



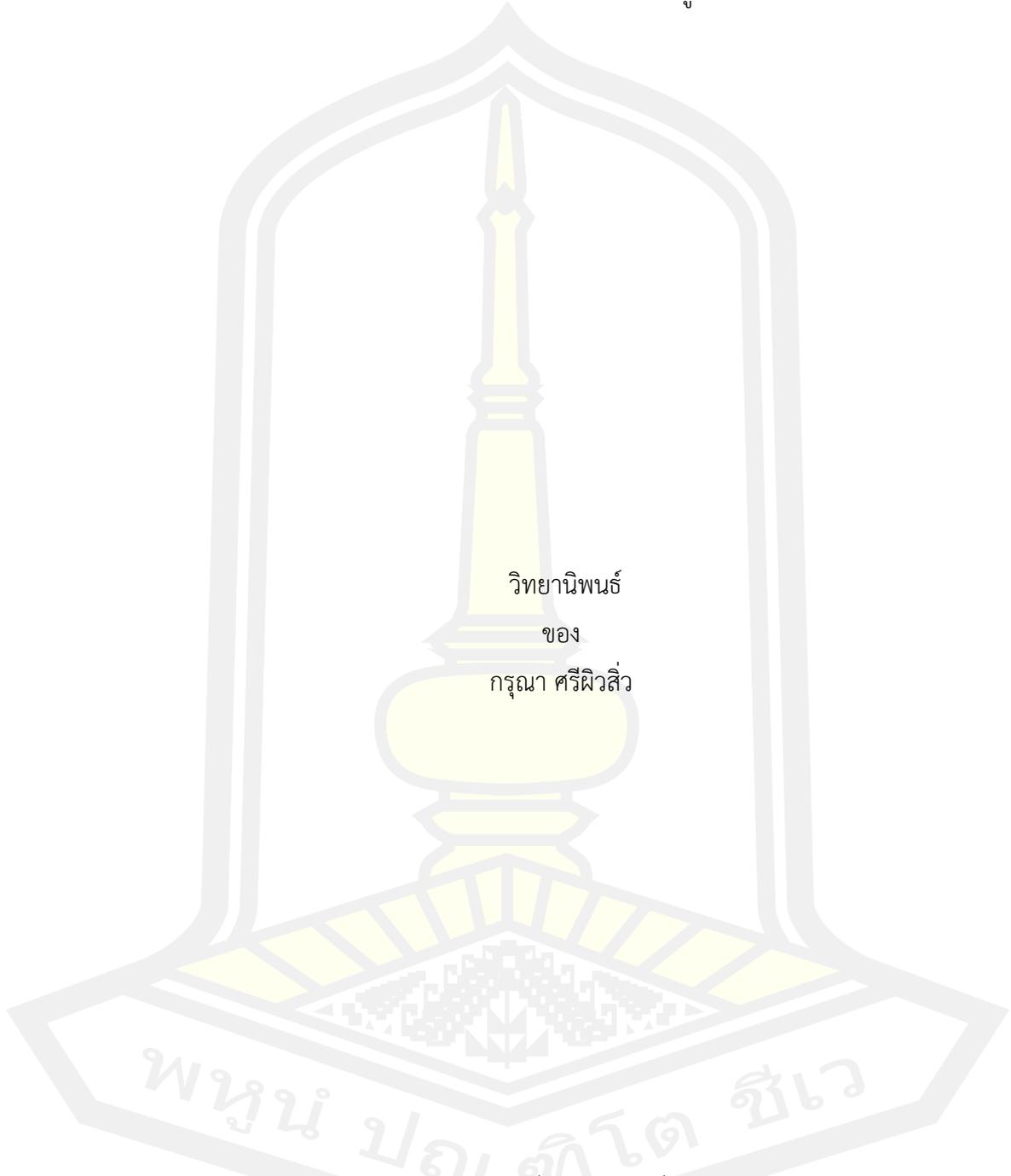
การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

วิทยานิพนธ์  
ของ  
กรุณา ศรีผิวสิว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
กุมภาพันธ์ 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด



