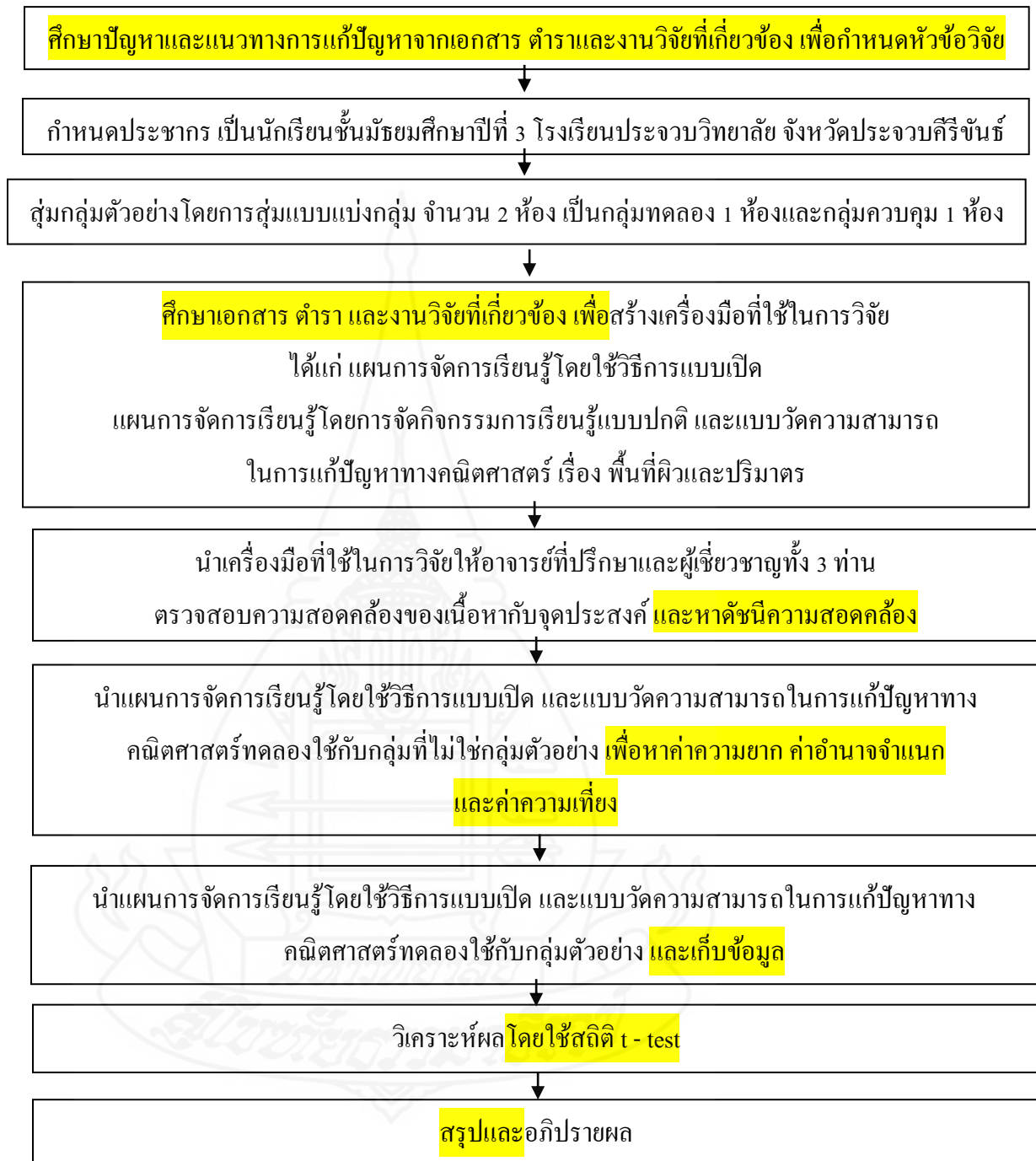
ลำดับการนำเสนอตามความเหมาะสมของแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ที่จะสามารถเชื่อมโยงไปสู่การสรุปชั้นเรียนได้ โดยให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหากลุ่มตนเอง จากนั้น เปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นๆซักถามและอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกันภายในชั้นเรียน

5.2.5 ขั้นสรุปและสร้างปัญหาใหม่ ในขั้นนี้นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบและสรุปแนวคิดการแก้ปัญหากลุ่มที่ได้นำเสนอไป เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่การสรุป นิยาม กฎ สูตร ทางคณิตศาสตร์ ในคาบเรียนนั้น จากนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างปัญหาใหม่จากปัญหาเดิม โดยอาจเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเงื่อนไขให้กับปัญหาเดิม พร้อมทั้งร่วมกันแก้ปัญหานั้นที่ตกลงในใบกิจกรรม

5.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

5.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการ / ขั้นตอนแก้ปัญหา และยุทธวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์เดิมและทักษะพื้นฐานต่าง ๆ ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้ โดยพิจารณาจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร แบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหามีประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของโพลยา ได้แก่ 1) ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา 3) ขั้นการดำเนินการตามแผน 4) ขั้นการตรวจสอบย้อนกลับ

6. ระเบียบวิธีวิจัย



ภาพที่ 1.1 ระเบียบวิธีวิจัย

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ นำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในเนื้อหาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาเรื่องอื่น ๆ

7.2 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ นำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจำวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผู้วิจัยได้เสนอวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
 - 1.1 ความหมายของวิธีการแบบเปิด
 - 1.2 ขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิด
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.5 การประเมินผลการแก้ปัญหา
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

1. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

1.1 ความหมายของวิธีการแบบเปิด

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, น.30) ได้กล่าวเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิดไว้ว่า โนตะ ได้พัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ของญี่ปุ่นที่เรียกว่าวิธีการแบบเปิด ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาการสอนคณิตศาสตร์ของครูญี่ปุ่น และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเน้นกระบวนการแก้ปัญหาเป็นสื่อในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจและทักษะการคิดของนักเรียน เป้าหมายของการสอนของวิธีการเปิดคือ มุ่งให้นักเรียนทุกคนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยพลังและความสามารถของแต่ละบุคคล โดยมุ่งให้นักเรียนสามารถพัฒนาหรือสร้างและพัฒนาผลงานทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการเรียนของตนเองอย่างมีคุณภาพ ครูที่ใช้รูปแบบการสอนดังกล่าว

นี้จำเป็นต้องพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อเป็นแนวทางให้ครูได้กระตุ้นและสนับสนุนและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้เข้าพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

วิธีการแบบเปิดยึดหลัก 3 ประการดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนการสอนต้องตอบสนองต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระของนักเรียน
2. เป็นไปตามหรือสอดคล้องธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้ที่เป็นระบบและเป็นเชิงหลักการและทฤษฎี
3. ขึ้นอยู่กับความสะดวกหรือเป็นอำนาจในการตัดสินใจของครู

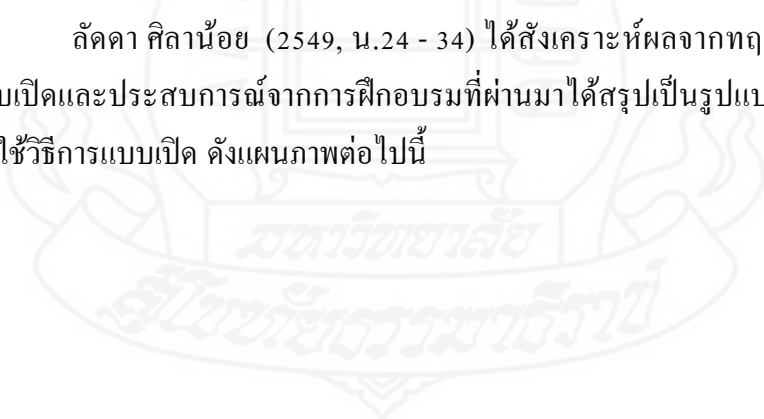
รูปแบบการสอนที่เน้นการใช้วิธีการแบบเปิด มุ่งเตรียมนักเรียนด้วยสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะปัญหาแบบเปิดที่มีความเป็นไปได้อย่างหลากหลายที่จะสนองความต้องการความสนใจหรือความสามารถในการพัฒนาวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันของแต่ละคน และขณะเดียวกันเป็นปัญหาที่สนับสนุนและกระตุ้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และสืบเสาะหาแนวทางการแก้ปัญหา และสามารถสร้างปัญหาใหม่จากปัญหาดังกล่าว ด้วยประสบการณ์ในการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนถูกคาดหวังให้เรียนรู้ไม่เพียงแต่ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ แต่ที่สำคัญคือ ได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อันได้แก่วิธีการคิดทางคณิตศาสตร์ ความเชื่อ และความตระหนักในการคิดเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของตนเอง

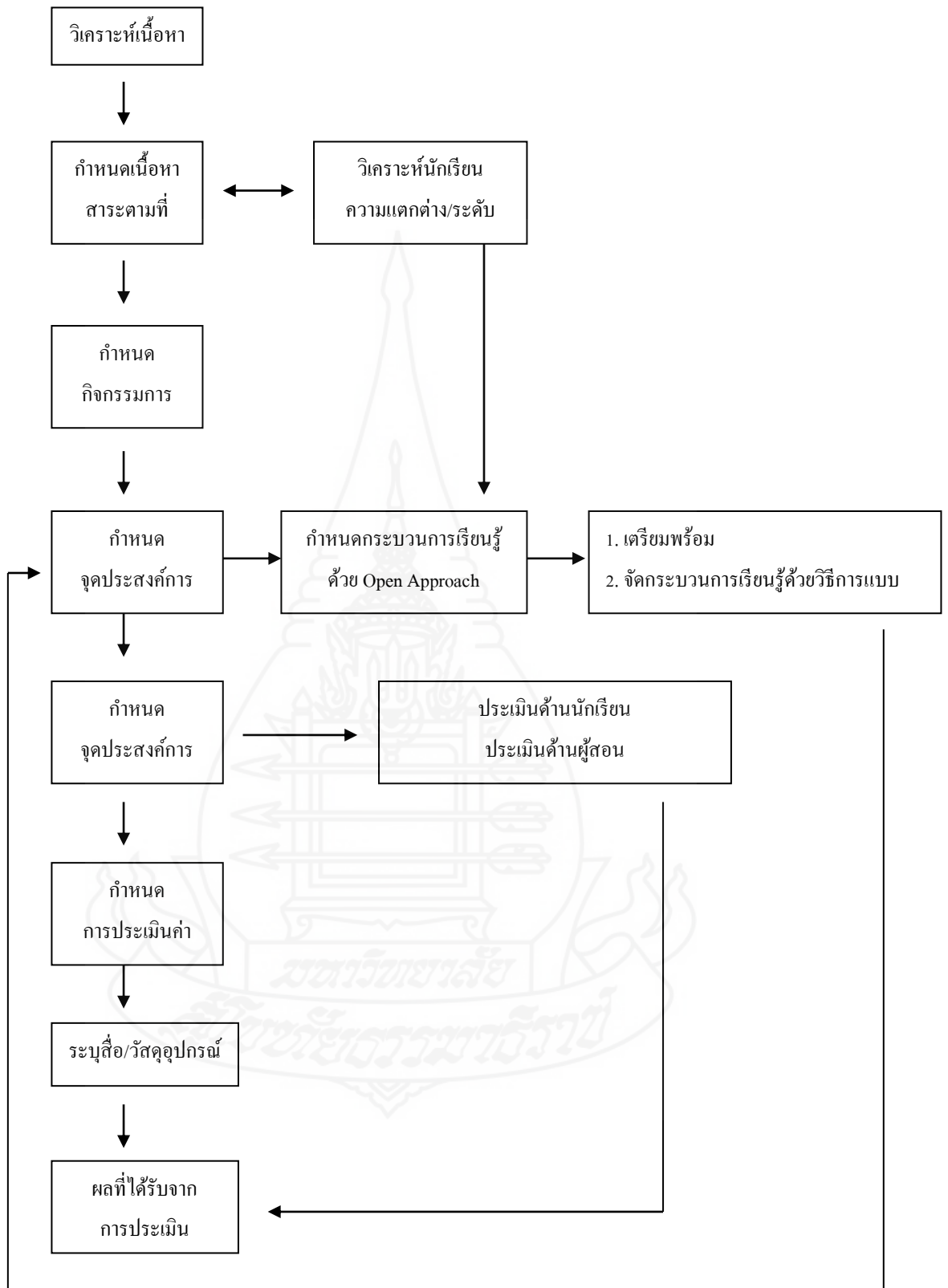
เที่ยง อินทร์ปัญญา (2554, น.91) ได้กล่าวเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิดไว้ว่า เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยปัญหาที่ใช้เป็นปัญหาปลายเปิด วิธีการแบบเปิดมีขั้นตอนในการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการนำเสนอปัญหาปลายเปิด ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน ขั้นตอนการอภิปรายทั้งชั้นเรียน และ ขั้นตอนการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยง ซึ่งการทำวิจัยในครั้งนี้พบการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างครูกับนักเรียน 4 รูปแบบ ได้แก่ ห่วงโซ่การสื่อสารแบบประสาน แบบเท่าเทียมกัน แบบผู้รับเหนือกว่า และแบบเหนือความคาดหมาย ซึ่งห่วงโซ่การสื่อสารแบบประสานเป็นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างครูกับนักเรียน ในฐานะที่ครูมีความตั้งใจจะให้นักเรียนเกิดความเข้าใจความหมายทางคณิตศาสตร์ของสารร่วมกัน ห่วงโซ่การสื่อสารแบบเท่าเทียมกันเป็นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ครูส่งสารที่สั้นที่สุดมายังนักเรียน ทำให้เกิดความคุ้มค่าในการสื่อสาร และครูกับนักเรียนมีความเข้าใจความหมายทางคณิตศาสตร์ของสารตรงกัน ห่วงโซ่การสื่อสารแบบผู้รับเหนือกว่า เป็นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ครู ส่งสารมายังนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถระลึกถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสารนั้น และแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนระลึกถึงนั้นเป็นแนวคิดที่

ครูไม่ได้ตั้งใจให้นักเรียนระลึกถึงโดยที่ครูและนักเรียนมีการรับรู้ความหมายทางคณิตศาสตร์ของสารตรงกัน และห่วงโซ่การสื่อสารแบบเหนื่อความคาดหมายเป็นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างครูกับนักเรียน โดยที่ครูกับนักเรียนได้พูดคุย อภิปรายและแลกเปลี่ยนแนวคิดกันทำให้เกิดแนวคิดทางคณิตศาสตร์ใหม่ เป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไม่รู้มาก่อนและไม่มีมาก่อน เป็นแนวคิดที่ครูไม่ได้ตั้งใจให้เกิดขึ้น และนักเรียนไม่ได้สร้างขึ้นด้วยตัวคนเดียว ดังนั้น จึงยืนยันได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ มีวิธีการคิดที่หลากหลาย มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และสามารถพัฒนาปัญหาไปเป็นปัญหาใหม่ได้ โดยการเริ่มต้นจากการสื่อสารที่ตีระหว่างครูกับนักเรียน

วิจารณ์ พานิช (2557) ได้กล่าวว่า วิธีการแบบเปิด คือการจัดการเรียนรู้ที่ครูใช้ ใจหทัยสถานการณ์ ปัญหาปลายเปิดในการขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยที่นักเรียนแต่ละคนเป็นผู้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตน เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อเรียนรู้วิธีการคิดและวิธีการทำความเข้าใจทั้งของตนเองและของผู้อื่นร่วมกัน กระบวนการเรียนรู้แบบวิธีการแบบเปิด นั้นเป็นแนวคิดใหม่สำหรับประเทศไทยที่แตกต่างจากเดิม เพราะบทบาทของครูเปลี่ยนไปจากที่เน้นการบรรยายเนื้อหา การทำแบบฝึกหัดให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างและการสรุปเนื้อหาที่เรียนในช่วงท้ายบทเรียน ไปสู่การเปิดชั้นเรียนที่ก่อแรงบันดาลใจ การใช้ใจหทัยสถานการณ์ปัญหา การส่งเสริมให้นักเรียนให้ลองผิทดลองดูจนสามารถสร้างความรู้ขึ้นได้ด้วยตนเอง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การถอด บทเรียนที่นำไปสู่การประมวล สังเคราะห์ สรุป ความรู้ใหม่ร่วมกัน

ลัดดา ศิลาน้อย (2549, น.24 - 34) ได้สังเคราะห์ผลจากทฤษฎีการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดและประสบการณ์จากการฝึกอบรมที่ผ่านมาได้สรุปเป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ดังแผนภาพต่อไปนี้





ภาพที่ 2.1 รูปแบบและขั้นตอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
(ลัดดา ศิลาน้อย, 2549, น.24 - 34)

จากการศึกษาความหมายของวิธีการแบบเปิด สรุปได้ว่า วิธีการแบบเปิด หมายถึง วิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่น่าให้นักเรียนทำกิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิดที่ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ได้รับความรู้อย่างเป็นระบบ

1.2 ขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิด

Nohda (2000, p.41 – 42 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547, น.33 - 35) ได้ระบุขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิด ดังนี้

1. กำหนดปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียนได้เผชิญ โดยที่ครูไม่ได้แนะวิธีการแก้ปัญหาก็กับนักเรียน ซึ่งลักษณะของปัญหาจะอยู่ในรูปสถานการณ์
2. แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละคนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหของตนเองที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความสามารถของแต่ละบุคคล
3. ขยายปัญหา เป็นขั้นตอนการขยายสู่ขั้นตอนใหม่ โดยอาศัยฐานจากปัญหาเดิม และพิจารณาจากขั้นตอนการแก้ปัญหา

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554, น.102) ได้ระบุขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิด ดังนี้

1. ชี้นำเสนอปัญหาปลายเปิด เป็นขั้นที่ครูเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน ครูจะต้องอธิบายปัญหานั้นให้นักเรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ กฎ และเงื่อนไขของปัญหานั้นๆ เพราะนักเรียนบางคนอาจไม่เข้าใจปัญหาเนื่องจากเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่เคยพบเจอมาก่อน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา อาจใช้สื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น และให้ข้อมูลทั่วไปเพิ่มเติมเพื่อให้เห็นปัญหาที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น รวมถึงยกตัวอย่างแนวทางการคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับปัญหานั้นๆ

2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา ครูไม่ควรกำหนดแนวทางการคิดของนักเรียน เพราะเน้นให้นักเรียนได้คิดหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งรูปแบบการสอนนี้เป็นการรวมกันของสองสิ่ง คือการทำงานของแต่ละบุคคลและการอภิปรายในชั้นเรียน

3. ขั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องอภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองในชั้นเรียน สิ่งที่สำคัญคือ การบันทึกแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนในใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึกเพื่อให้เห็นแนวคิดของนักเรียนที่เป็นลายลักษณ์อักษร และครูก็จะสามารถประเมินนักเรียนได้จากใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึกนั้น ๆ

4. ขึ้นสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เป็นขั้นที่ครูหรือนักเรียนควรเขียนแนวคิดของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มบนกระดานเพื่อให้ทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลายนั้น แล้วครูทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความต่างของแนวคิดนั้นๆ ครูควรส่งเสริมแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในทางบวก พร้อมทั้งแนะนำและปรับเปลี่ยนตามความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่นๆ

วาสุกี ใจจันทร์ (2555, น.8 - 9) ได้ระบุขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิด ดังนี้

1. การนำเสนอปัญหาปลายเปิด โดยครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดพร้อมสื่อให้นักเรียนและนักเรียนทำความเข้าใจปัญหาปลายเปิด

2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการแก้ปัญหาปลายเปิดด้วยวิธีการที่หลากหลายและรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิดของนักเรียน

3. การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ โดยนักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาปลายเปิด และครูพยายามให้ความสำคัญกับแนวคิดของนักเรียนทุกแนวคิด

4. การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยครูพยายามให้นักเรียนหากรณีทั่วไป กฎ สูตร ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นให้นักเรียนบันทึกแนวคิดต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนกระดานดำหรือชั้นเรียนลงในสมุดด้วยภาษาของตนเอง

เที่ยง อินทร์ปัญญา (2554, น.4 - 5) ได้ระบุขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิด ดังนี้

1. ขั้นตอนการนำเสนอปัญหาปลายเปิด หมายถึง ช่วงที่ครูนำเอาสถานการณ์ปัญหาที่เป็นคำสั่ง และใบกิจกรรมนำเสนอในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนได้รับรู้สถานการณ์ปัญหาร่วมกันเพื่อนำไปสู่การทำกิจกรรม

2. ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน หมายถึง ช่วงที่นักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหาที่เป็นตัวคำสั่ง และใบกิจกรรมจากครู หลังจากนั้นนักเรียนจึงทำการแก้ปัญหาที่ได้รับด้วยตนเอง และ/หรือแก้ปัญหาร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม โดยครูและผู้เข้าร่วมการสังเกตไม่มีการแทรกแซงความคิดของนักเรียน แต่ครูสามารถทวนคำสั่งในการทำกิจกรรมและเดินดูนักเรียนทำกิจกรรม

3. ขั้นตอนการอภิปรายทั้งชั้นเรียน หมายถึง ช่วงหลังจากที่นักเรียนทำกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูจึงให้นักเรียนนำเสนอผลงานของตนเอง และ/หรือของแต่ละกลุ่ม ในช่วงนี้ ครูจะให้นักเรียนนำเสนอผลงานที่นักเรียนทำมาให้ครูและเพื่อนทั้งห้องได้รับฟัง หลังจากนั้นครูจะเปิดโอกาสให้เพื่อนคนอื่นได้ซักถามข้อข้องใจ และผู้นำเสนอก็มีการอภิปรายผลงานของตนเอง

4. ขั้นตอนการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยง หมายถึง ช่วงหลังจากที่นักเรียนทุกคน และ / หรือทุกกลุ่มนำเสนอผลงานเสร็จแล้ว ครูจะเป็นคนพูดโดยการสรุปแนวคิดของนักเรียนแต่ละคน และ / หรือแต่ละกลุ่มที่ได้นำเสนอมา ให้นักเรียนทุกคนได้รับทราบทั่วกัน

พัทธยากร บุศสยา (2559, น.8 – 9) ได้ระบุขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิด ดังนี้

1. ขั้นทบทวนบทเรียน ในขั้นนี้ครูและนักเรียนทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาร่วมกัน โดยครูใช้คำถามนำ ให้นักเรียนตอบคำถามพร้อมกัน

2. ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ในขั้นนี้ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด จากนั้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยครูใช้คำถามนำ ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ

3. ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเอง ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนวางแผนแก้ปัญหาอย่างอิสระ นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ หรืออาจมีการศึกษาแนวคิดเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งบันทึกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรม โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาหรือคำตอบของปัญหาที่หลากหลาย

4. ขั้นแก้ปัญหาร่วมกัน ในขั้นนี้ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 – 6 คน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนอธิบายและแลกเปลี่ยนแนวคิดการแก้ปัญหของตนเองภายในกลุ่ม เพื่อหาแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหที่เหมาะสม ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 วิธี หรือมากกว่า 1 กลุ่มแนวคิด แล้วลงมือแก้ปัญหาร่วมกัน พร้อมทั้งบันทึกวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมของแต่ละคน

5. ขั้นนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ครูสุ่มตัวแทนกลุ่มของทุกกลุ่ม ออกมานำเสนอแนวคิดการแก้ปัญหากลุ่มตนเอง พร้อมทั้งเขียนวิธีการแก้ปัญหาย่างละเอียดชัดเจนบนกระดาน จากนั้น เปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่น ๆ ซักถามและอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกันภายในชั้นเรียน

6. ขั้นสรุปและสร้างปัญหาใหม่ ในขั้นนี้นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบและสรุปแนวคิดการแก้ปัญหากลุ่มที่ได้นำเสนอไป ให้นักเรียนพิจารณาแนวคิดการแก้ปัญหที่เหมาะสมสำหรับปัญหานั้นๆ ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 แนวคิดหรือ 1 คำตอบ จากนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างปัญหาใหม่จากปัญหาเดิม โดยอาจเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเงื่อนไขให้กับปัญหาเดิม พร้อมทั้งร่วมกันแก้ปัญหาลงบันทึกในใบกิจกรรม ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่แปลกใหม่เป็นของตนเอง รวมทั้งให้คำแนะนำ เมื่อนักเรียนสร้างปัญหาปลายเปิดที่ไม่เหมาะสม

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งมี 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นทบทวนบทเรียน ในขั้นนี้ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาในประเด็นหลัก โดยครูใช้คำถามนำเพื่อให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม โดยการทบทวนนี้จะนำมาสู่บทเรียนที่จะใช้ในคาบสอน
2. ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ในขั้นนี้ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด จากนั้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยครูใช้คำถามนำเพื่อให้ นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา ถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการ และเงื่อนไขของโจทย์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาในขั้นต่อไป
3. ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ในขั้นนี้หลังจากที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดแล้วให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ ประสบการณ์ และการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้ นักเรียนมีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเองภายในกลุ่ม เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม แล้วลงมือแก้ปัญหาร่วมกัน พร้อมบันทึกวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมของกลุ่ม
4. ขั้นอภิปรายทั้งชั้นและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน ในขั้นนี้หลังจากที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ครูจึงให้นักเรียนนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่ม โดยพิจารณาลำดับการนำเสนอตามความเหมาะสมของแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ที่จะสามารถเชื่อมโยงไปสู่การสรุปชั้นเรียนได้ โดยให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหากลุ่มตนเอง จากนั้น เปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่น ๆซักถามและอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกันภายในชั้นเรียน
5. ขั้นสรุปและสร้างปัญหาใหม่ ในขั้นนี้นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบและสรุปแนวคิดการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มที่ได้นำเสนอไป เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่การสรุป นิยาม กฎ สูตร ทางคณิตศาสตร์ ในคาบเรียนนั้น จากนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างปัญหาใหม่จากปัญหาเดิม โดยอาจเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเงื่อนไขให้กับปัญหาเดิม พร้อมทั้งร่วมกันแก้ปัญหาแล้วบันทึกลงในใบกิจกรรม

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ครูลิก และเรส์ (อ้างถึงใน อัมพร ม้าคะนอง, 2553, น.37) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อน ล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาเป็นทักษะ ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและ

การหาคำตอบของปัญหา และกระบวนการ ซึ่งเป็นวิธีหรือขั้นตอน การทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผน โดยมีการใช้เทคนิคต่างๆ ประกอบ

เวชฤทธิ์ อังกะภักทจร (2555, น.111) กล่าวว่า การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ เป็น ความสามารถในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหจะต้องประยุกต์ใช้ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญห กลยุทธ์ในการแก้ปัญห และประสบการณ์ เดิม ประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหานั้นๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น.7) กล่าวว่า ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการ หรือความรู้ที่ นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ ประกอบกับความสามารถด้านวิเคราะห์ การ สังเคราะห์และการตัดสินใจ และกล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็น ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและ ยุทธวิธีการแก้ปัญห และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญห

จากความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมา ผู้วิจัย ได้สรุปว่า ความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการหาวิธีการเพื่อให้ ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการ / ขั้นตอนแก้ปัญห และยุทธวิธีการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์เดิมและทักษะ พื้นฐานต่าง ๆ ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้ โดยพิจารณาจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร แบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2 กระบวนการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (อ้างถึงใน สสวท., 2555) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหที่ ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และอะไรคือสิ่งที่ ต้องการค้นหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูล และเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหานักเรียนต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ ถ้วน โดยใช้วิธีต่างๆ ช่วยในการทำความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียน สาระ ของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

2. ขั้นการวางแผนแก้ปัญห ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยง หรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับ

ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาเพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหาและเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

3. ขั้นการดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนเพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาใหม่

4. ขั้นการตรวจสอบย้อนกลับ ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลและกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาแล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหายังอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบ ก่อนลงมือปฏิบัติก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดาและคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

2.3 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya, 1957, p.225 อ้างถึงใน นริศรา สารานุกรม, 2558, น.46) ได้กล่าวว่า สิ่งที่มีสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาคือ เป็นสิ่งที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ คือ

1. ความสามารถในการอ่านเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหา เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาข้อนั้นแล้ว จะต้องสามารถจับใจความได้ว่า โจทย์ข้อนี้ต้องการให้หาคำตอบเกี่ยวกับอะไร โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง ข้อมูลที่กำหนดให้มีเงื่อนไขหรือข้อกำหนดอย่างไรบ้าง

2. ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดให้และประยุกต์ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของตน เพื่อทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3. ความสามารถในการแปลงสิ่งที่กำหนดให้ในโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์

4. ความสามารถในการวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

5. ความสามารถในการคิดคำนวณ เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องของโจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวนและตัวเลข ตลอดจนมีทักษะในการคำนวณต่างๆ อย่างคล่องแคล่ว

6. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบเพื่อให้มั่นใจว่า คำตอบที่คำนวณได้นั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์ของโจทย์ปัญหาข้อนั้น

ปรีชา เนาวีเย็นผล (2556, น.71 - 72) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เนื่องจากนักเรียนจะได้รับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง แต่ปัญหาส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปข้อความที่เป็นตัวอักษร เมื่อพบปัญหานักเรียนจะต้องอ่านและทำความเข้าใจ โดยสามารถแยกประเด็นที่สำคัญ ๆ ของปัญหาออกมาให้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องแยกแยะให้ได้ว่าปัญหากำหนดอะไรให้บ้างและปัญหาต้องการให้หาอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นและไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา

2. ทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะจะเกิดขึ้นจากการฝึกทำอยู่บ่อยๆ จนเกิดความชำนาญ เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะมีโอกาสได้พบปัญหาต่างๆ หลากรูปแบบ ซึ่งอาจมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกัน หรือแตกต่างกัน นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล หลังจากที่ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา และวางแผนการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ปัญหาบางปัญหาจะต้องใช้การคิดคำนวณและในบางปัญหาจะต้องใช้กระบวนการให้เหตุผล

4. แรงขับ เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยและไม่สามารถหาวิธีค้นหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ผู้แก้ปัญหาก็ต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อที่จะให้ได้คำตอบ

5. ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด ไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ

พิชชา ศรีบุญมี (2560, น.57) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ผู้แก้ปัญหา ได้แก่ สติปัญญา ประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหา แรงขับ เช่น เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ

2. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาก็ต้องมีทักษะการอ่าน การฟัง วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ การแปลงสิ่งที่กำหนดให้เป็นประโยชน์สัญลักษณ์ มีความสามารถในการวางแผน คิดคำนวณ การให้เหตุผล และความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ

จากองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้สรุปว่า องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา โดยการอ่าน การฟัง และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อแยกแยะสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ถาม และเงื่อนไขของโจทย์ 2) ความสามารถในการ

การวางแผนการแก้ปัญหา โดยใช้ประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่เพื่อหาแนวทาง / วิธีการแก้ปัญหาแล้วเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม 3) ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ โดยการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และมีความยืดหยุ่นในการคิด 4) ความสามารถในการตรวจสอบย้อนกลับ เพื่อให้มั่นใจว่า คำตอบที่คำนวณได้นั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์ของโจทย์ปัญหา ทั้งนี้ โดยผู้แก้ปัญหาก็ต้องมีทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ดี จึงจะสามารถแก้ปัญหาให้ประสบผลสำเร็จได้

2.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2554, น. 48 - 48) ได้กล่าวว่า นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางที่คล้ายคลึงในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน ซึ่งสรุปเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา เป็นการสอนความรู้หรือพัฒนาทักษะใดๆ โดยที่ใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ เช่น การให้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ

2. การสอนให้แก้ปัญห เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้

3. การสอนกระบวนการแก้ปัญห เป็นการสอนให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญห เทคนิค และกลวิธีการแก้ปัญห เช่น การสอนกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา กระบวนการแก้ปัญห DAPIC ที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

เวชฤทธิ์ อังกะภักทจร (2555, น.112 - 114) ได้กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ ซึ่งการสอนการแก้ปัญหามี 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญห เป็นการสอนที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหทั่วไป โดยปกติมักใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยาหรือกระบวนการที่เป็นพลวัตของวิลสันเพอร์มันเดซ และฮาดาเวย์

2. การสอนการแก้ปัญห เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนนำโมเดลหรือทักษะที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหหรือสถานการณ์ที่กำหนด การสอนลักษณะนี้ไม่ได้มุ่งเพียงการเรียนรู้ขั้นตอนที่หลากหลาย แต่ยังเรียนรู้การประยุกต์ใช้ความเข้าใจในบริบทที่หลากหลายแบบสอดคล้องกับชีวิตจริง

3. การสอนโดยใช้การแก้ปัญหา เป็นการสอนที่เน้นการประยุกต์ใช้เช่นกัน การสอนลักษณะนี้จะใช้ปัญหาเป็นสื่อในการเรียนรู้แนวคิดใหม่ กล่าวคือ ใช้ปัญหาในการศึกษาเนื้อหา คณิตศาสตร์ โดยการแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา กับชีวิตจริง ใช้ปัญหาในการแนะนำและทำความเข้าใจเนื้อหา บางครั้งใช้ปัญหาในการกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายการใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น.153 - 158) ได้เสนอแนวทางในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ครูควรใช้กิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือหรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย โดยกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียน ได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเป็นทีมหรือกลุ่ม ได้ลงมือแก้ปัญหาหรือปฏิบัติการกิจต่าง ๆ จนบรรลุวัตถุประสงค์ที่คาดหวังไว้ ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้สื่อสารและนำเสนอยุทธวิธีแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหของตน ได้อภิปรายถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกัน ตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้ นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการแก้ปัญหา ได้เรียนรู้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหา

3. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนเติมคำตอบเพียงคำตอบเดียว เติมคำตอบสั้น ๆ แล้วจึงเติมคำตอบเป็นข้อความ หรือประโยค และเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนเองคิด และนำเสนอแนวคิดของตนแล้ว ครูควรให้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหเป็นกลุ่ม เพราะการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะช่วยให้ นักเรียน ได้มีโอกาสฝึกทักษะการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอร่วมกันกับเพื่อสมาชิกในกลุ่มด้วย

4. ครูควรยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน ไม่ว่าจะถูกหรือผิด ขณะที่นักเรียน อธิบายและนำเสนอแนวคิดของตน ซึ่งการตอบผิดของนักเรียนจะทำให้ครูได้รู้ว่าข้อผิดพลาดนั้นมาจากไหนและมีมากน้อยเพียงใด

5. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนเริ่มต้นคิดหาวิธีแก้ปัญหด้วยตนเองก่อนในการทำกิจกรรม เนื่องจากมีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นคิดแก้ปัญหอย่างไร จึงขอให้ครูแนะ

และตั้งคำถามนำ ครูควรตระหนักว่าการถามนำมากเกินไป จะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับการคิดเพื่อตอบคำถามทีละคำถามต่อเนื่องกันจนได้คำตอบ โดยไม่คิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่ครบขั้นตอนหรือกระบวนการด้วยตนเอง

6. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาทาง ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน เลือกใช้ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรม แล้วสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้ นักเรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

7. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนคิดหายุทธวิธีแก้ปัญห่อื่นที่แตกต่างจากเดิมแล้วให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญห่อื่นนั้นหาคำตอบของปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้ นักเรียนตระหนักว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี

8. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบาย และตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง ซึ่งอาจเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกตั้งคำถามกับตัวเองบ่อย ๆ โดยเป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบาย เช่น เพราะเหตุใด ทำไม และอย่างไร แล้วให้นักเรียนลงมือสำรวจ สืบสวน รวบรวมข้อมูล ค้นหาความสัมพันธ์และแบบรูป สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ ตลอดจนตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

9. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ช่องทางการสื่อสารได้มากกว่าหนึ่งช่องทางในการนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาและนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาช่องทางการสื่อสารอื่นที่ใช้ในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์อีกครั้งเพื่อให้ นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอได้มากกว่าหนึ่งช่องทางการสื่อสาร

10. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และบริบทอื่นๆ นักเรียนไม่เพียงประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลายๆ แบบ แต่นักเรียนยังมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดของศาสตร์อื่นขณะแก้ปัญหาอีกด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าว่าคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในบริบทอื่นๆ

นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้ และแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบ มีคุณค่ามากกว่าการแก้ปัญหาแบบเดียว ตลอดเวลา

11. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดยอาศัยแนวคิดยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาจากเดิม ซึ่งในการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนเองได้อย่างหลากหลายและเป็นอิสระ

12. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนรับรู้กระบวนการคิดของตนเอง หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาแล้ว ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนได้รับรู้กระบวนการคิดของตนเอง ตรวจสอบตรรกะความคิด และกระบวนการคิดของตนเองว่ามีสิ่งใดบ้างที่รู้ และสิ่งใดบ้างที่ไม่รู้ ตลอดจนสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองออกมาด้วย โดยการให้นักเรียนเขียนอนุทินในหัวข้อเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

13. ครูควรเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ครูควรเป็นผู้เปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนทั้งชั้นเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำ แล้วร่วมกันพิจารณาและสรุปว่ายุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาใดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

จากแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้สรุปว่า ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดยครูควรใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เน้นการฝึกให้นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดประสบการณ์มากพอที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือหรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย สนับสนุนให้นักเรียนคิด ลงมือปฏิบัติจนบรรลุวัตถุประสงค์ที่คาดหวังไว้ สื่อสารและอภิปรายแลกเปลี่ยนกระบวนการแก้ปัญหากองตนเอง ซึ่งแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นี้สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดซึ่งมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ช้่นนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) ช้่นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) ช้่นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน 4) ช้่นสรุป โดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2554, น.102)

2.5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 2 แบบ ได้แก่ เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic rubric) และเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic rubric) ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic rubric) ที่จำแนกการให้คะแนน

ในแต่ละด้าน และมีการกำหนดแนวทางการให้คะแนนที่อธิบายระดับของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้การประเมินมีความละเอียดและแม่นยำมากขึ้น โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic rubric) ของ Charless; Lester; & O'Daffer, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสิริพร ทิพย์คง ดังนี้

2.5.1 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic rubric)

Charless; Lester; & O'Daffer (อ้างถึงใน ชญาภา ใจโปร่ง, 2554, น.54) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วนของ Charless; Lester; & O'Daffer

ขั้นตอนที่ พิจารณา	คะแนน	ลักษณะที่ปรากฏในงานเขียนของนักเรียน
ขั้นการทำความ เข้าใจปัญหา	0	นักเรียนเข้าใจปัญหาผิดทั้งหมด
	1	นักเรียนเข้าใจปัญหาผิดบางส่วน
	2	นักเรียนเข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด
ขั้นวางแผน แก้ปัญหา	0	นักเรียนไม่ได้พยายามวางแผนแก้ปัญหา หรือ วางแผนไม่เหมาะสม
	1	แผนการแก้ปัญหาบางส่วนเหมาะสมและใช้แก้ปัญหาได้
	2	วางแผนได้เหมาะสมและสามารถใช้แก้ปัญหาได้
ขั้นได้คำตอบ	0	ไม่มีคำตอบหรือคำตอบผิดอันเป็นผลมาจากการวางแผนที่ไม่เหมาะสม
	1	ผิดพลาดในขั้นคำนวณคำตอบ หรือตอบคำถามถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
	2	ตอบคำถามและระบุหน่วยคำตอบได้ครบถ้วนและถูกต้อง

สสวท. (2546 น.73 อ้างถึงใน พัชชยากร บุสศยา, 2559, น.48) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน
ของ สสวท.