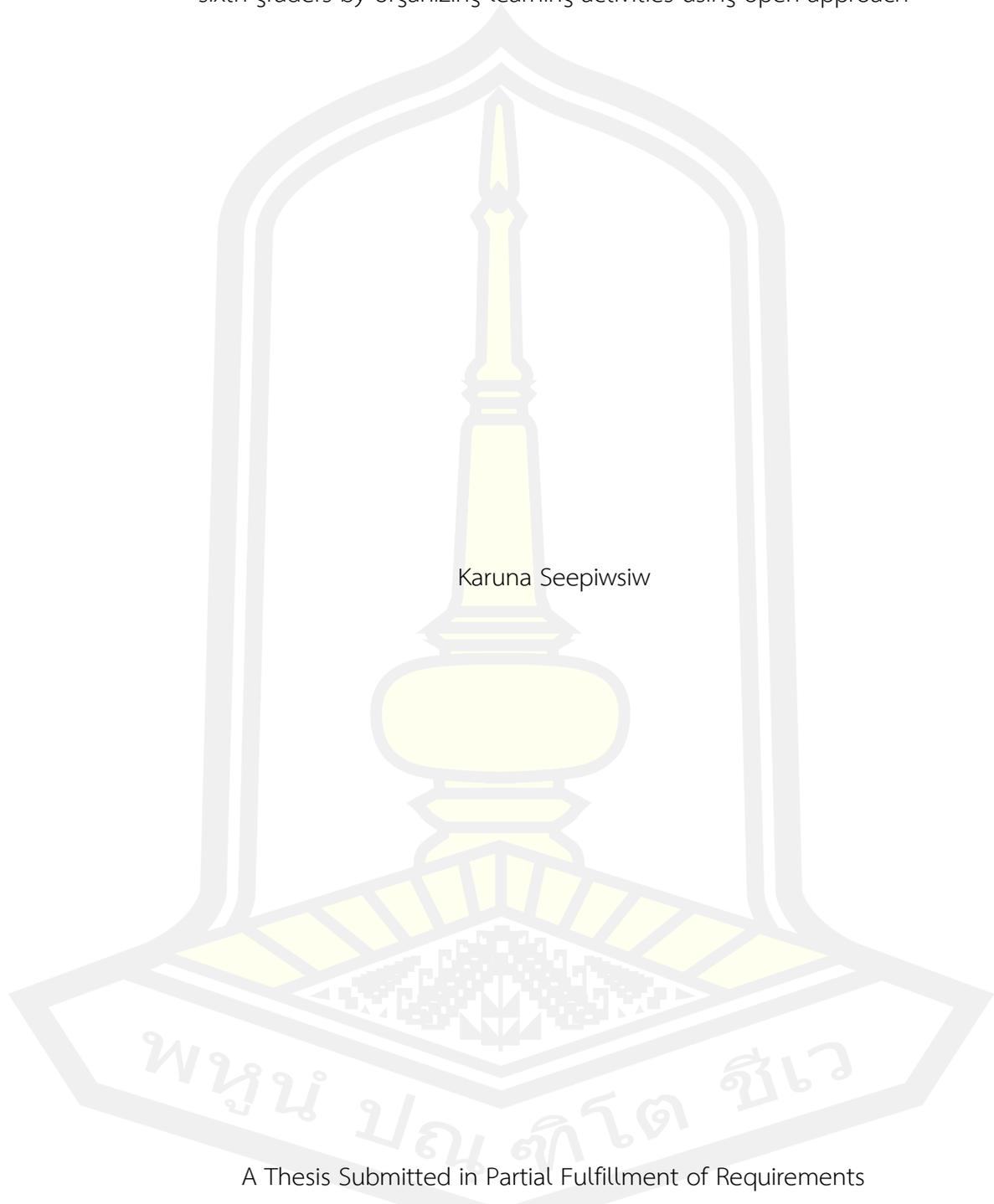
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

กุมภาพันธ์ 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The development of mathematical problem-solving and reasoning capabilities of sixth graders by organizing learning activities using open approach