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. การทำความเข้าใจ ปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียน ประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบ ที่ถูกแต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจจะเขียน ประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. การใช้วิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็น บางครั้ง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์ หรือใช้สัญลักษณ์ ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ

สิริพร ทิพย์คง (2544, น.111-114) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถใน
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วนของ
สิริพร ทิพย์คง

รายการ	ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	2	- สำหรับเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	1	- สำหรับเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง
	0	- เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย
2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	2	- สำหรับการเลือกวิธีแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียน ประโยคคณิตศาสตร์ถูก
	1	- สำหรับการเลือกวิธีแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่ คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียน ประโยคสัญลักษณ์ผิด
	0	- สำหรับเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
3. การใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	2	- สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ ถูกต้อง
	1	- สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหบางส่วนไปใช้ได้ ถูก
	0	- สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหบางส่วนไปใช้ได้ ไม่ถูกต้อง
4. การตอบ	2	- สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	1	- สำหรับการที่ไม่สมบูรณ์หรือสัญลักษณ์ผิด
	0	- เมื่อไม่ระบุคำตอบ

จากตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytics rubric) ซึ่งเป็นเกณฑ์การให้
คะแนนตามองค์ประกอบย่อยหรือแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหา ทั้งนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับงานวิจัย
ผู้วิจัยจึงปรับเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียน ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. การทำความเข้าใจ ปัญหา	3	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง เขียนสิ่งที่โจทย์ถาม และเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง
	2	สมบูรณ์
	1	- เข้าใจปัญหาบางส่วนถูกต้อง เขียนสิ่งที่ โจทย์ถามและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ ถูกต้องบางส่วน
	0	- เข้าใจปัญหาน้อยมาก เขียนสิ่งที่โจทย์ถาม และ เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ไม่ถูกต้อง
		- ไม่เข้าใจปัญหาเลย ไม่มีร่องรอยในการทำ ความ เข้าใจปัญหา
2. การวางแผน การแก้ปัญหา	3	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แสดง การเชื่อมโยงของเงื่อนไขและสิ่งที่โจทย์ ต้องการ
	2	ได้สมบูรณ์
	1	- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบ ที่ถูกแต่ยังมีบางส่วนผิด เช่น แสดงการ เชื่อมโยงของ
	0	เงื่อนไขและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้อง บางส่วน
		- เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง - ไม่มีร่องรอยในการวางแผนการแก้ปัญหา

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3. การดำเนินการตามแผน	3	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องบางส่วน
	1	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
	0	- ไม่มีร่องรอยในการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้
4. การตรวจสอบย้อนกลับ	3	- แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดอย่างละเอียด ครบถ้วน สมบูรณ์ และคำตอบสอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไข
	2	- แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดไม่ละเอียด หรือมีบางส่วนของ การแสดงการตรวจสอบคำตอบไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ แต่คำตอบสอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไข
	1	- แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้องบางส่วน และคำตอบไม่สอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไข
	0	- ไม่มีร่องรอยการตรวจสอบคำตอบ

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จำนวน 16 เรื่อง (ชนิดาภรณ์ บุญประจักษ์ 2557; พัทธยากร บุสสา 2559; อีฟพีต กาแคร์ 2559; วณิชญา เริงดี 2555; รอฮานี ปูตะ 2561; ประภาวดี ไพราม 2551; ทศวรรษ เล็งตามดี 2552; ศิริพงษ์ กัลยาณหริศ, สรารัตน์ ฉลองกลาง, อภิญญา จำปาหวาย, อัสราพร ทองเจริญ 2549; เทียง อินทร์ปัญญา 2554; วาสุกี ใจจันทร์ 2555; .สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง 2555; สุกัญญา วิทยศรีโพธิ์ 2557; สุมณฑา สิงห์ษา 2557; สิริพันธ์ จันทราศรี 2557; ภิญญาปวีร์ แสงกล้า 2559; ทนงศักดิ์ รัตอัน 2556) โดยงานวิจัยมี

วัตถุประสงค์การวิจัยที่หลากหลาย ได้แก่ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ งานวิจัยของชนิดากรณ์ บุญประจักษ์ (2557) เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยวิธีการแบบเปิด งานวิจัยของศิริพงษ์ กัลยาณหริต, สรารัตน์ ฉลองกลาง, อภิญญา จำปาหวาย, อัสราพร ทองเจริญ (2549) เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการพัฒนาโดยรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้และวิธีการแบบเปิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ งานวิจัยของพัทธยากร บุศสุยา (2559) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 งานวิจัยของรอฮานี ปูตะ (2561) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียน งานวิจัยของวันชญา เจริญดี (2555) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด งานวิจัยของสิริพันธุ์ จันทราศรี (2557) วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด งานวิจัยของภิญญาปวีร์ แสงกล้า (2559) เพื่อศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตน่ารู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังด้วยหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตน่ารู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งนี้ มีงานวิจัยที่ศึกษาการใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับวิธีการสอนแบบอื่น ๆ คือ งานวิจัยของทนงศักดิ์ รัตอัน (2556) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ด้วยวิธีการแบบเปิดที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความตระหนักในการคิด คือ งานวิจัยของประภาวดี ไพราม (2551) ศึกษาการพัฒนาความตระหนักในการคิดระหว่างการพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยวิธีการแบบเปิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ งานวิจัยของทศวรรณ เล็งตามดี (2552) เพื่อศึกษาลักษณะการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ งานวิจัยของสัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง (2555) ศึกษาขั้นตอนและรายละเอียดเกี่ยวกับแนวปฏิบัติของแนวทางการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสื่อสารกลุ่มย่อยทางคณิตศาสตร์ และตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของกรอบทฤษฎีและหน่วยการวิเคราะห์การสื่อสารกลุ่มย่อยทาง

คณิตศาสตร์ งานวิจัยของเที่ยง อินทร์ปัญญา (2554) เพื่อวิเคราะห์การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระหว่างครูกับนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คือ งานวิจัยของवासुกรี ใจจันทร์ (2555) เพื่ออธิบายการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายใต้บริบทการศึกษาชั้นเรียนแบบเปิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล คือ งานวิจัยของสุมณฑา สิงห์ชา (2557) เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเชิงขวัญพิทยาคมที่เรียนวิชาภาษาไทยด้วยวิธีการแบบเปิด

แผนการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัย สร้างโดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีขอบเขตของขั้นตอนการสอนที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้ ช้่นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ชั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน ชั้นสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

เนื้อหาที่ศึกษาในงานวิจัย เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้ งานวิจัยของพัทธยากร บุสสุยา (2559) ศึกษาเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ งานวิจัยของวนัชญา เจริญดี (2555) ศึกษาเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว งานวิจัยของรอรธานี ปุตะ (2561) ศึกษาเรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ งานวิจัยของประภาวดี ไพราม (2551) ศึกษาเรื่องสี่เหลี่ยม งานวิจัยของทัตวรรณ เล็งตามดี (2552) ศึกษาเรื่องการคูณ งานวิจัยของศิริพงษ์ กัลยาณหริต, สรารัตน์ ฉลองกลาง, อภิญญา จำปาหวาย, อัสราพร ทองเจริญ (2549) ศึกษาเรื่องความน่าจะเป็น งานวิจัยของเที่ยง อินทร์ปัญญา (2554) ศึกษาเรื่องจำนวน งานวิจัยของवासुกรี ใจจันทร์ (2555) ศึกษาเรื่องการนับ การวัด พื้นที่ งานวิจัยของสัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง (2555) ศึกษาเรื่องรูปเรขาคณิต งานวิจัยของสิริพันธุ์ จันทราศรี (2557) ศึกษาเรื่องความน่าจะเป็น งานวิจัยของภิญญาปวีร์ แสงกล้า (2559) ศึกษาเรื่องเรขาคณิต งานวิจัยของทงศักดิ์ รัตอัน (2556) ศึกษาเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ คือ งานวิจัยของชนิดาภรณ์ บุญประจักษ์ (2557) งานวิจัยของสุกัญญา วิทยศรีโพธิ์ (2557) และงานวิจัยของสุมณฑา สิงห์ชา (2557) ศึกษาในเนื้อหาวิชาภาษาไทย และงานวิจัยของอิฟฟัด กาเดร์ (2559) ศึกษาในเนื้อหาวิชาเคมี

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย งานวิจัยของชนิดาภรณ์ บุญประจักษ์ (2557) สร้างแบบสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ งานวิจัยของพัทธยากร บุสสุยา (2559) สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติแบบแสดงวิธีทำ 1 ชุด รวมทั้งหมดจำนวน 3 ข้อ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ แบบแสดงวิธีทำ 1 ชุด รวมทั้งหมดจำนวน 3 ข้อ งานวิจัยของอิฟฟัด กาเดร์ (2559) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แบบจำลองอะตอม แบบทดสอบวัด

ความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย และแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ งานวิจัยของวณิชญา เจริญดี (2555) สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ งานวิจัยของรอฮานี ปูตะ (2561) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ งานวิจัยประภาวดี ไพราม (2551) ได้สร้างแบบบันทึกภาคสนาม แบบบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียน แบบบันทึกการสัมภาษณ์ครู แบบบันทึกการสัมภาษณ์ผู้ปกครอง งานวิจัยของทศวรรษ เล็งตามดี (2552) ได้สร้างแบบบันทึกภาคสนาม งานวิจัยของศิริพงษ์ กัลยาณหริต, สรารัตน์ ฉลองกลาง, อภิญญา จำปาหวาย, อัสราพร ทองเจริญ (2549) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยของเที่ยง อินทร์ปัญญา (2554) สร้างแบบบันทึกภาคสนาม งานวิจัยของวาสุกรี ใจจันทร์ (2555) สร้างแบบบันทึกการสังเกตชั้นเรียน แบบบันทึกการสะท้อนผลร่วมกัน แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบสัมภาษณ์ครูผู้สอน งานวิจัยของสัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง (2555) สร้างแบบบันทึกภาคสนาม งานวิจัยของสุกัญญา วิทยศิริโพธิ์ (2557) สร้างโปรโตคอลการคิดแก้ปัญหของนักศึกษา งานวิจัยของสุมณฑา สิงห์ชา (2557) สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ งานวิจัยของสิริพันธุ์ จันทราศรี (2557) สร้างแบบบันทึกหลังการสอนของครู และแบบบันทึกประจำวันของนักเรียน งานวิจัยของภิญญาปวีร์ แสงกล้า (2559) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตน่ารู้ และแบบวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์ งานวิจัยของทนงศักดิ์ รัตอัน (2556) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอิงเกณฑ์ชนิดอัตนัย แสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด คือ งานวิจัยของพัทธยากร บุษสยา (2559) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 งานวิจัยของวณิชญา เจริญดี (2555) ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 งานวิจัยของรอรานี ปูตะ (2561) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับดี และจำนวนที่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดีถึงดีเยี่ยมคิดเป็นร้อยละ 65.38 งานวิจัยของสิริพันธุ์ จันทราศรี (2557) ผลการวิจัยพบว่า วิธีการแบบเปิดมีผลดีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนและเทคนิคการสอนของครู จากการวิเคราะห์โพททอคอล นักเรียนพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและดีขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดทั้งหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความน่าจะเป็น และผู้วิจัยพัฒนาวิธีการปฏิบัติในการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดทั้ง 4 ขั้นตอนอย่างต่อเนื่องจนประสบความสำเร็จ งานวิจัยของภิญญาปวีร์ แสงกล้า (2559) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของทงศักดิ์ รัตอนัน (2556) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน ที่เรียนด้วยการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์เสริมด้วยวิธีการแบบเปิดที่เน้น กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน เรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.69 คิดเป็นร้อยละ 41.72 และคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.38 คิด เป็นร้อยละ 75.94 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย เป็นลำดับขั้นตอนตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ทั้งหมด 11 ห้องเรียน จำนวน 468 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดนักเรียนของแต่ละห้องแบบคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 47 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย

2.1.2 ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

2.1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นทบทวนบทเรียน 2. ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด 3. ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 4. ขั้นอภิปรายทั้งชั้นและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน 5. ขั้นสรุปและสร้างปัญหาใหม่

2.1.4 จัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน ดังนี้ ดังตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แผนที่	เรื่อง	จำนวนแผน	จำนวนชั่วโมง
1	รูปเรขาคณิตสามมิติ	1	2
2	พื้นที่ผิวของปริซึม	1	1
3	ปริมาตรของปริซึม	1	2
4	พื้นที่ผิวของทรงกระบอก	1	1
5	ปริมาตรของทรงกระบอก	1	2
6	ปริมาตรของพีระมิด	1	2
7	ปริมาตรของกรวย	1	2
8	ปริมาตรของทรงกลม	1	2
รวม		8	14

2.1.5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเน้นรูปแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการสอนและการจัดกิจกรรมโดยวิธีการแบบเปิด

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	ลักษณะกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1	ขั้นทบทวน บทเรียน	1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนบทเรียนในคาบที่ผ่านมา โดยวิธีการถามตอบ รวมถึงทบทวนบทเรียนที่จะสามารถนำความรู้จากบทเรียนนั้นมาใช้ในสถานการณ์ปัญหา ปลายเปิดที่ถูกลำเสนอในขั้นต่อไปได้ 2. ครูและนักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมสั้นๆ ในการทบทวนบทเรียน เช่น กิจกรรมการจับคู่กิจกรรมการตอบคำถามรับคะแนน เป็นต้น (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)	1. ครูบรรยายเพื่อทบทวนบทเรียนสั้นๆ ให้แก่นักเรียน 2. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเพื่อทบทวนบทเรียน 3. ครูสังเกตสีหน้าและแววตาที่แสดงถึงความเข้าใจของนักเรียน ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจหรือนักไม่ออก ครูจะใช้วิธีการบรรยายสั้นๆ 4. ครูเขียนข้อความรู้ กฎ สูตร ต่าง ๆ ในบทเรียนที่ต้องการทบทวนให้นักเรียนลงบนกระดาน	1. นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูในการทบทวนบทเรียน เช่น การตอบคำถามที่ครูถาม การพูดถึงความรู้ในบทเรียนนั้นที่ตนเองนึกขึ้นได้ 2. นักเรียนจดบันทึกข้อความรู้ต่าง ๆ ที่สำคัญ รวมถึง กฎ สูตร ต่าง ๆ ลงในสมุด
2	ขั้นนำเสนอ ปัญหา ปลายเปิด	1. ครูเปิดประเด็น โจทย์ โดยการให้เงื่อนไข หรือ โจทย์ สำหรับแก้ปัญหา และสร้างสรรค์ที่เหมาะสมให้แก่นักเรียน โดยการเขียนสถานการณ์ปัญหานั้นขึ้นบนกระดาน	1. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจแก่นักเรียน โดยการเขียนสถานการณ์ปัญหานั้นขึ้นบนกระดาน	1. นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูในการถามตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันก่อนการดำเนินการแก้ปัญหาต่อไป

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	ลักษณะกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		<p>โดยเป็น สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่นักเรียนยังไม่มีความรู้ความสามารถเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ตามเงื่อนไขของโจทย์ได้ทันที น่าสนใจและท้าทาย เปิดกว้างให้นักเรียนทดลองและค้นคว้าวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ใบความรู้หรือการนำเสนอผ่านโปรแกรม Power Point หรือ Visualizer</p> <p>2. จากนั้นครูใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาแล้วตอบคำถามได้แก่ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ถาม และเงื่อนไขของโจทย์ (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)</p>	<p>2. ครูมีการนำเข้าสู่ปัญหาโดยใช้คำถามที่สำคัญ กระตุ้นการคิดของนักเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อสถานการณ์ปัญหา โดยสังเกตจากลักษณะการตอบคำถามพร้อมกันของนักเรียน ซึ่งคำถามจะเน้นไปที่ความรู้ที่นักเรียนเรียนผ่านมาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับสิ่งที่นักเรียนกำลังเผชิญอยู่</p> <p>3. ครูสังเกตการตอบคำถามของนักเรียน เพื่อนำมาตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานั้น ถ้ามีนักเรียนที่เข้าใจผิด ครูให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ถ้าไม่มีครูสามารถดำเนินการในขั้นต่อไปได้</p>	<p>2. นักเรียนพยายามหาความรู้หรือบทเรียนที่เกี่ยวข้อง จากใบความรู้และจากข้อมูลที่ได้จากการพูดคุยหรืออภิปรายสั้นๆกับเพื่อนในขณะที่คุณกำลังกระตุ้นด้วยคำถาม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการแก้ปัญหาต่อไป</p> <p>3. นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้ จากการตอบคำถามพร้อมกันของนักเรียน</p>

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	ลักษณะกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
			4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูลที่จะใช้ในการแก้ปัญหาจากใบความรู้หรือการนำเสนอ ข้อความผ่าน โปรแกรม Power Point หรือ Visualizer	
3	ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน	1. หลังจากที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดแล้ว นักเรียนแต่ละคน ได้ทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อให้ทราบสิ่งที่โจทย์ถาม สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และเงื่อนไขของโจทย์ว่าเพียงพอในการหาสิ่งที่โจทย์ต้องการได้หรือไม่ แล้วนั้น จากนั้น ให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกัน เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน โดยให้นักเรียนแต่ละคนอธิบายและแลกเปลี่ยนแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเองภายในกลุ่ม เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม แล้วลงมือแก้ปัญหาร่วมกัน พร้อม	1. ครูคอยสังเกตการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้สายตาในการประเมินการแก้ปัญหาของนักเรียน เมื่อนักเรียนไม่มีความก้าวหน้าในการแก้ปัญหา ครูจะคอยให้คำแนะนำในการแก้ปัญหากับนักเรียน ครูมีการจดบันทึกแนวคิดของนักเรียน เพื่อนำมาจัดลำดับการอภิปรายชั้นเรียน โดยครูต้องพิจารณาว่าวิธีการแก้ปัญหาในลักษณะไหนของนักเรียนที่ควรให้นำเสนอเป็นอันดับแรก ซึ่งครูจะเลือกจากแนวคิดที่เหมือนกันทั้งชั้นเรียนมากที่สุดและง่ายต่อการเข้าใจของนักเรียน ไปจนถึง	1. ทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อให้ทราบสิ่งที่โจทย์ถาม สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และเงื่อนไขของโจทย์ว่าเพียงพอในการหาสิ่งที่ โจทย์ต้องการได้หรือไม่ 2. วางแผนการแก้ปัญหา เชื่อมโยงระหว่างเงื่อนไข ข้อมูลต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แล้วพิจารณาว่ามีวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับข้อมูล

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	ลักษณะกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		บันทึกวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 1 เพื่อเขียนวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่ม ได้แก่ การเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม การดำเนินการแก้ปัญหาและการตรวจสอบย้อนกลับ (ใช้เวลาประมาณ 25 นาที)	แนวคิดที่แตกต่างกันมากที่สุดในระดับชั้นเรียน 2. ครูมีการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ ประสบการณ์ และ การศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	เงื่อนไขในปัญหานั้นๆ 3. ดำเนินการตามแผน โดยลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้และมี การตรวจสอบทีละขั้น ย่อย ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ 4. ตรวจสอบย้อนกลับ โดยการสรุปและตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่า สอดคล้องกับข้อมูล และเงื่อนไขที่กำหนด ในปัญหาหรือไม่ 5. บันทึกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหากลุ่มลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตามลำดับของกิจกรรม
4	ชั้นอภิปราย ทั้งชั้นและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน	1. หลังจากที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ครูจึงให้นักเรียนนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่ม โดยใช้เครื่อง Visualizer ซึ่งจะพิจารณาลำดับการ	1. ครูมีการอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อจัดเกลาแนวคิดของนักเรียน โดยมีการจัดเรียงลำดับแนวคิดของนักเรียนซึ่งครูได้เลือกไว้แล้ว และมีการขยายแนวคิด	1. นักเรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหากับเพื่อน ผ่านการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	ลักษณะกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		นำเสนอตามความเหมาะสมของแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ที่จะสามารถเชื่อมโยงไปสู่การสรุปชั้นเรียนได้ 2. หลังจากที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองเสร็จแล้ว ครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่น ๆ ซักถามและอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกันภายในชั้นเรียน เพื่อร่วมกันศึกษา เปรียบเทียบ พิจารณา ประเมิน รวมถึงจัดระเบียบวิธีการและผลลัพธ์ที่แตกต่างเหล่านั้น (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที)	ของนักเรียนเพิ่มเติม โดยขยายแนวคิดของนักเรียนที่นำเสนอให้ละเอียดมากขึ้น 2. ครูตั้งประเด็นคำถามจากแนวคิดที่สังเกตได้ เพื่อนำให้นักเรียนเกิดกระบวนการให้เหตุผลในการอภิปรายโต้แย้งแนวคิดของผู้นำเสนอ ถึงวิธีการแก้ปัญหาที่ผู้นำเสนอใช้ และเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนร่วมกันทั้งชั้นเรียน 3. ครูใช้คำถามเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ที่นักเรียนใช้ในการปัญหา เพื่อนำให้นักเรียนทั้งชั้นเกิดกระบวนการให้เหตุผลในการอภิปรายโต้แย้งแนวคิดต่าง ๆ ที่มีการถูกนำเสนอหน้าชั้นเรียน	2. นักเรียนอภิปรายแนวคิดและวิธีการในการแก้ปัญหา ร่วมกัน เพื่อเรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการที่หลากหลายจากกลุ่มอื่น ๆ และจดบันทึกข้อสังเกตที่ได้จากการเรียนรู้หรืออภิปรายเหล่านั้น ลงในสมุดของตนเอง
5	ขั้นสรุปและสร้างปัญหาใหม่	1. หลังจากที่ได้ร่วมกันอภิปรายแนวคิดและวิธีการในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์แล้ว นักเรียนร่วมกัน	1. ครูมีการสรุปประเด็นที่สำคัญ โดยมีการทบทวนซ้ำถึงแนวคิดของนักเรียนที่นักเรียนได้อภิปรายทั้งหมด และสรุปสิ่งที่นักเรียนได้	1. นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบและสรุปแนวคิดการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มที่ได้นำเสนอไป เพื่อ

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	ลักษณะกิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		เปรียบเทียบและสรุปแนวคิดการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มที่ได้นำเสนอไป เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่การสรุป นิยาม กฎ สูตร ทางคณิตศาสตร์ ในคาบเรียนนั้น โดยครูเป็นผู้รวบรวมแนวคิดแล้วนำมาสรุปเป็นข้อๆลงบนกระดานหรือผ่าน โปรแกรม Power Point หรือ เครื่อง Visualizer ตามความเหมาะสม	เรียนระหว่างบทเรียน โดยสรุปถึงวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน ที่มีการประยุกต์ใช้ความรู้เดิมของนักเรียน ลงบนกระดานหรือผ่านโปรแกรม Power Point หรือ เครื่อง Visualizer	เชื่อมโยงเข้าสู่การสรุป นิยาม กฎ สูตร ทางคณิตศาสตร์ ในคาบเรียนนั้น
		2. จากนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างปัญหาใหม่จากปัญหาเดิม โดยอาจเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมเงื่อนไขให้กับปัญหาเดิม พร้อมทั้งร่วมกันแก้ปัญหาแล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 2 การสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อยกระดับความรู้ใหม่ร่วมกัน โดยมีครูคอยเป็นผู้กำกับทิศทาง (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)	2. ครูเลือกปัญหาใหม่ที่นำเสนอ สร้างสรรค์ แปลกใหม่ และครอบคลุมเนื้อหามากที่สุด เพื่อนำเสนอเป็นตัวอย่างให้กับกลุ่มอื่น	2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างปัญหาใหม่จากปัญหาเดิม แล้วเขียนสถานการณ์ปัญหานั้น พร้อมแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 2
			3. ครูประเมินใบกิจกรรมที่ 2 การสร้างปัญหาใหม่ของนักเรียนทุกกลุ่ม แล้วมีการสะท้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อให้ข้อเสนอแนะ ข้อดี หรือข้อควรปรับปรุง เพื่อพัฒนางานต่อไปให้ดีขึ้น	3. นักเรียนฝึกฝนการทำแบบฝึกหัดจากสถานการณ์ปัญหาที่สร้างจากแต่ละกลุ่มลงในสมุด

2.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษา คณค้วาอิสระ เพื่อตรวจพิจารณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง

2.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาความเหมาะสมระหว่าง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรม การเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยแบบประเมินความเหมาะสมมี ลักษณะเป็นแบบมาตรา ส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

แล้วหาค่าเฉลี่ยจากผลรวมของคะแนนทั้งหมด โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้
 คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด
 คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก
 คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง
 คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย
 คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด
 ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ควรมี คะแนนเฉลี่ย 3.50 คะแนน ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.99-100) โดยผลการประเมินความ เหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (4.58) และผู้เชี่ยวชาญ ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้ 1) ควรลดรายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับเวลาแต่ละคาบที่ใช้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของโรงเรียน เนื่องจากอาจจะทำให้เกิดปัญหาการสอนไม่ครบทุก ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ได้ 2) สถานการณ์ปัญหาบางปัญหาค่อนข้างซับซ้อน และค่อนข้าง ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียนในระยะเริ่มต้น อาจทำให้นักเรียนใช้เวลาการเรียนรู้ด้วย ตนเองนานกว่าระยะเวลาที่กำหนดได้ 3) ควรให้นักเรียนใช้วิธีการนำเสนอรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การใช้โมเดลต่างๆ หรือการวาดแผนภาพหรือแผนผัง เป็นต้น

2.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ มาปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ แล้ว นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษา คณค้วาอิสระ เพื่อตรวจพิจารณาให้คำแนะนำแก้ไข ข้อบกพร่อง

2.1.9 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

2.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 / 2 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 33 คน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จึงสามารถนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ แต่นักเรียนยังไม่คุ้นเคยและยังไม่ค่อยเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด จึงใช้เวลาในการแก้ปัญหาค่อนข้างมาก ในขั้นการแก้ปัญหาใหม่ นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถสร้างปัญหาใหม่ที่สมบูรณ์ได้ เนื่องจากยังไม่ค่อยเข้าใจ ครูจึงต้องอธิบายและยกตัวอย่างให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น

2.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

2.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย

2.2.2 ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากหนังสือ เอกสาร ที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

2.2.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเน้นรูปแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ คือ ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ช้สอน ช้สรุป โดยเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติทั้งหมด 8 แผน จำนวน 14 ชั่วโมง

2.2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษา คณค้ว้อิสระ เพื่อตรวจพิจารณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง

2.2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมระหว่าง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยแบบประเมินความเหมาะสมมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

แล้วหาค่าเฉลี่ยจากผลรวมของคะแนนทั้งหมด โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ควรมีคะแนนเฉลี่ย 3.50 คะแนน ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.99-100) โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมาก (4.13) และผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะ คือ ควรออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยคำนึงถึงบริบทของโรงเรียนและคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนให้เหมาะสมกว่านี้

2.2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ เพื่อตรวจพิจารณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง

2.2.7 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

2.2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.3 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

2.3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.3.2 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยเลือกสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ และเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.3.3 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ ตรวจพิจารณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องแล้วให้

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด เพื่อตรวจสอบสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมที่วัด โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ระหว่าง 0.64 – 1.00

2.3.4 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ และผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.3.5 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 / 2 โรงเรียนประจำวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 33 คน ที่เคยเรียนเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด

2.3.6 นำผลการทดลองมาวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีการของ D.R Whitney และ D.L Saber (1970) หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ได้ค่าความยากตั้งแต่ 0.48 – 0.63 ซึ่งมีค่าความยากเหมาะสมในระดับปานกลาง และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.38 – 0.60 ซึ่งสามารถจำแนกได้ดี

2.3.7 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์หาความเที่ยง โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ปรากฏว่า แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.60 อยู่ในระดับปานกลาง

2.3.8 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการทดลองและเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

3.1 ให้นักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 ห้อง ทำแบบทดสอบก่อนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับห้องทดลอง และดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกับห้องควบคุม จำนวน 8 แผน ใช้เวลา 14 ชั่วโมง

3.3 ทำการทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 ห้อง ทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3.4 นำผลคะแนนที่ได้ทดสอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์ข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กับกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยการทดสอบค่าที่



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจำวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระหว่างกลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดและกลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 2 พัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระหว่างกลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดและกลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย “ค่าเฉลี่ยของตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของประชากรนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ” สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยายได้ว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า นักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 24.38 และ 5.682 ตามลำดับ ($\bar{x}=24.38, SD=5.682$) ส่วนนักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 20.28 และ 4.471 ตามลำดับ ($\bar{x} = 20.28, SD = 4.471$) ผลการทดสอบสมมติฐานเรื่องความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนด้วย Levene's test พบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดและนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติมีค่าความแปรปรวนของตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 4.594 ; p = 0.035$) จึงใช้การทดสอบเปรียบเทียบผลต่างค่าเฉลี่ยแบบที่มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า 'ความแปรปรวนของประชากรสองกลุ่มไม่เท่ากัน (Equal variances not assumed)'

ผลการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวของตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย นั่นคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($t = 3.894; df = 87.175; p = 0.000$) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ผลต่างค่าเฉลี่ย ได้ช่วงเชื่อมั่นระดับ 95% ของผลต่างค่าเฉลี่ยตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ $2.010 < (\mu_1 - \mu_2) < 6.202$ ดังผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.1

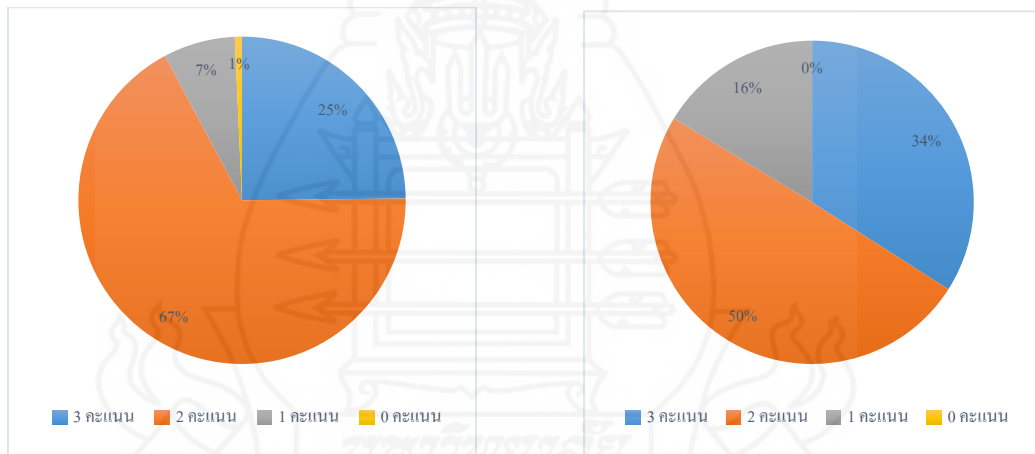
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มที่มีวิธีการสอนต่างกันสองแบบ (วิธีการแบบเปิดและแบบปกติ)

ตัวแปร	สถิติบรรยาย			การทดสอบ		การทดสอบค่าเฉลี่ย			95% CI of Dif.		
	วิธีสอน	Mean	SD	n	F	Sig	t	df	p	Lower	Upper
PROB	วิธีการ	24.38	5.682	47	4.594	0.035	3.894	87.175	0.000	2.010	6.202
	แบบเปิด										
	ปกติ	20.28	4.471	47							

ตอนที่ 2 พัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถจำแนกนักเรียนตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบ่งตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อให้ทราบ สิ่งที่โจทย์ถาม สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และเงื่อนไขของโจทย์ ว่าเพียงพอต่อการหาสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่ โดยผู้วิจัยได้แสดงร้อยละของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดจำแนกตามระดับคะแนน ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา ดังภาพที่ 4.1 และ ภาพที่ 4.2 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.1 แผนภูมิรูปวงกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

ภาพที่ 4.2 แผนภูมิรูปวงกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

จากภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2 พบว่า ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา มีจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ได้ 3 คะแนนมากกว่าจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้เนื่องจาก ผู้วิจัยได้สอดแทรกกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาในทุกแผนการเรียนรู้ จึงส่งผลให้นักเรียนที่

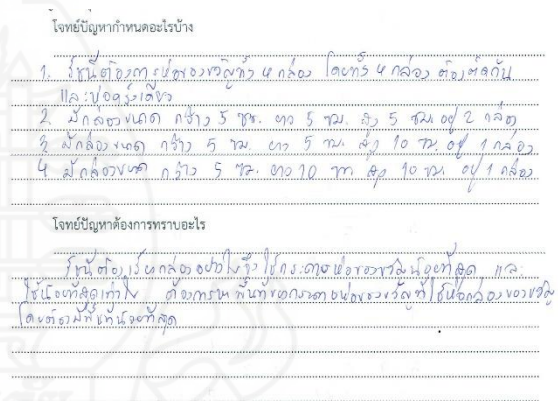
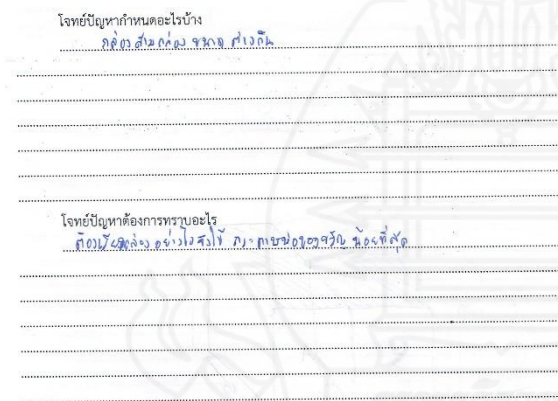
ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ละเอียด รวดเร็ว และแม่นยำขึ้น หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่แผนการเรียนรู้ที่ 5 เป็นต้นไป โดยตัวอย่างโจทย์ปัญหาสำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ โจทย์ข้อที่ 3 ดังนี้

“รัชนีต้องการห่อของขวัญทั้ง 4 กล่อง โดยติดเทปกาวให้ทั้ง 4 กล่องนั้นเรียงชิดติดกัน ก่อนจะทำการห่อในครั้งเดียว โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) 5 x 5 x 5 ซม. จำนวน 2 กล่อง
- 2) 5 x 5 x 10 ซม. จำนวน 1 กล่อง
- 3) 5 x 10 x 10 ซม. จำนวน 1 กล่อง

อยากทราบว่า รัชนีต้องเรียงกล่องอย่างไรจึงจะใช้กระดาษห่อของขวัญได้น้อยที่สุด และใช้กระดาษห่อของขวัญน้อยที่สุดเท่าไร”

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ตามลำดับ

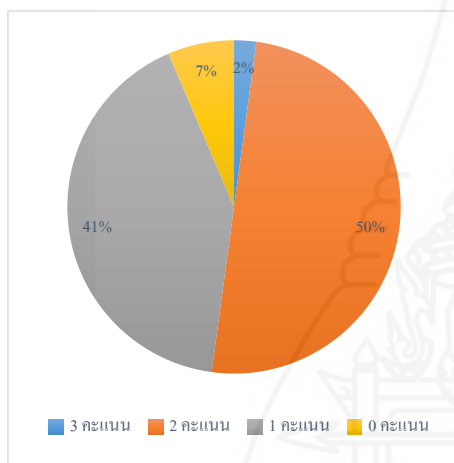


ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการทำ ความเข้าใจปัญหาของกลุ่มที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

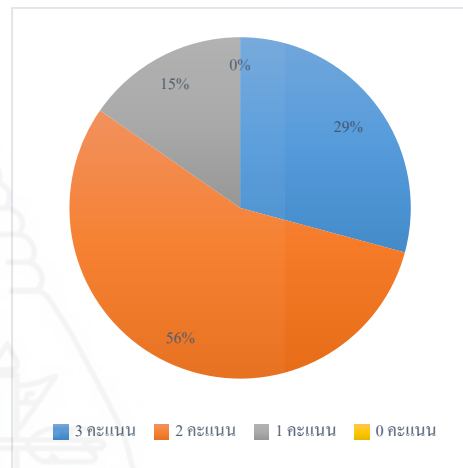
ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการทำ ความเข้าใจปัญหาของกลุ่มที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

จากภาพที่ 4.3 และภาพที่ 4.4 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถเขียนคำตอบได้ละเอียดและชัดเจน แสดงถึงความเข้าใจในปัญหาได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

2. ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นการเชื่อมโยงระหว่างเงื่อนไข ข้อมูลต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แล้วพิจารณาว่ามีวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับข้อมูล และเงื่อนไขในปัญหานั้นๆ โดยผู้วิจัยได้แสดงร้อยละของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดจำแนกตามระดับคะแนน ในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา ดังภาพที่ 4.5 และ ภาพที่ 4.6 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.5 แผนภูมิรูปวงกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา



ภาพที่ 4.6 แผนภูมิรูปวงกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา

จากภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.6 พบว่า ในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา มีจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ได้ 3 คะแนนมากกว่าจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้เนื่องจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เอื้ออำนวยให้นักเรียนได้ฝึกฝนการวางแผนการแก้ปัญหา สามารถหาแนวทางการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองและเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาของตนเองได้อย่างเป็นระบบตลอดทั้งหน่วยการเรียนรู้ จึงส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถเขียนแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียด ถูกต้อง และเป็นระบบมากขึ้น หลังจาก

ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่แผนการเรียนรู้ที่ 6 เป็นต้นไป โดยตัวอย่างโจทย์ปัญหา สำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ โจทย์ข้อที่ 3 ดังนี้

“รัฐนี้ต้องการห่อของขวัญทั้ง 4 กล่อง โดยติดเทปกาวให้ทั้ง 4 กล่องนั้นเรียงชิดติดกัน ก่อนจะทำการห่อในครั้งเดียว โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) $5 \times 5 \times 5$ ซม. จำนวน 2 กล่อง
- 2) $5 \times 5 \times 10$ ซม. จำนวน 1 กล่อง
- 3) $5 \times 10 \times 10$ ซม. จำนวน 1 กล่อง

อยากทราบว่า รัฐนี้ต้องเรียงกล่องอย่างไรจึงจะใช้กระดาษห่อของขวัญได้น้อยที่สุด และใช้กระดาษห่อของขวัญน้อยที่สุดเท่าไร”

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ดังภาพที่ 9 และภาพที่ 10 ตามลำดับ

แนวทางการแก้ปัญหา
ห่อของขวัญ 4 กล่องกัน แล้วตรวจสอบว่ากล่องไหนใช้
.....
.....
.....