Karuna Seepiwsiw

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for Master of Education (Curriculum and Instruction)

February 2023

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวกรรณา ศรีผิวสัว  
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา  
หลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. มนตรี วงษ์สะพาน )

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล )

..... กรรมการ

(ผศ. ดร. มานิตย์ อาชานอก )

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. ไพศาล วรคำ )

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....  
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแพง )

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....  
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด		
<b>ผู้วิจัย</b>	กรรณา ศรีผิวสัว		
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล		
<b>ปริญญา</b>	การศึกษามหาบัณฑิต	<b>สาขาวิชา</b>	หลักสูตรและการสอน
<b>มหาวิทยาลัย</b>	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	<b>ปีที่พิมพ์</b>	2566

### บทคัดย่อ

จากการที่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา มีทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างน้อย ซึ่งมีสาเหตุมาจากกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการคิด ผู้เรียนไม่ได้ฝึกแก้ปัญหาอย่างหลากหลายแปลกใหม่และไม่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยจึงนำวิธีการแบบเปิดมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีความมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 16 คน โดยใช้แบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของเคมมิสและแมคเทกการ์ท ซึ่งมี 4 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นการวางแผน 2) ขั้นการปฏิบัติ 3) ขั้นการปฏิบัติ และ 4) ขั้นการสะท้อนผล เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานตามที่สถานการณ์ปัญหากำหนดและอธิบายเหตุผลเพื่อยืนยันแนวคิดที่ได้จากการร่วมกันทำกิจกรรมในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถเขียนอธิบายเหตุผลตามสถานการณ์ปัญหาในแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการได้ วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนสามารถอธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับความเหมือนหรือแตกต่าง สร้างภาพร่าง บอกรูปคลี่ และบอกจำนวนด้านทั้งหมดของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆ จากการร่วมกันอภิปรายแนวคิดในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง และได้แนวคิดที่หลากหลายมากขึ้นในขั้น

การอภิปราย วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จากข้อมูลที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ได้ รวมทั้งอธิบายและให้เหตุผลประกอบเพื่อยืนยันแนวคิดของตนเองในขั้นการอภิปรายและสามารถนำแนวคิดที่ได้จากการอภิปรายนั้นมาสรุปเป็นแนวคิด หลักการหาปริมาตรและสูตรการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ วงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนสามารถนำแนวคิดและหลักการหาปริมาตรที่ได้เรียนรู้ร่วมกันรวมทั้งนำความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ โจทย์ปัญหามาใช้ในการแสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหารวมทั้งสามารถอธิบายและให้ เหตุผลเพื่อยืนยันแนวคิดในการหาคำตอบของตนเองได้ เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการแล้ว ได้ดำเนินการทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผลการทดสอบพบว่า มีนักเรียนที่มี ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 81.25 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และมีนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 93.75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

คำสำคัญ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด, ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์, ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์



<b>TITLE</b>	The development of mathematical problem-solving and reasoning capabilities of sixth graders by organizing learning activities using open approach		
<b>AUTHOR</b>	Karuna Seepiwsiw		
<b>ADVISORS</b>	Assistant Professor Yannapat Seehamongkon , Ed.D		
<b>DEGREE</b>	Master of Education	<b>MAJOR</b>	Curriculum and Instruction
<b>UNIVERSITY</b>	Maharakham University	<b>YEAR</b>	2023

### ABSTRACT

From the grade 6 students at Traimit Pattana Suksa School Relatively few problem-solving and mathematical reasoning skills This is caused by the process of organizing learning activities of teachers that do not allow students to have independent thinking. Learners do not practice solving a variety of problems. Unconventional and inconsistent with everyday life The researcher therefore applied an open approach to learning activities to enhance students' problem-solving and mathematical reasoning skills. with the aim of research to Develop mathematical problem solving abilities and develop students' mathematical reasoning abilities. To have an average score of not less than 70 percent by organizing learning activities with 16 Prathom Suksa 6 students of Traimit Pattana Suksa School, semester 2 , academic year 2022 , with a total of 16 people using an action research pattern. Based on the concept of Kemmis and McTeggart . which has 4 steps: 1) Planning stage, 2) Implementation stage, 3) Implementation stage , and 4) Reflection stage. The tools used for data collection were the Learning Activity Plan using an open approach. Sub-test at the end of the operating cycle Mathematical Problem Solving Ability Test Math Reasoning Ability Test and student behavior observation form Data was analyzed by percentage, mean and standard deviation.