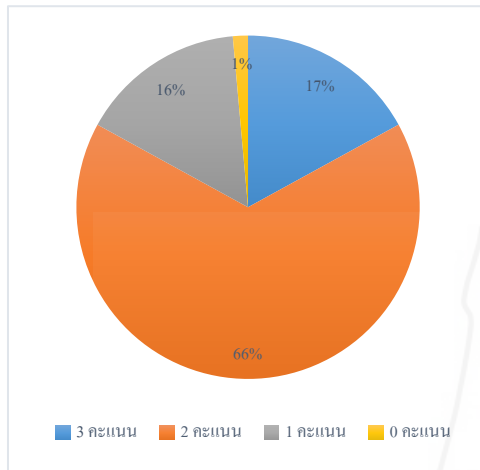
แนวทางการแก้ปัญหา
นำกล่องขนาด $5 \times 10 \times 10$ ไว้ข้างหลัง และวางกล่องเป็นขนาด
 $5 \times 5 \times 10$ ต่อมาเป็น $5 \times 5 \times 5$ จำนวน 2 กล่อง ติดกัน แล้วนำมาไว้
บนสุด จากนั้นพาดพันที่ผิวทั้งหมดของกล่อง ทั้ง 4 ที่ชิดรวมกันแล้ว
.....
.....

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างการทำแบบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหากลุ่มที่
ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

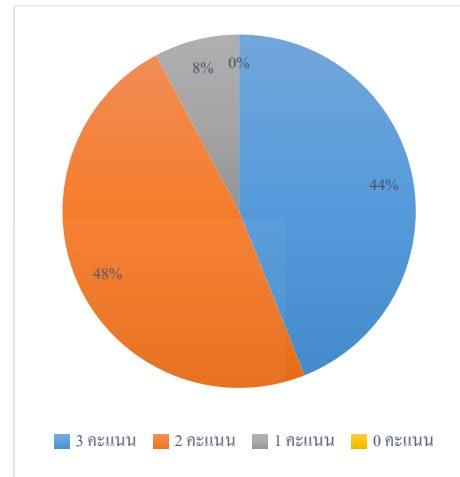
ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้น
การวางแผนการแก้ปัญหากลุ่มที่
ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

จากภาพที่ 4.7 และภาพที่ 4.8 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถเขียนวิธีการและแนวทางในการแก้ปัญหาได้ละเอียดและแสดงถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ระบบตามลำดับก่อนหลังได้ชัดเจนกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. ขั้นการดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้และมีการตรวจสอบทีละขั้นย่อย ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ โดยผู้วิจัยได้แสดงร้อยละของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดจำแนกตามระดับคะแนน ในขั้นการดำเนินการตามแผน ดังภาพที่ 11 และ ภาพที่ 12 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.9 แผนภูมิรูปวงกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ในชั้นการดำเนินการตามแผน



ภาพที่ 4.10 แผนภูมิรูปวงกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในชั้นการดำเนินการตามแผน

จากภาพที่ 4.9 และภาพที่ 4.10 พบว่า ในชั้นการดำเนินการตามแผน มีจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ได้ 3 คะแนนมากกว่าจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้เนื่องจาก ผู้วิจัยได้ฝึกฝนให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนตามแผนที่ได้วางไว้ในทุกแผนการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงความถูกต้องในการแก้ปัญหาคตามความรู้และประสบการณ์ของนักเรียน จึงส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถดำเนินการตามแผนและแก้ปัญหาคได้ถูกต้องมากขึ้นตามแนวทางหรือวิธีการที่เลือกใช้ หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่แผนการเรียนรู้ที่ 6 เป็นต้นไป โดยตัวอย่างโจทย์ปัญหาสำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคทางคณิตศาสตร์ คือ โจทย์ข้อที่ 3 ดังนี้

“รัชนีต้องการห่อของขวัญทั้ง 4 กล่อง โดยคิดเทพกาวให้ทั้ง 4 กล่องนั้นเรียงชิดติดกันก่อนจะทำการห่อในครั้งเดียว โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) $5 \times 5 \times 5$ ซม. จำนวน 2 กล่อง
- 2) $5 \times 5 \times 10$ ซม. จำนวน 1 กล่อง
- 3) $5 \times 10 \times 10$ ซม. จำนวน 1 กล่อง

อยากทราบว่า รัชนีต้องเรียงกล่องอย่างไรจึงจะใช้กระดาษห่อของขวัญได้น้อยที่สุด และใช้กระดาษห่อของขวัญน้อยที่สุดเท่าไร”

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการดำเนินการตามแผน ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ดังภาพที่ 4.11 และภาพที่ 4.12 ตามลำดับ

แสดงวิธีการแก้ปัญหา

$$1 \quad 5 \times 5 \times 5 = 125 \quad \text{กล่อง} = 250$$

$$2 \quad 5 \times 5 \times 10 = 250$$

$$3 \quad 5 \times 10 \times 10 = 500$$

$$= 250 + 250 + 500 = 1,000 \text{ กระดาษ}$$

ถ้าใช้ 3 กระดาษห่อกระดาษ 1,000 กระดาษ

เรียงซ้อนกันจึงจะใช้กระดาษน้อยที่สุด

250
250
500

ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการดำเนินการตามแผนของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

แสดงวิธีการแก้ปัญหา

ถาม: ใช้ของกล่องเรียงไว้ ยก. มี $D =$ 5 มก. ฐาน + (ความสูงรูป)

$$= 5(10 \times 10 + (10 + 10 + 10) \times 5)$$

$$= 5(100 + 150)$$

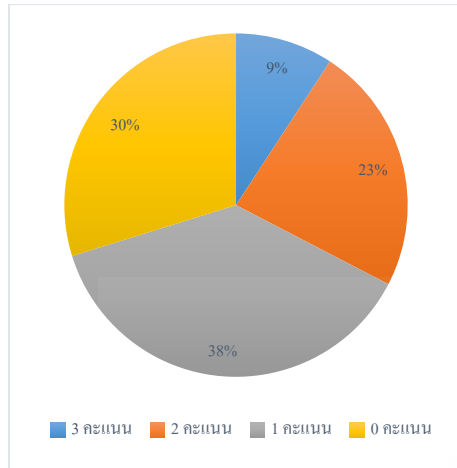
$$= 5(250) = 1250$$

ได้กระดาษห่อ 1250 ปร. 4 ม

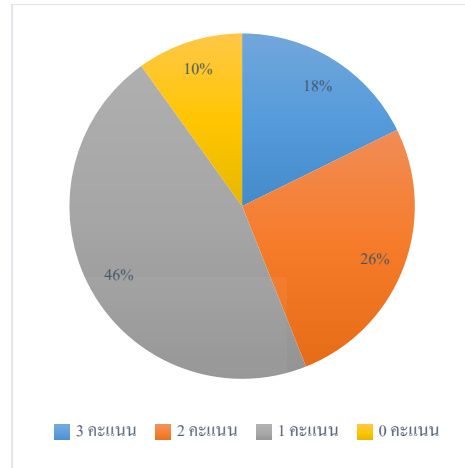
ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการดำเนินการตามแผนของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

จากภาพที่ 4.11 และภาพที่ 4.12 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ตรงตามแผนที่วางไว้ได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอนกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

4. ขั้นการตรวจสอบย้อนกลับ เป็นการสรุปและตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ โดยผู้วิจัยได้แสดงร้อยละของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดจำแนกตามระดับคะแนน ในขั้นการตรวจสอบย้อนกลับ ดังภาพที่ 15 และ ภาพที่ 16 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.13 แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ในชั้นการตรวจสอบย้อนกลับ



ภาพที่ 4.14 แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในชั้นการตรวจสอบย้อนกลับ

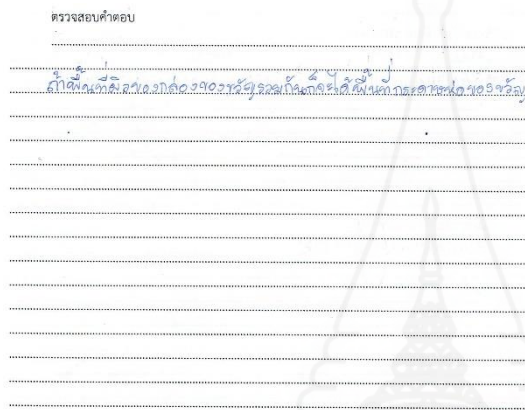
จากภาพที่ 4.13 และภาพที่ 4.14 พบว่า ในชั้นการตรวจสอบย้อนกลับ มีจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ได้ 3 คะแนนมากกว่าจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งนี้เนื่องจาก ผู้วิจัยได้สอดแทรกให้นักเรียนตระหนักถึงคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาในทุกแผนการเรียนรู้ว่า สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่ ซึ่งมีหลายวิธีในการตรวจสอบย้อนกลับ เช่น การใช้รูปภาพ การเขียนอธิบายอย่างละเอียด หรือการแทนคำตอบย้อนกลับไปหาข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้เพื่อความเหมาะสมผลในกระบวนการแก้ปัญหา จึงส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถแสดงวิธีการตรวจสอบย้อนกลับได้อย่างละเอียดและใช้วิธีการที่หลากหลายมากขึ้น หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่แผนการเรียนรู้ที่ 6 เป็นต้นไป โดยตัวอย่างโจทย์ปัญหาสำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ โจทย์ข้อที่ 3 ดังนี้

“ร้านนี้ต้องการห่อของขวัญทั้ง 4 ก้อน โดยติดเทปกาวให้ทั้ง 4 ก้อนนั้นเรียงชิดติดกันก่อนจะทำการห่อในครั้งเดียว โดยมีรายละเอียด ดังนี้

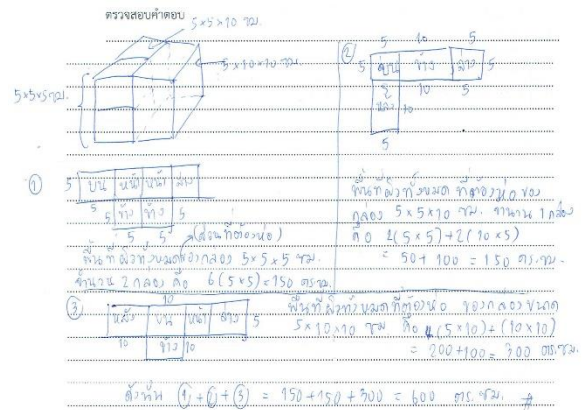
- 1) $5 \times 5 \times 5$ ซม. จำนวน 2 ก้อน
- 2) $5 \times 5 \times 10$ ซม. จำนวน 1 ก้อน
- 3) $5 \times 10 \times 10$ ซม. จำนวน 1 ก้อน

อยากทราบว่า รัชนีต้องเรียงกล่องอย่างไรจึงจะใช้กระดาษห่อของขวัญได้น้อยที่สุด และใช้กระดาษห่อของขวัญน้อยที่สุดเท่าไร”

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการตรวจสอบย้อนกลับของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ดังภาพที่ 4.15 และภาพที่ 4.16 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการตรวจสอบย้อนกลับของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ



ภาพที่ 4.16 ตัวอย่างการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการตรวจสอบย้อนกลับของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

จากภาพที่ 4.15 และภาพที่ 4.16 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถแสดงวิธีการตรวจสอบย้อนกลับโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และละเอียดชัดเจนกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผู้วิจัยได้สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระหว่างกลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดและกลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

1.2 สมมติฐานการวิจัย

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1.3.1 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนห้องละ 47 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

1.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จำนวน 8 แผน 14 ชั่วโมง

2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 8 แผน 14 ชั่วโมง

3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย โดยมุ่งวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอนของโพลยา จำนวน 3 ข้อ

1.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

2) ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และดำเนินการตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปกติ จำนวน 8 แผน ใช้เวลา 14 ชั่วโมง

3) ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

4) ผู้วิจัยนำผลการทดสอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นำผลคะแนนที่ได้วิเคราะห์ข้อมูล

1.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การทดสอบค่าที

1.4 ผลการวิจัย

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

2.1 จากการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่ากลุ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีวัตถุประสงค์หลัก คือ มุ่งให้นักเรียนทุกคนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยพลังและความสามารถของแต่ละบุคคล โดยมุ่งให้นักเรียนสามารถพัฒนาผลงานทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการเรียนของตนเองอย่างมีคุณภาพ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียน ให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหานั้น และให้โอกาสนักเรียนได้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเองมากขึ้น ได้ฝึกการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบย้อนกลับ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์,

2555, น.11; พัทธยากร บุสสยา, 2559, น.58) ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (พัทธยากร บุสสยา 2559; รอฮานี ปูตะ 2561; วณิชญา เจริญดี 2555; สิริพันธุ์ จันทราศรี 2557; ภิญาปวีร์ แสงกล้า 2559; ทนงศักดิ์ รัตอัน 2556)

2.2 ผู้วิจัยได้อภิปรายผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติจากผลการทดสอบ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา ผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียน โดยให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาผ่านการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหานั้นว่าโจทย์กำหนดอะไร มีเงื่อนไขของโจทย์หรือข้อมูลที่น่าสนใจคืออะไร และโจทย์ต้องการอะไร ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น.6) กล่าวว่า การสอนทักษะการคิดแก้ปัญหาจะต้องกำหนดสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้เด็กได้ฝึกฝนเพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญ ๆ ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริงและควรเป็นสถานการณ์ที่จำเป็นต่อการรู้จักคิดแก้ปัญหาได้ดี ซึ่งในการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ได้ 3 คะแนนมากกว่าจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติแต่ไม่มากนัก เนื่องจาก ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองมีเพียง 14 ชั่วโมง ซึ่งทักษะในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและตีความปัญหานั้นจำเป็นที่จะต้องฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง จึงจะเกิดผลแตกต่างที่ชัดเจนกว่านี้ อย่างไรก็ตาม นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีพัฒนาการในการทำทำความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง แม่นยำ และดีขึ้นตามลำดับ พิจารณาได้จากกรณีที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ และเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ด้วยความเข้าใจของตนเองได้ ส่วนเงื่อนไขของโจทย์นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนได้ดีแต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ อาจเป็นเพราะเงื่อนไขบางอย่างของโจทย์ไม่ได้ถูกระบุอยู่ในโจทย์ปัญหา แต่ต้องเกิดจากการตีความโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลาในการฝึกฝนต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนได้ฝึกฝนการวางแผนการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนเขียนแนวทางการแก้ปัญหาและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ตนเองมี ซึ่งนักเรียนอาจจะมีการแก้ปัญหาได้หลากหลายแนวทาง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Nohda (อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547, น.17) กล่าวว่า การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในขั้นวางแผนหาแนวทางการ

แก้ปัญหา นักเรียนต้องพยายามค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ของตนเอง ครูมีหน้าที่ชี้แนะให้นักเรียนได้อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางหาคำตอบที่หลากหลาย เพื่อสามารถนำไปพัฒนาเป็นความรู้ระดับสูงต่อไป และจากผลการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ได้ 3 คะแนนมากกว่าจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติค่อนข้างมาก เนื่องจาก ผู้วิจัยได้สอดแทรกการวางแผนการแก้ปัญหาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบตลอดทั้งหน่วยการเรียนรู้ อีกทั้ง นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดยังมีพัฒนาการในการวางแผนการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นตามลำดับอีกด้วย พิจารณาได้จากกรณีที่นักเรียนเริ่มเขียนแนวทางการแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 แนวทาง และสามารถวิเคราะห์การเลือกแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเหมาะสมอย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 3 ขั้นการดำเนินการตามแผน ผู้วิจัยให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม ซึ่งนักเรียนจะได้ทราบแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เพื่อร่วมกันหาแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง (2555, น.165) กล่าวว่า วิธีการแบบเปิดทำให้นักเรียนเกิดการสื่อสารกลุ่มย่อยทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดการพูดคุย อภิปราย และถกเถียงเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่มีคุณลักษณะความถูกต้องแม่นยำ ความคุ้มค่าและความอิสระของการคิดของนักเรียน แล้วทำให้นักเรียนมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเชิงการรู้และเกิดประสบการณ์เชิงอารมณ์ และจากผลการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ได้ 3 คะแนนมากกว่าจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติค่อนข้างมาก เนื่องจาก ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยได้เน้นให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหามาที่ได้วางแผนไว้อย่างเป็นขั้นตอน โดยให้คำนึงถึงความถูกต้องในการดำเนินการ จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ได้อย่างเป็นระบบและแม่นยำ นอกจากนี้ นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ยังมีพัฒนาการในการดำเนินการตามแผนที่ดีขึ้นตามลำดับ พิจารณาได้จากกรณีที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถดำเนินการแก้ปัญหามาตามแผนที่วางไว้ได้มากขึ้น มีกระบวนการและคำตอบที่ถูกต้อง แต่ทั้งนี้ ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังเขียนได้ไม่ละเอียดมากพอ อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการแก้ปัญหามาอย่างเป็นขั้นตอน จึงเป็นสิ่งที่ต้องได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบย้อนกลับ ผู้วิจัยให้นักเรียนตระหนักถึงคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา ว่าสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่ ทั้งนี้ อาจมีหลายวิธีประกอบกันในการตรวจสอบย้อนกลับ ไม่ว่าจะเป็น การใช้รูปภาพ การเขียนอธิบายอย่างละเอียด หรือการแทนคำตอบย้อนกลับ ไปหาข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อความสมเหตุสมผลในกระบวนการแก้ปัญหา และจากผลการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ได้ 3 คะแนนมากกว่าจำนวนนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติแต่ไม่มากนัก เนื่องจาก ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยได้เน้นให้นักเรียนตระหนักถึงคำตอบที่ได้ให้เหมาะสมหรือสอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไขของโจทย์ และสอดแทรกวิธีการในการตรวจสอบคำตอบอย่างหลากหลาย แต่ด้วยเวลาที่ไม่มากพอและ นักเรียนอาจจะยังไม่คุ้นเคยกับกระบวนการตรวจสอบย้อนกลับ จึงทำให้ยังมีนักเรียนบางคนที่ตรวจสอบคำตอบไม่ตรงกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ หรือตรงเงื่อนไขแต่คำตอบที่ได้ไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขนั้น ทั้งนี้ ครูจึงจำเป็นต้องหาแนวทางหรือวิธีการในการสนับสนุนการตระหนักคิดของนักเรียน เพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นคุณค่าและความสำคัญในการตรวจสอบย้อนกลับ และต้องอาศัยระยะเวลาให้นักเรียนฝึกฝนเพื่อให้เกิดความคุ้นเคยต่อไป

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคะแนนสูงสุดในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในห้องทดลองมีพัฒนาการในการแก้ปัญหาที่ดีกว่าห้องควบคุม อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในภาพรวมจะเห็นว่า พัฒนาการในการแก้ปัญหของนักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในห้องทดลองและห้องควบคุมต่างเป็นไปอย่างช้าๆ ซึ่งหากนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง อาจช่วยส่งเสริมให้ความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนดีขึ้นตามลำดับได้

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สามารถนำไปปรับใช้และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในเนื้อหาอื่น ๆ ได้ ซึ่งการนำไปใช้นั้น ครูควรศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ให้เข้าใจ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลที่ดีขึ้น

3.1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการระดมความคิดกันในกลุ่ม ให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแก้สถานการณ์ปัญหา จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และเน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบย้อนกลับ เพื่อเป็นการยืนยันว่าคำตอบนั้นถูกต้องหรือเหมาะสมกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้หรือไม่ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจกระบวนการตรวจสอบย้อนกลับหรือมีกระบวนการตรวจสอบย้อนกลับที่ผิดพลาด ครูควรชี้แจงหรืออธิบายหรือยกตัวอย่างการตรวจสอบย้อนกลับให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความสำคัญของการตรวจสอบย้อนกลับมากขึ้น

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการจัดกิจกรรมที่เอื้อต่อการเรียนรู้กับเนื้อหาอื่นๆ หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ควรมีการศึกษาและปรนเปรอผู้ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

3.2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับงานวิจัยครั้งต่อไปอาจปรับเปลี่ยนตัวแปรที่ศึกษา เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2540). *เอกสารเสริมความรู้พื้นฐาน ระดับประถมศึกษา เรื่องทักษะการแก้ปัญหา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- กุลศิริ โจนพรม. (2551). *การพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหา วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, นครราชสีมา.
- ชญาภา ใจโปร่ง. (2554). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ชนิดาภรณ์ บุญประจักษ์. (2557). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ตติมา ทิพย์จิดาชัยกุล. (2557). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ทะนงศักดิ์ รัตอัน. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์เสริมด้วยวิธีการแบบเปิดที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, อุดรธานี.
- ทัศนวรรณ เล็งตามดี. (2552). *การสร้างปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

- ทิสนา แคมมณี. (2551). *รูปแบบการสอน*. กรุงเทพฯ. บุรพาศึลปะการพิมพ์.
- เที่ยง อินทร์ปัญญา. (2554). *การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างครูกับนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- นริศรา สำราญวงษ์. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ SSCS เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด*. กรุงเทพฯ. 9119 เทคนิคพรินต์ติ้ง.
- ประภาวดี ไพราม. (2551). *การพัฒนาความตระหนักคิดระหว่างการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยวิธีการแบบเปิด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2556). *การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์*. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ Foundations and Methodologies of Mathematics Instruction* หน่วยที่ 6-10 (พิมพ์ครั้งที่ 2, น.80-95). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พัทธยากร บุสสยา. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี
- พิชชา ศรีบุญมี. (2560). *การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, ลพบุรี.
- กัญญาปวีร์ แสงกล้า. (2559). *การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตน่ารู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). *การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ของญี่ปุ่น*. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2554). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการเรียนเพื่อการพัฒนา
เครือข่ายครุคณิตศาสตร์. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น.
- _____. (2555). การพัฒนาวิชาชีพครุคณิตศาสตร์ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson
Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach). ในการอบรมเชิงปฏิบัติการในโครงการ
พัฒนาวิชาชีพครุคณิตศาสตร์ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และ
วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในเขตพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช วันที่ 17-19
ตุลาคม พ.ศ.2558. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และคณะ. (2561). การคิดเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
5 ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด. วารสารวิจัย มข. ฉบับสาขามนุษยศาสตร์และ
สังคมศาสตร์ (ฉบับธุรกิจและเศรษฐกิจ), 6(1), 46-56.
- รอฮานี ปูตะ. (2561). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้น
เรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต).
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- ลัดดา ศิลาน้อย. (2549). ปัญหาปลายเปิด Open Approach ในนวัตกรรมการสอนกลุ่มสาระการ
เรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม. วารสารศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 29(1), 24-34.
- วนัญญา เชิงดี. (2555). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการแบบเปิด
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต).
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.
- วิจารณ์ พานิช. (2557). Open approach: วิธีประยุกต์การจัดการเรียนรู้แบบ Active learning สู่การ
เรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. สืบค้น 15 ธันวาคม 2561, จาก
www.gotoknow.org/posts/568714.
- วิไลพร นาควรรณกิจ. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง โดยใช้เทคนิค
KWDL เรื่อง โจทย์ปัญหาการวัด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
จังหวัดปทุมธานี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต).
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี.

- วาสุกีร์ ใจจันทร์. (2555). การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายใต้บริบทของการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2555). ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ หลักสูตร การสอนและการวิจัย. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- ศิริพงษ์ กัลยาณหริต, สรารัตน์ ฉลองกลาง, อภิญญา จำปาหลาย และอัสราพร ทองเจริญ. (2549). การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาโดยรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้และการสอนแบบวิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองยางพิทยาคม จังหวัดนครราชสีมา (การศึกษาค้นคว้าอิสระ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิวมีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สมจิตร กำเนิดผล. (2546). ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ กับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.
- สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง. (2555). การสื่อสารกลุ่มย่อยทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนภายใต้บริบทของการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คุรุสภา
- _____. (2551). เป้าหมายของการเรียนคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 53(599-601), 16-17.
- สิริพันธุ์ จันทราศรี. (2557). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

- สุกัญญา วิทยศิริโพธิ์. (2557). *ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สุธิดา สุขสิงห์. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบแก้ปัญหาของโพล ยากับวิธีสอนแบบแก้ปัญหาที่เน้นประสบการณ์ทางภาษา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, ลพบุรี.
- สุมณฑา สิงห์ษา. (2557). *ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach)*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *ครบเครื่องเรื่องการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อิฟฟิต กาเดร์. (2559). *ผลของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- Charles, Randall.;Lester, Frank.; & O'Daffer,Phares. (1987). *How to Evaluate progress in Problem Solving*. Reston, Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Krulik,Stephen, and Jesse A. Rudnick. (1993). *Reasoning and problem Solving*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Nohda, N. (n.d.). *A study of "open approach" method in school mathematics teaching: Focus on mathematical problem solving activities & emclesh*. Ibaraki: Institute of Education, University of Tsukuba.
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. 2nded. New York: Doubleday.

Whitney, D. R. and D.L. Sabers. (1970). *Improving Essay Examinations III. Use of Item analysis.*
Teaching Bulletin 11. Mimeographed. (Iowa City: University Evaluation and
Examination Service).





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สืบราชสันตติวงศ์

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือ



รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือ

1. ชื่อ นางสาวไอริน ถาวรนันท์

สถานที่ทำงาน โรงเรียนประจวบวิทยาลัย 304 อำเภอเมืองจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
 วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยบูรพา
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ประสบการณ์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ 8 ปี สอนวิชา
 คณิตศาสตร์ ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และ
 รองหัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ

2. ชื่อ นางสาวชามนตร์ จินดาไทย

สถานที่ทำงาน โรงเรียนประจวบวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
 วุฒิการศึกษา ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยรามคำแหง ได้รับทุน
 โครงการยกระดับคุณภาพครูทั้งระบบ (Master Teacher รุ่นที่ 1) โดย สพฐ.
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ประสบการณ์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ 12 ปี สอนวิชา
 คณิตศาสตร์ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งครูผู้สอนและครูกลุ่มบริหารงานงบประมาณ และสินทรัพย์

3. ชื่อ นางสาวสินี ต้นประเสริฐ

สถานที่ทำงาน โรงเรียนประจวบวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
 วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ ประสบการณ์การสอนวิชาคณิตศาสตร์ 12 ปี
 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งครูผู้สอนและครูกลุ่มบริหารงานวิชาการ



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้

วิธีการแบบเปิด

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 พื้นที่ผิวของทรงกระบอก
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ปริมาตรของทรงกระบอก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

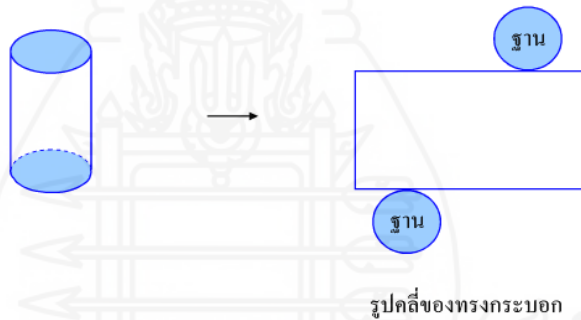
หน่วยย่อย เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกระบอก

เวลา 1 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ทรงกระบอก คือ รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐานแล้ว จะได้หน้าตัดเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการกับฐานเสมอ

การหาพื้นที่ผิวของรูปเรขาคณิตสามมิติใด ๆ เป็นการหาพื้นที่ของพื้นที่ผิวทั้งหมดของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น โดยพื้นที่ผิวของทรงกระบอกเท่ากับพื้นที่ทั้งหมดของรูปคลี่ของทรงกระบอก



จะได้สูตรการหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอก ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{สูตรการหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอก} &= 2\text{พื้นที่ฐาน} + \text{พื้นที่ผิวข้าง} \\ &= 2\pi r^2 + 2\pi rh \end{aligned}$$

ดังนั้น สูตรการหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอก = $2\pi r^2 + 2\pi rh$ เมื่อ r = รัศมีของฐาน

h = ความสูงของ

ทรงกระบอก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนบอกสูตรในการหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอกได้
2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิวทรงกระบอกได้

สาระการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับพื้นที่ผิวทรงกระบอก

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนบทเรียน

1. ครูกับนักเรียนร่วมกันทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาในประเด็นที่เกี่ยวกับความหมายของรูปเรขาคณิตสามมิติ ลักษณะ รูปคลี่ สูตรการหาพื้นที่ผิวของปริซึม เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอก

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด

2. ครูเชื่อมโยงเข้าสู่สถานการณ์ปัญหา โดยแจกใบกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกระบอก และนำเสนอสถานการณ์ปัญหาผ่าน Visualizer โดยมีสถานการณ์ปัญหา ดังนี้



“วีรวัฒน์ ต้องการนำริบบิ้นมาทำพวงมาลัยขายในงานวัด โดยใช้ริบบิ้นมาสร้างเป็นห่วงที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 2 เซนติเมตร วมคล้องต่อกัน 20 ห่วงต่อพวงมาลัย 1 พวง ถ้าความกว้างของริบบิ้นเป็น 1 เซนติเมตร ต้องใช้ริบบิ้นประมาณเท่าไรในการทำพวงมาลัย 100 พวง” แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

1. จากปัญหาทางคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหากำหนดอะไรบ้าง (วีรวัฒน์ ต้องการทำพวงมาลัยจากริบบิ้นมาขายในงานวัด โดยใช้ริบบิ้นมาสร้างเป็นห่วงที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอก มีเส้นผ่าน

ศูนย์กลางเป็น 2 เซนติเมตร มาตรฐานต่อกัน 20 หัวต่อพวงมาลัย 1 พวง โดยความกว้างของริบบิ้น เป็น 1 เซนติเมตร และต้องการทำพวงมาลัยจำนวน 100 พวง)

2. จากปัญหาทางคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร (ต้องใช้ริบบิ้นประมาณเท่าไรในการทำพวงมาลัย 100 พวง)

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาปัญหา แล้วให้นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 1 พร้อมทั้งบันทึกคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 4.1

4. ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่าต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างจึงจะแก้ปัญหาดังกล่าวได้ (การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม การหาพื้นที่ของวงกลม การหาพื้นที่ผิวของปริซึมหลายเหลี่ยม)

5. ให้นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจ ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกระบอก จากนั้นให้นักเรียนในแต่ละกลุ่ม (ที่ได้จัดกลุ่มไว้แล้ว โดยจัดกลุ่มแบบความสามารถ กลุ่มละ 4 คน จำนวน 11 กลุ่ม และกลุ่มละ 3 คน จำนวน 1 กลุ่ม) ร่วมกันหาแนวทางในการแก้สถานการณ์ปัญหาให้ได้หลากหลายมากที่สุด แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4.1 ข้อ 2.1

6. สมาชิกกลุ่มร่วมกันเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมหนึ่งแนวทาง พร้อมกับบันทึกแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือกลงในใบกิจกรรมที่ 4.1 ข้อ 2.2

7. สมาชิกกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือก พร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 4.1 ข้อ 3

8. สมาชิกกลุ่มร่วมกันพิจารณาและอธิบายความสอดคล้องของคำตอบที่ได้กับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4.1 ข้อ 4 จากนั้นครูพิจารณาแนวคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่มแล้วคัดเลือกกลุ่มที่จะออกมานำเสนอเป็นลำดับต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายทั้งชั้นและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน

9. ครูให้ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหากลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน จำนวน 2 กลุ่ม โดยเรียงลำดับตามแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องน้อยที่สุดจนถึงแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์มากที่สุด โดยให้ตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองบนกระดาน และให้อธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหานั้นอย่างละเอียด โดยครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในชั้นเรียน ระหว่างที่ตัวแทนกลุ่มกำลังอธิบายการแก้ปัญหา ทั้งนี้ เมื่อจบ

หน่วยการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะถูกคัดเลือกให้ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนจนครบทุกกลุ่ม อย่างน้อยกลุ่มละ 1 ครั้ง

10. ครูสุ่มถามนักเรียน หลังจากตัวแทนกลุ่มอธิบายเสร็จ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และครูอาจแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดการแก้ปัญหาเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกับนักเรียน

11. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงข้อดี ข้อควรปรับปรุงในการแก้ปัญหากลุ่มของแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งร่วมกันเสนอแนะและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ โดยครูใช้คำถาม “การแก้ปัญหากลุ่มแต่ละกลุ่มมีข้อดีและข้อควรปรับปรุงอย่างไร”

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหากลุ่มอื่น ๆ ถึง แนวคิด และข้อแตกต่างของแต่ละกลุ่ม โดยครูใช้คำถาม “การแก้ปัญหากลุ่มเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร”

13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า การแก้ปัญหากลุ่มใดมีความเหมาะสมกับปัญหาที่กำหนดให้ พร้อมกับอธิบายเหตุผลประกอบ ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 แนวคิด

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปและสร้างปัญหาใหม่

14. หลังจากการอภิปรายความเหมาะสมของแนวคิดในการแก้ปัญหา ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปการหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอก และเชื่อมโยงเข้าสู่สูตรการหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอก

15. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างปัญหาใหม่ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของทรงกระบอก โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มอาจเพิ่มหรือลดข้อมูล เงื่อนไขในสถานการณ์ปัญหานั้น พร้อมทั้งบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4.2 การสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกระบอก โดยครูทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะในการสร้างปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

16. ครูรวบรวมสถานการณ์ปัญหาที่ถูกสร้างขึ้นมาจากทุกกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนจดสถานการณ์ปัญหาของทุกกลุ่มแล้วทำการบ้านลงในสมุด

สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกระบอก
2. ใบกิจกรรมที่ 4.2 การสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกระบอก
3. ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกระบอก

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตจากการร่วมตอบคำถามและร่วมทำกิจกรรมในชั้นเรียน
2. ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 4.1 และ 4.2



ใบกิจกรรมที่ 4.1

เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกระบอก

คำสั่ง ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้



“วีรวัฒน์ ต้องการนำริบบิ้นมาทำพวงมาลัยขายในงานวัด โดยใช้ริบบิ้นมาสร้างเป็นห่วงที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 2 เซนติเมตร mak ล้อมต่อกัน 20 ห่วงต่อพวงมาลัย 1 พวง ถ้าความกว้างของริบบิ้นเป็น 1 เซนติเมตร ต้องใช้ริบบิ้นประมาณเท่าไรในการทำพวงมาลัย 100 พวง”

1. วิเคราะห์ปัญหา: ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการแก้ปัญหาอย่างละเอียด
 - 1.1 โจทย์ปัญหากำหนดอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา: ให้นักเรียนเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

2.1 แนวทางการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวทาง)

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 เลือกแนวทางที่เหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง

.....

.....

.....

.....

.....

2. ดำเนินการตามแผน : ให้นักเรียนแก้ปัญหาตามแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้

.....

.....

.....

.....

.....