The results showed that Action Circuit 1 Students are able to create work pieces according to the problem situation and explain their reasons to validate the concepts gained from the joint activities in the self-learning stage. including can Write an explanation of the problem situation. in the sub-test at the end of the operating cycle Circuit Operation 2 Students can describe and reason about similarities and differences, sketch, unfold and number all sides of various 3D geometric shapes. from jointly discussing concepts in the self-learning stage and gaining more diverse ideas in the discussion stage Operational Circuit 3 Students can show how to find the volume of a rectangle from the given data given by the problem situation. Including explaining and giving reasons to confirm their own ideas in the discussion stage and be able to summarize the ideas from that discussion into concepts. The principle of finding the volume and the formula for finding the volume of a rectangular shape. Operational Circuit 4 Students can apply the concepts and principles of finding volume they have learned together, as well as their knowledge of problem solving procedures, to show how to find solutions to problem situations. Including being able to explain and give reasons to confirm the idea in finding their own answers. When all 4 learning activities have been organized, the operational cycle is completed. A test was conducted to measure the students' problem-solving and mathematical reasoning abilities. by using a mathematical problem solving ability test and mathematical reasoning ability tests The test results showed that There were 13 students who were able to solve problems in mathematics with the 70 % pass , representing 81.25 % of the total number of students , and 15 students with the ability to reason in mathematics passed the 70 % . representing 93.75 percent of the total number of students

Keyword : organizing learning activities using open methods, ability to solve problems mathematics, mathematical reasoning ability

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ และดูแลให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยความเอาใจใส่อย่างดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์จุมพล ราชวิจิตร นายกิริติ ชาดาเม็ก นางสาววรรัตน์ ศรีปัญญา นางสุภาพร รัตนกาฬ และ นางสาววัฒนา ทาดา ผู้เชี่ยวชาญ ที่ได้เสียสละเวลาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย และให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษา ทีมศึกษาชั้นเรียนช่วงชั้นที่ 2 ครูและบุคลากรทางการศึกษา รวมทั้งนักเรียนโรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษาทุกท่าน ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าของท่านที่ให้ ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล เพื่อเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลและนำผลไปใช้ในการวิจัยอย่างถูกต้อง

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อจันแสง ศรีผิวสีว คุณแม่สุมาลี ศรีผิวสีว ครอบครัว กัลยาณมิตร รวมทั้งเพื่อนๆ ปริญญาโท สาขาหลักสูตรและการสอนทุกท่าน ที่ได้เสียสละเวลาดูแล สนับสนุน การศึกษา ให้ความร่วมมือ ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา จนส่งผลให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จ หากประโยชน์ใดๆ อันเกิดจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอบูชาแต่บิดา มารดา คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา เป็นผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงด้วยดี