3. ตรวจสอบย้อนกลับ : ให้นักเรียนตรวจสอบผลการแก้ปัญหาที่ได้พร้อมให้เหตุผลประกอบ

4.1 เขียนคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้สอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร

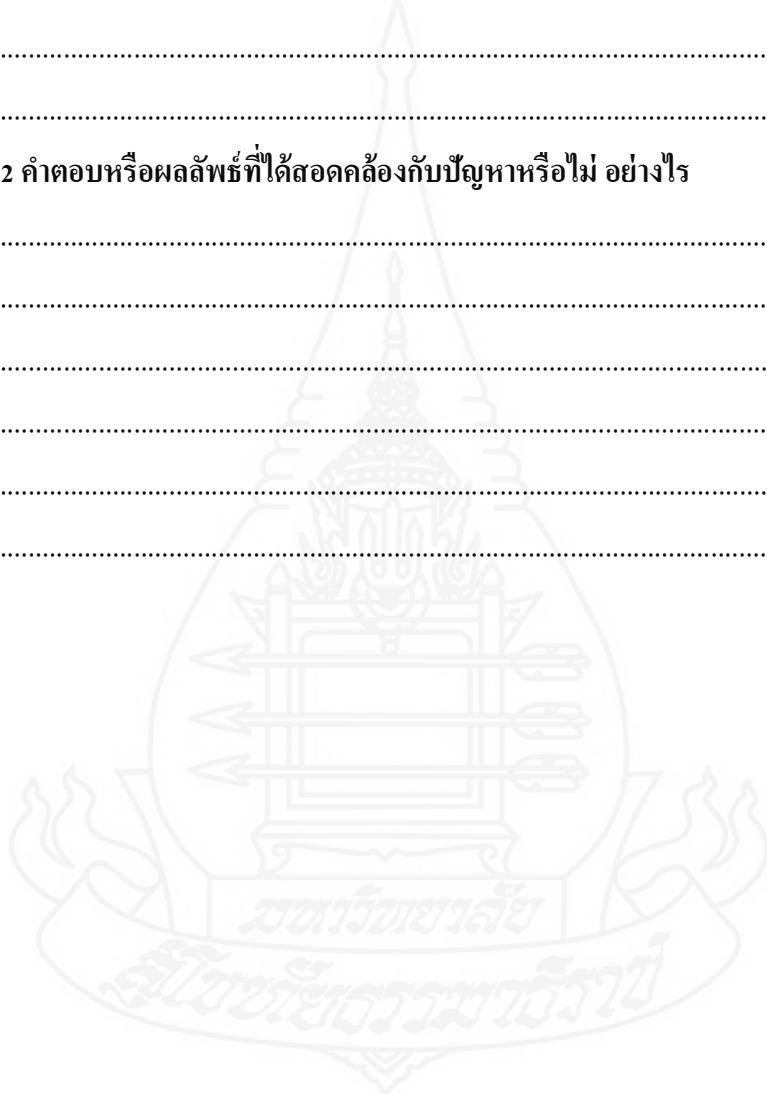
.....

.....

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมที่ 4.2

การสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกระบอก

คำสั่ง : ให้นักเรียนร่วมกันสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ใหม่จากปัญหาเดิม

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใหม่

.....

.....

.....

.....

.....

คำสั่ง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแก้ปัญหาดังนี้

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มที่

.....

.....

.....

.....

.....

- วิเคราะห์ปัญหา: ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการแก้ปัญหาลงอย่างละเอียด

1.1 โจทย์ปัญหาคำหนดอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. วางแผนแก้ปัญหา: ให้นักเรียนเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

2.1 แนวทางการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวทาง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 เลือกแนวทางที่เหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง

.....

.....

.....

.....

.....

3. ดำเนินการตามแผน : ให้นักเรียนแก้ปัญหาตามแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้

.....

.....

.....

.....

.....

4. ตรวจสอบย้อนกลับ : ให้นักเรียนตรวจสอบผลการแก้ปัญหาที่ได้พร้อมให้เหตุผลประกอบ

4.1 เขียนคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้สอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร

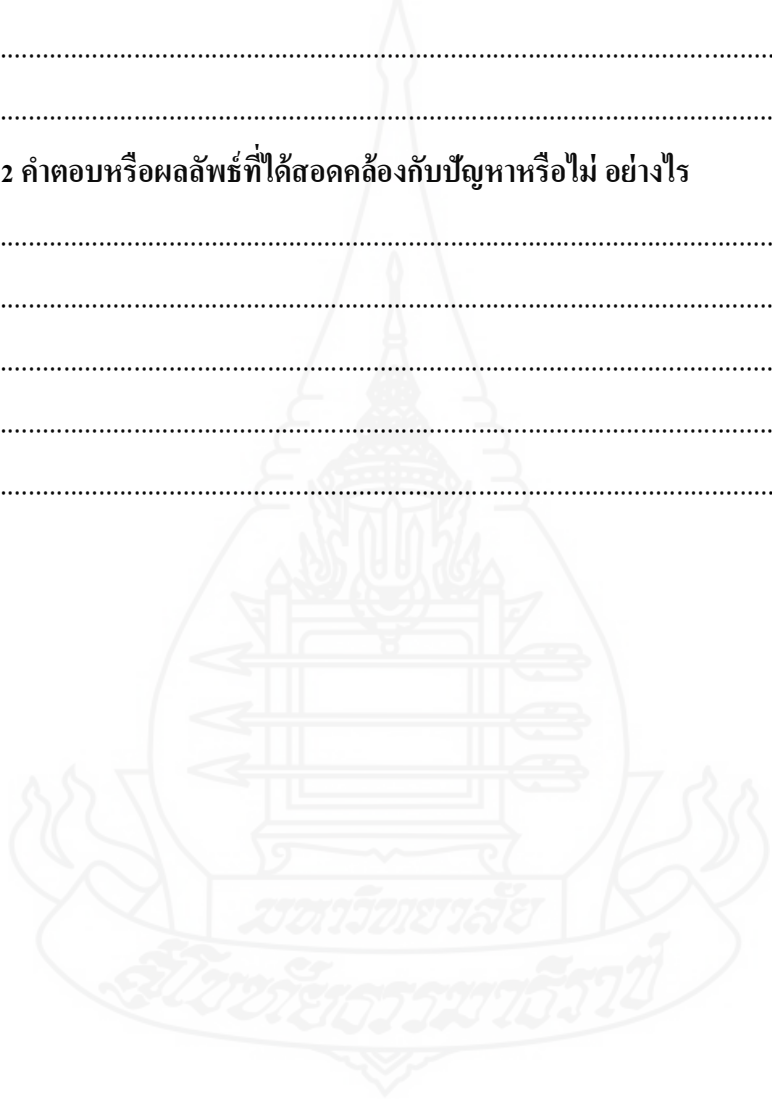
.....

.....

.....

.....

.....

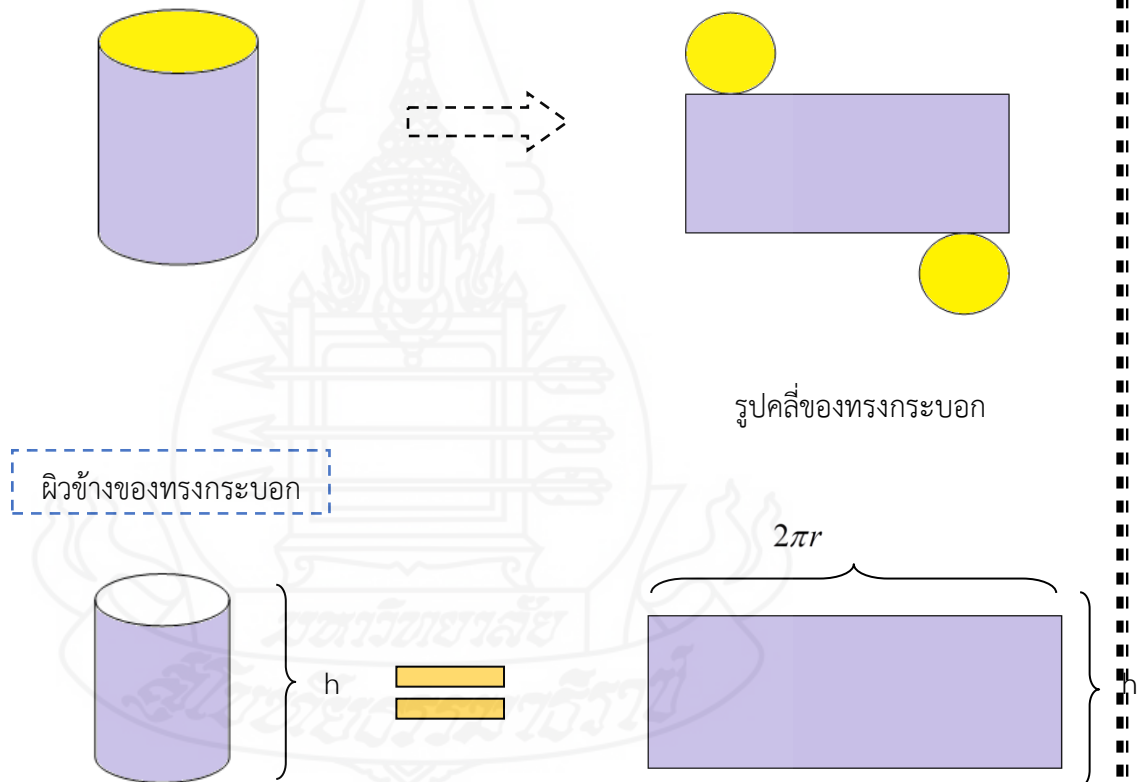


ใบความรู้ที่ 4

เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกระบอก

การหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอก

การหาพื้นที่ผิวของรูปเรขาคณิตสามมิติใด ๆ เป็นการหาพื้นที่ของพื้นที่ผิวทั้งหมดของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น โดยพื้นที่ผิวของทรงกระบอกเท่ากับพื้นที่ทั้งหมดของรูปคลี่ของทรงกระบอก



จะได้สูตรหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอก ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{สูตรการหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอก} &= 2(\text{พื้นที่ฐาน}) + \text{พื้นที่ผิวข้าง} \\ &= 2(\text{พื้นที่ของวงกลม}) + \text{พื้นที่ผิวข้าง} \\ &= 2\pi r^2 + 2\pi rh \end{aligned}$$

ดังนั้น สูตรการหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอก = $2\pi r^2 + 2\pi rh$ หรือ $2\pi r(r+h)$

เมื่อ r = รัศมีของฐาน และ h = ความสูงของทรงกระบอก

$$\text{สูตรการหาพื้นที่ผิวของทรงกระบอก} = 2\pi r^2 + 2\pi rh$$

เฉลยใบงานที่ 4.1 เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกระบอก

คำสั่ง ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้



วิวัฒน์ ต้องการนำริบบิ้นมาทำพวงมาลัยขายในงานวัด โดยใช้ริบบิ้นมาสร้างเป็นห่วงที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 2 เซนติเมตร ราคาล้างต่อกัน 20 ห่วงต่อพวงมาลัย 1 พวง ถ้าความกว้างของริบบิ้นเป็น 1 เซนติเมตร ต้องใช้ริบบิ้นประมาณเท่าไรในการทำพวงมาลัย 100 พวง

1. วิเคราะห์ปัญหา: ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์

กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

1.1 โจทย์ปัญหาคำหนดอะไรบ้าง

- ในการทำพวงมาลัย 1 พวง จะใช้ริบบิ้นที่มีขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร มาสร้างเป็นห่วงที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 2 เซนติเมตร ราคาล้างต่อกัน 20 ห่วง

1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร

- ต้องใช้ริบบิ้นประมาณเท่าไรในการทำพวงมาลัย 100 พวง

2. วางแผนแก้ปัญหา: ให้นักเรียนเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

2.1 แนวทางการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวทาง)

แนวทางที่ 1 หาพื้นที่ผิวข้างของห่วง 1 ห่วงโดยใช้สูตรการหาพื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอก แล้วคูณ

ด้วย 20 และคูณด้วย 100

แนวทางที่ 2 หาพื้นที่ผิวข้างโดยใช้สูตรการหาพื้นที่ของสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยหาความยาวรอบวงของ

ห้วง 1 ห่วง แล้วคูณด้วย 20 (ด้านยาว) คูณด้วย 1 (ด้านกว้าง) แล้วคูณด้วย 100

แนวทางที่ 3 หาจำนวนห่วงทั้งหมดที่ใช้ในการทำพวงมาลัย 100 พวง คูณด้วย พื้นที่ผิวข้างของห่วง

2.2 เลือกแนวทางที่เหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง

เลือกใช้แนวทางที่ 1 ในการแก้ปัญหา

หาพื้นที่ผิวข้างของห่วง 1 ห่วงโดยใช้สูตรการหาพื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอก แล้ว

คูณด้วย 20 และคูณด้วย 100

1. ดำเนินการตามแผน : ให้นักเรียนแก้ปัญหาตามแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้

จากสถานการณ์ปัญหา

กำหนด เส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 2 เซนติเมตร จะได้ว่ารัศมี (r) เท่ากับ 1 เซนติเมตร

ริบบิ้นมีขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร จะได้ความสูงของทรงกระบอก (h) เท่ากับ 1 เซนติเมตร

สูตรการหาพื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอก $= 2\pi rh$

พื้นที่ของริบบิ้นที่ใช้ในการสร้างห่วง 1 ห่วง $\approx 2 \times 3.14 \times 1 \times 1$

≈ 6.28 ตารางเซนติเมตร

เนื่องจากพวงมาลัย 1 พวง ต้องใช้ห่วงจำนวน 20 ห่วง มาคล้องต่อกัน

ดังนั้น พื้นที่ของริบบิ้นในการทำพวงมาลัย 1 พวง $\approx 6.28 \times 20$

≈ 125.6 ตารางเซนติเมตร

แต่วิวัฒน์ต้องการทำพวงมาลัย 100 พวง

ดังนั้น พื้นที่ของริบบิ้นในการทำพวงมาลัย 100 พวง $\approx 125.6 \times 100$

$\approx 12,560$ ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น ต้องใช้ริบบิ้นประมาณ 12,560 ตารางเซนติเมตร ในการทำพวงมาลัย 100 พวง

2. ตรวจสอบย้อนกลับ : ให้นักเรียนตรวจสอบผลการแก้ปัญหาที่ได้พร้อมให้เหตุผลประกอบ

4.1 เขียนคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้

ต้องใช้ริบบิ้นประมาณ 12,560 ตารางเซนติเมตร ในการทำพวงมาลัย 100 พวง

4.2 คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้สอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร

สอดคล้องกับปัญหา เนื่องจากคำตอบ คือ ต้องใช้รีบบิ้นประมาณ 12,560 ตารางเซนติเมตร ในการทำพวงมาลัย 100 พวง เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าจะต้องใช้ห่วงจำนวน $20 \times 100 = 2,000$ ห่วง ในการทำพวงมาลัยจำนวน 100 พวง จากการคำนวณหาพื้นที่ของรีบบิ้นในการทำห่วง 1 ห่วง มีค่าเท่ากับ 6.28 ตารางเซนติเมตร ดังนั้น พื้นที่ของรีบบิ้นทั้งหมด $= 6.28 \times 2,000 = 12,560$ ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากัน



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

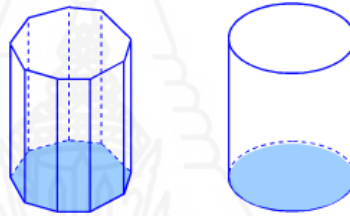
หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

หน่วยย่อย เรื่อง ปริมาตรของทรงกระบอก

เวลา 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ทรงกระบอก คือ รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐานแล้ว จะได้หน้าตัดเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการกับฐานเสมอ



ทรงกระบอกมีลักษณะใกล้เคียงกับปริซึมที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่มีจำนวนด้านมาก ๆ ดังนั้น การหาปริมาตรของทรงกระบอกจึงหาได้ในทำนองเดียวกันกับการหาปริมาตรของปริซึม

นั่นคือ ปริมาตรของทรงกระบอก = พื้นที่ฐาน x ความสูง

เนื่องจากพื้นที่ฐานหาได้จากพื้นที่ของวงกลมที่เป็นฐานของทรงกระบอก ซึ่งเท่ากับ πr^2 เมื่อ r แทนรัศมีของวงกลมที่เป็นฐานของทรงกระบอก และ h แทนความสูงของทรงกระบอก

ดังนั้น ปริมาตรของทรงกระบอก = $\pi r^2 h$

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนบอกสูตรในการหาปริมาตรของทรงกระบอกได้
2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับปริมาตรทรงกระบอกได้

สาระการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับปริมาตรทรงกระบอก

กิจกรรมการเรียนรู้

(ชั่วโมงที่ 1)

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนบทเรียน

1. นักเรียนร่วมกันทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาในประเด็นที่เกี่ยวกับความหมายของรูปเรขาคณิตสามมิติ ลักษณะ รูปคลี่ สูตรการหาปริมาตรของปริซึม เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการหาปริมาตรของทรงกระบอก

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด

2. ครูเชื่อมโยงเข้าสู่สถานการณ์ปัญหา โดยแจกใบกิจกรรมที่ 5.1 เรื่อง ปริมาตรของทรงกระบอก และนำเสนอสถานการณ์ปัญหาผ่าน Visualizer โดยมีสถานการณ์ปัญหา ดังนี้ “ช่วงใกล้วันเข้าพรรษาจะมีการหล่อเทียนตามประเพณีหล่อเทียนเข้าพรรษา โดยการนำพาราฟินและแว็กซ์มาผสมกัน ต้มให้หลอมละลายแล้วเอามาเทใส่พิมพ์ สุชาลีณีได้สร้างพิมพ์สำหรับหล่อเทียน 3 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 0.7 เมตร

แบบที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร สูง 1 เมตร

แบบที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 1.4 เมตร

สุชาลีณีคำนวณแล้วว่าพาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้วมีปริมาตรทั้งหมดเป็น 100 ลิตร จงหาว่า สุชาลีณีจะหล่อเทียนแบบละกี่ต้น จึงจะทำให้ปริมาตรของพาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้วเหลือไม่เกิน 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร” แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

1) จากปัญหาทางคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหากำหนดอะไรบ้าง (กำหนดขนาดของพิมพ์สำหรับหล่อเทียน ได้แก่ แบบที่ 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 0.7 เมตร แบบที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร สูง 1 เมตร แบบที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 1.4 เมตร และปริมาตรของพาราฟินและแว็กซ์ทั้งหมดเป็น 100 ลิตร ต้องการหล่อเทียนให้ปริมาตรของพาราฟินและแว็กซ์เหลือไม่เกิน 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร)

2) จากปัญหาทางคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร (สุรชาติณีจะหล่อเทียนแบบละกี่ต้น จึงจะทำให้ปริมาตรของพาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้วเหลือไม่เกิน 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร)

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาปัญหา แล้วให้นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 1 พร้อมทั้งบันทึกคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 5.1

4. ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่าต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างจึงจะแก้ปัญหาดังกล่าวได้ (การหาพื้นที่ของวงกลม การหาปริมาตรของปริซึม)

5. ให้นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจ ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง ปริมาตรของทรงกระบอก จากนั้นให้นักเรียนในแต่ละกลุ่ม (ที่ได้จัดกลุ่มไว้แล้ว โดยจัดกลุ่มแบบความสามารถ กลุ่มละ 4 คน จำนวน 11 กลุ่ม และกลุ่มละ 3 คน จำนวน 1 กลุ่ม) ร่วมกันหาแนวทางในการแก้สถานการณ์ปัญหาให้ได้หลากหลายมากที่สุด แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 5.1 ข้อ 2.1