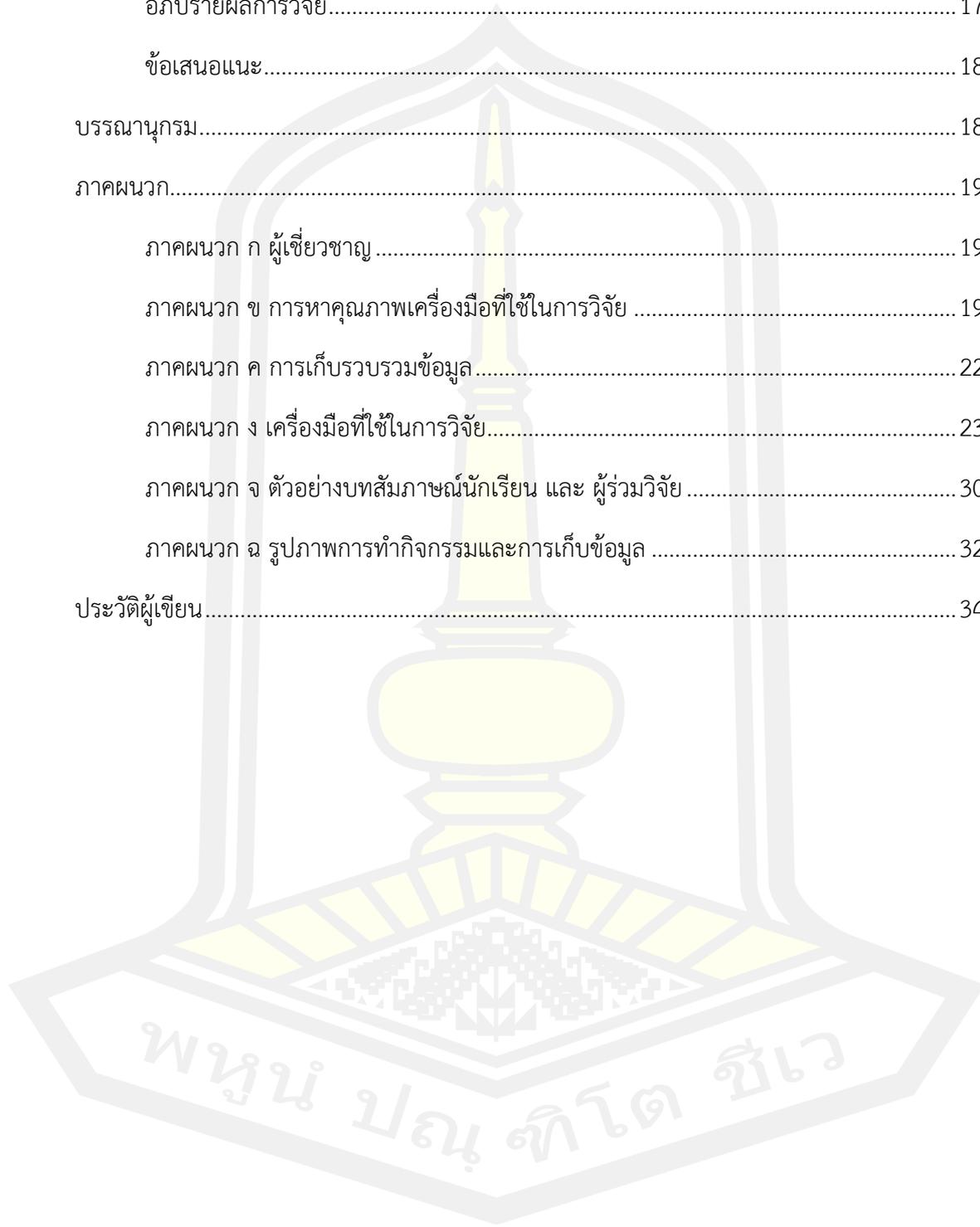
กรุณา ศรีผิวสีว

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	๗
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามการวิจัย.....	5
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
สาระสำคัญในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง 2560.....	10
หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา.....	13
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด.....	18
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	30
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	46
การวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	56
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	61

กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	65
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	66
กลุ่มเป้าหมาย.....	66
รูปแบบการวิจัย.....	66
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	69
การสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ .....	69
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	100
การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล .....	101
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	101
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	103
บริบทของโรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา.....	104
การดำเนินการก่อนการวิจัย.....	107
ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	109
ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 .....	124
ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	125
ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 .....	140
ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	141
ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 .....	157
ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4.....	158
ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4 .....	172
สรุปผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ.....	173
สรุปผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	175
สรุปผลการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	176
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	178