6. สมาชิกกลุ่มร่วมกันเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง พร้อมกับบันทึกแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือกลงในใบกิจกรรมที่ 5.1 ข้อ 2.2

7. สมาชิกกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือก พร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 5.1 ข้อ 3

8. สมาชิกกลุ่มร่วมกันพิจารณาและอธิบายความสอดคล้องของคำตอบที่ได้กับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 5.1 ข้อ 4 จากนั้นครูเก็บรวบรวมใบกิจกรรมที่ 5.1 เพื่อพิจารณาแนวทางการแก้ปัญหของนักเรียนแล้วคัดเลือกกลุ่มที่จะออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหของกลุ่มตนเองในช่วงต่อไป

(ชั่วโมงที่ 2)

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายทั้งชั้นและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน

9. ครูให้ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน จำนวน 4 กลุ่ม ตามที่ครูได้คัดเลือกแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มในช่วงที่แล้ว โดยเรียงลำดับตามแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องน้อยที่สุดจนถึงแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์มากที่สุด โดยให้ตัวแทนกลุ่มออกมาเขียนกระบวนการแก้ปัญหของกลุ่มตนเองบนกระดาน และให้อธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหานั้นอย่างละเอียด โดยครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในชั้นเรียน ระหว่างที่ตัวแทนกลุ่มกำลังอธิบายการแก้ปัญหา ทั้งนี้ เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะถูกคัดเลือกให้ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนจนครบทุกกลุ่มอย่างน้อยกลุ่มละ 1 ครั้ง

10. ครูสุ่มถามนักเรียน หลังจากตัวแทนกลุ่มอธิบายเสร็จ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และครูอาจแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดการแก้ปัญหาเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกับนักเรียน

11. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงข้อดี ข้อควรปรับปรุงในการแก้ปัญหากลุ่มพร้อมทั้งร่วมกันเสนอแนะและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ โดยครูใช้คำถาม “การแก้ปัญหากลุ่มมีข้อดีและข้อควรปรับปรุงอย่างไร”

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหากลุ่มอื่น ๆ ถึง แนวคิด และข้อแตกต่างของแต่ละกลุ่ม โดยครูใช้คำถาม “การแก้ปัญหากลุ่มเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร”

13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า การแก้ปัญหาหรือแนวคิดของกลุ่มใดมีความเหมาะสมกับปัญหาที่กำหนดให้ พร้อมกับอธิบายเหตุผลประกอบ ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 แนวคิด

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปและสร้างปัญหาใหม่

14. หลังจากการอภิปรายความเหมาะสมของแนวคิดในการแก้ปัญหา ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปการหาปริมาตรของทรงกระบอก และเชื่อมโยงเข้าสู่สูตรการหาปริมาตรของทรงกระบอก

15. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างปัญหาใหม่ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาตรของทรงกระบอก โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มอาจเพิ่มหรือลดข้อมูล เงื่อนไขในสถานการณ์ปัญหานั้น พร้อมทั้งบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 5.2 การสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรของทรงกระบอก โดยครูทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะในการสร้างปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

16. ครูรวบรวมสถานการณ์ปัญหาที่ถูกสร้างขึ้นมาจากทุกกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนจดสถานการณ์ปัญหาของทุกกลุ่มแล้วทำการบ้านลงในสมุด

สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 5.1 เรื่อง ปริมาตรของทรงกระบอก
2. ใบกิจกรรมที่ 5.2 การสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรของทรงกระบอก

3. ไบความรู้ที่ 5 เรื่อง ปริมาตรของทรงกระบอก

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตจากการร่วมตอบคำถามและร่วมทำกิจกรรมในชั้นเรียน
2. ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 5.1 และ 5.2



ใบกิจกรรมที่ 5.1

เรื่อง ปริมาตรของทรงกระบอก

คำสั่ง ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้

“ช่วงใกล้วันเข้าพรรษาจะมีการหล่อเทียนตามประเพณีหล่อเทียนเข้าพรรษา โดยการนำพาราฟินและแว็กซ์มาผสมกัน ต้มให้หลอมละลายแล้วเอามาเทใส่พิมพ์ สุชาติณีได้สร้างพิมพ์สำหรับหล่อเทียน 3 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 0.7 เมตร

แบบที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร สูง 1 เมตร

แบบที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 1.4 เมตร

สุชาติณีกำนวณแล้วว่าพาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้วมีปริมาตรทั้งหมดเป็น 100 ลิตร จงหาว่า สุชาติณีจะหล่อเทียนแบบละกี่ต้น จึงจะทำให้ปริมาตรของพาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้วเหลือไม่เกิน 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร”

1. วิเคราะห์ปัญหา: ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์

กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

1.1 โจทย์ปัญหาคำหนดอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. วางแผนแก้ปัญหา: ให้นักเรียนเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

2.1 แนวทางการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวทาง)

.....
.....
.....
.....

2.2 เลือกแนวทางที่เหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง

.....
.....
.....
.....
.....

3. ดำเนินการตามแผน : ให้นักเรียนแก้ปัญหาตามแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้

.....
.....
.....
.....

4. ตรวจสอบย้อนกลับ : ให้นักเรียนตรวจสอบผลการแก้ปัญหาที่ได้พร้อมให้เหตุผลประกอบ

4.1 เขียนคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้

.....
.....
.....
.....

4.2 คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้สอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....
.....

ใบกิจกรรมที่ 5.2

การสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรื่อง ปริมาตรของทรงกระบอก

คำสั่ง : ให้นักเรียนร่วมกันสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ใหม่จากปัญหาเดิม

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใหม่

.....

.....

.....

.....

.....

คำสั่ง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแก้ปัญหาดังนี้

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มที่

.....

.....

.....

.....

.....

1. วิเคราะห์ปัญหา: ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์

กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการแก้ปัญหาลงอย่างละเอียด

1.1 โจทย์ปัญหาคำหนดอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. วางแผนแก้ปัญหา: ให้นักเรียนเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

2.1 แนวทางการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวทาง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 เลือกแนวทางที่เหมาะสมมาหนึ่งแนวทาง

.....

.....

.....

.....

.....

3. ดำเนินการตามแผน : ให้นักเรียนแก้ปัญหาตามแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ตรวจสอบย้อนกลับ : ให้นักเรียนตรวจสอบผลการแก้ปัญหาที่ได้พร้อมให้เหตุผลประกอบ

4.1 เขียนคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้สอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร

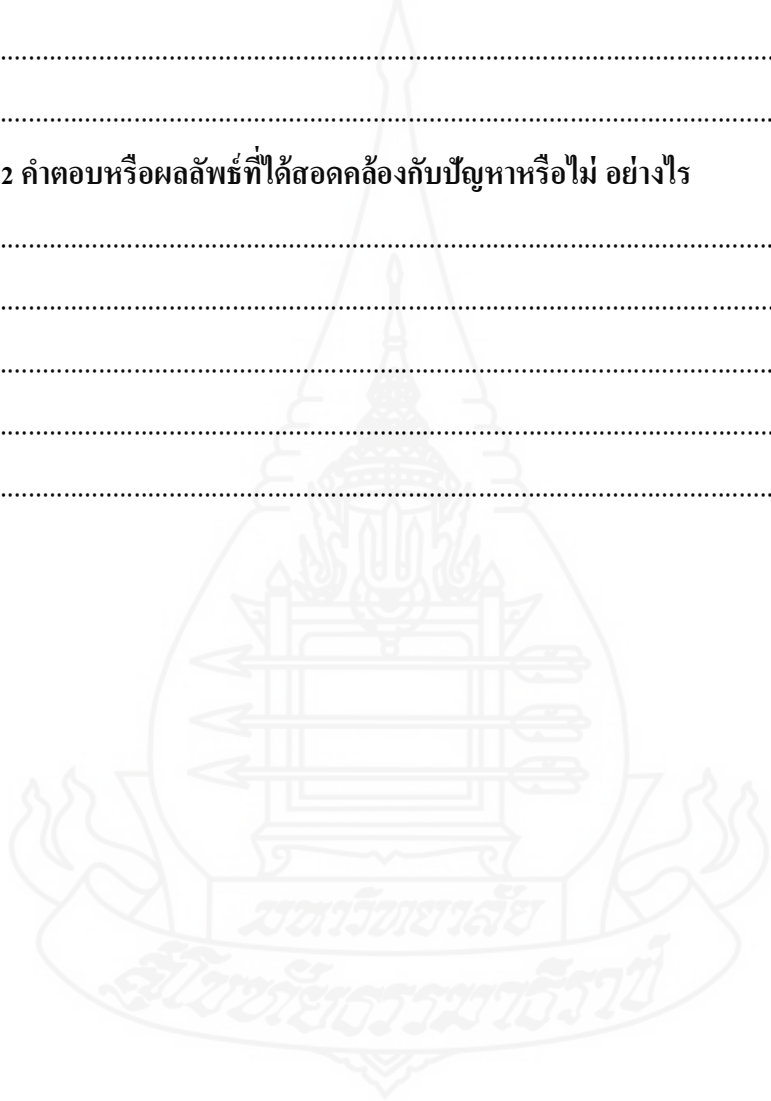
.....

.....

.....

.....

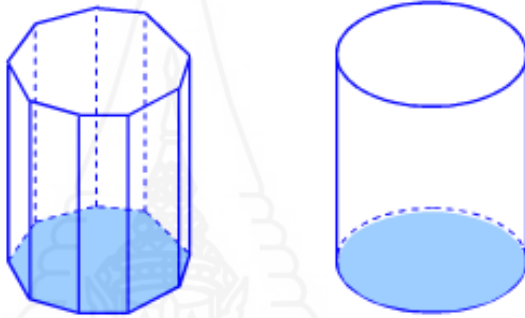
.....



ใบความรู้ที่ 5

เรื่อง ปริมาตรของทรงกระบอก

การหาปริมาตรของทรงกระบอก



ทรงกระบอกมีลักษณะใกล้เคียงกับปริซึมที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่มีจำนวนด้านมาก ๆ ดังนั้น การหาปริมาตรของทรงกระบอกจึงทำได้ในทำนองเดียวกันกับการหาปริมาตรของปริซึม

นั่นคือ ปริมาตรของทรงกระบอก = หน้าที่ฐาน x ความสูง

เนื่องจากพื้นที่ฐานหาได้จากพื้นที่ของวงกลมที่เป็นฐานของทรงกระบอก ซึ่งเท่ากับ πr^2

เมื่อ r แทนรัศมีของวงกลมที่เป็นฐานของทรงกระบอก และ h แทนความสูงของทรงกระบอก

ดังนั้น ปริมาตรของทรงกระบอก = $\pi r^2 h$

$$\text{สูตรการหาปริมาตรของทรงกระบอก} = \pi r^2 h$$

เฉลยใบกิจกรรมที่ 5.1 เรื่อง ปริมาตรของทรงกระบอก

คำสั่ง ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้

“ช่วงใกล้วันเข้าพรรษาจะมีการหล่อเทียนตามประเพณีหล่อเทียนเข้าพรรษา โดยการนำ พาราฟินและแว็กซ์มาผสมกัน ต้มให้หลอมละลายแล้วเอามาเทใส่พิมพ์ สุชาติณี ได้สร้างพิมพ์ สำหรับหล่อเทียน 3 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 0.7 เมตร

แบบที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร สูง 1 เมตร

แบบที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 1.4 เมตร

สุชาติณีคำนวณแล้วว่าพาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้วมีปริมาตรทั้งหมดเป็น 100 ลิตร จงหาว่า สุชาติณีจะหล่อเทียนแบบละกี่ต้น จึงจะทำให้ปริมาตรของพาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้วเหลือไม่เกิน 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร”

1. วิเคราะห์ปัญหา: ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจปัญหาแล้วเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

1.1 โจทย์ปัญหากำหนดอะไรบ้าง

- พิมพ์สำหรับหล่อเทียน 3 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 0.7 เมตร

แบบที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร สูง 1 เมตร

แบบที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 1.4 เมตร

- พาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้วมีปริมาตรทั้งหมดเป็น 100 ลิตร

1.2 โจทย์ปัญหาต้องการทราบอะไร

- สุชาติณีจะหล่อเทียนแบบละกี่ต้น จึงจะทำให้ปริมาตรของพาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้วเหลือไม่เกิน 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2. วางแผนแก้ปัญหา: ให้นักเรียนเขียนอธิบายถึงแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

2.1 แนวทางการแก้ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 แนวทาง)

แนวทางที่ 1 คำนวณหาปริมาตรของพื้สำหรับหล่อเทียนทุกแบบ เปลี่ยนหน่วยของพาราฟิน และแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้วจากลิตร ให้เป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นใช้ยุทธวิธีการเดาจำนวนของพื้แต่ละแบบมาคำนวณจนทำให้เหลือปริมาตรของพาราฟินและแว็กซ์ไม่เกิน 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร

แนวทางที่ 2 คำนวณหาปริมาตรของพื้สำหรับหล่อเทียนทุกแบบ เปลี่ยนหน่วยของพาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้วจากลิตร ให้เป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นพิจารณาปริมาตรของพื้แต่ละแบบ แล้วกำหนดจำนวนที่นำไปคูณกับปริมาตรทำให้ได้ตัวเลขที่ลงตัว แล้วค่อยเพิ่มจำนวนของพื้แต่ละแบบ จนทำให้เหลือปริมาตรของพาราฟินและแว็กซ์ไม่เกิน 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2.2 เลือกแนวทางที่เหมาะสมหาหนึ่งแนวทาง

เลือกใช้แนวทางที่ 1 ในการแก้ปัญหา

แนวทางที่ 1 คำนวณหาปริมาตรของพื้สำหรับหล่อเทียนทุกแบบ เปลี่ยนหน่วยของพาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้วจากลิตร ให้เป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นใช้ยุทธวิธีการเดาจำนวนของพื้แต่ละแบบมาคำนวณจนทำให้เหลือปริมาตรของพาราฟินและแว็กซ์ไม่เกิน 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. ดำเนินการตามแผน : ให้นักเรียนแก้ปัญหาตามแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้

โจทย์กำหนดให้ พาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้วเพื่อใช้ในการทำเทียนมีปริมาตรทั้งหมดเป็น 100 ลิตร เปลี่ยนหน่วยให้เป็น ลูกบาศก์เซนติเมตร จากความสัมพันธ์ 1 ลิตร = 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ดังนั้น ปริมาตรของพาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้ว = $100 \times 1,000 = 100,000$ ลบ.ซม.

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของพื้หล่อเทียน แบบที่ 1} &= \pi r^2 h \\ &\approx \frac{22}{7} \times 4^2 \times 70 \\ &\approx 3,520 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของพื้หล่อเทียน แบบที่ 2} &= \pi r^2 h \\ &\approx \frac{22}{7} \times 7^2 \times 100 \end{aligned}$$

$\approx 15,400$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

ปริมาตรของพื้หม่ห่ล่อเทีย่น แบบที่ 3 $\approx \pi r^2 h$

$\approx \frac{22}{7} \times 10^2 \times 140$

$\approx 44,000$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

ใช้ทุทวิธีการเดา พบว่า จะต้องใ้ พื้หม่ห่ล่อเทีย่น แบบที่ 3 ห่ล่อเทีย่น จำนวน 1 ต้่น จะได้

ปริมาตรของเทีย่น จากพื้หม่แบบที่ 3 $\approx 44,000 \times 1$

$\approx 44,000$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

จะต้องใ้ พื้หม่ห่ล่อเทีย่น แบบที่ 2 ห่ล่อเทีย่น จำนวน 2 ต้่น จะได้

ปริมาตรของเทีย่น จากพื้หม่แบบที่ 2 $\approx 15,400 \times 2$

$\approx 30,800$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

จะต้องใ้ พื้หม่ห่ล่อเทีย่น แบบที่ 1 ห่ล่อเทีย่น จำนวน 7 ต้่น จะได้

ปริมาตรของเทีย่น จากพื้หม่แบบที่ 1 $\approx 3,520 \times 7$

$\approx 24,640$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

ด้งนั้น ต้องใ้ปริมาตรของพาราพินและเว็ทซ์ที่ถูกห่ล่อมละลายแล้วทั้งหมด เท่ากับ

$44,000 + 30,800 + 24,640 \approx 99,440$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

และจะห่ล่อ ปริมาตรของพาราพินและเว็ทซ์ที่ถูกห่ล่อมละลายแล้ว เท่ากับ

$100,000 - 99,440 \approx 560$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งไม่เก็่น 600 ลูกบาศก์

เซนติเมตร

4. ทร่วจสอบย้อนกลับ : ใ้นักเรียนทร่วจสอบผลการแก้ปัญห่าที่ใ้พร้อมใ้ห่ล่อผลประกอบ

4.1 เขียนคำตอบหรือผลลัพ์ที่ใ้

จะต้องห่ล่อเทีย่น โดยใ้พื้หม่สำหรับห่ล่อเทีย่น แบบที่ 1 จำนวน 7 ต้่น ใ้พื้หม่สำหรับห่ล่อเทีย่น แบบที่ 2 จำนวน 2 ต้่น และใ้พื้หม่สำหรับห่ล่อเทีย่น แบบที่ 3 จำนวน 1 ต้่น

4.2 คำตอบหรือผลลัพ์ที่ใ้สอดค่ล่อกับปัญห่าหรือไม่ อย่่างไร

สอดค่ล่อกับปัญห่า เนื่องจกคำตอบ คือ จะต้องห่ล่อเทีย่น โดยใ้พื้หม่สำหรับห่ล่อเทีย่น แบบที่ 1 จำนวน 7 ต้่น ใ้พื้หม่สำหรับห่ล่อเทีย่น แบบที่ 2 จำนวน 2 ต้่น และใ้พื้หม่สำหรับห่ล่อเทีย่น แบบที่ 3 จำนวน 1 ต้่น ซึ่งต้องใ้ปริมาตรของพาราพินและเว็ทซ์ที่ถูกห่ล่อมละลายแล้ว เท่ากับ $44,000 + 30,800 + 24,640 = 99,440$ ลูกบาศก์เซนติเมตร และจะห่ล่อ ปริมาตรของ

พาราฟินและแว็กซ์ที่ถูกหลอมละลายแล้ว เท่ากับ $100,000 - 99,440 = 560$ ลูกบาศก์เซนติเมตร
ซึ่งไม่เกิน 600 ลูกบาศก์เซนติเมตรตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด



ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นางสาวกิตติยา เกศเทศ
วัน เดือน ปีเกิด 25 ตุลาคม 2535
สถานที่เกิด อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2548 จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอรุณวิทยา
พ.ศ. 2554 จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย
พ.ศ. 2559 จบปริญญาตรี ศึกษาศาสตร์บัณฑิต (ศษ.บ.)
จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น วิชาเอก คณิตศาสตร์
สถานที่ทำงาน โรงเรียนประจวบวิทยาลัย ตำบลประจวบคีรีขันธ์ อำเภอเมือง
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ตำแหน่ง ครู