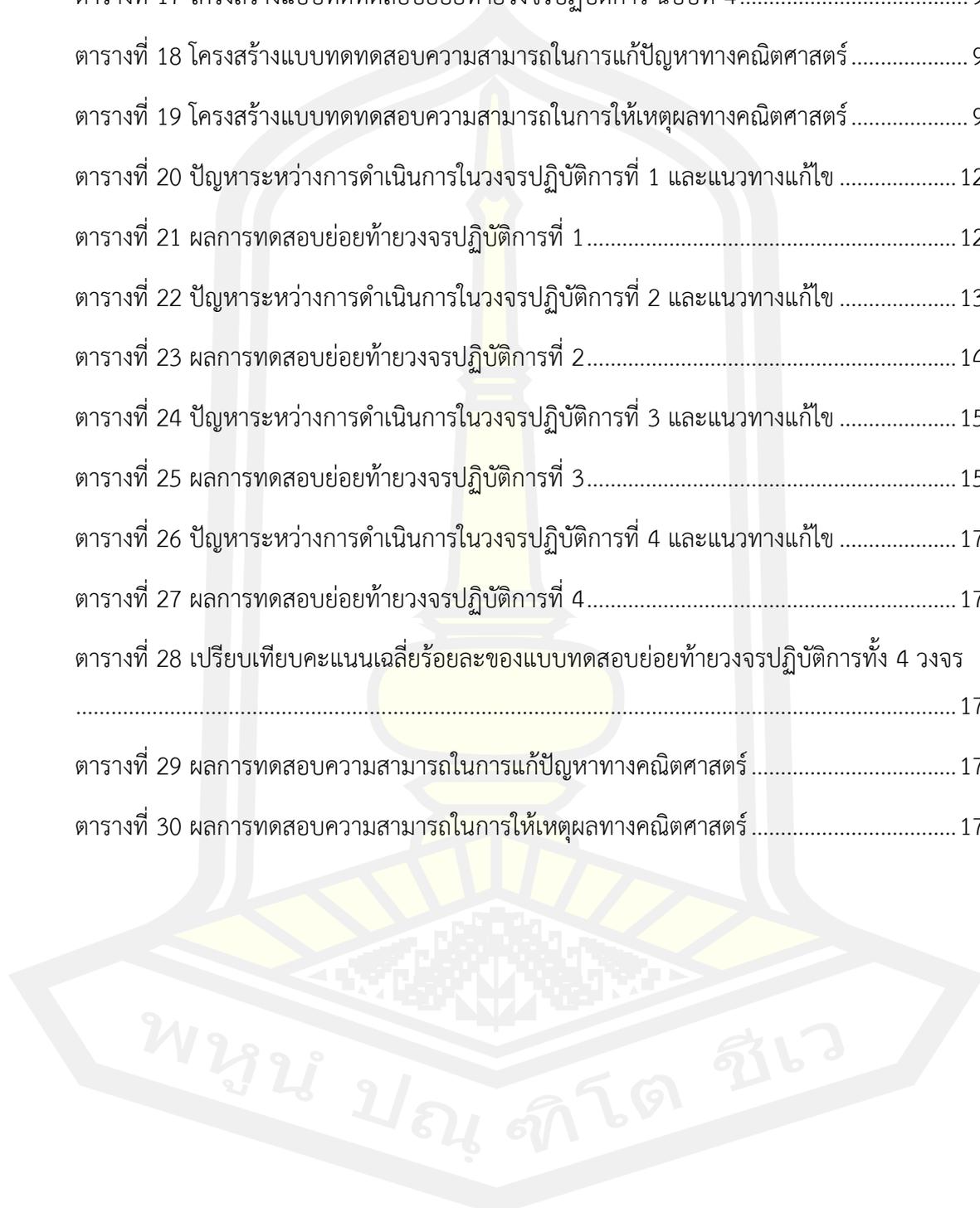
สรุปผลการวิจัย .....	178
อภิปรายผลการวิจัย.....	179
ข้อเสนอแนะ.....	181
บรรณานุกรม.....	183
ภาคผนวก.....	191
ภาคผนวก ก ผู้เชี่ยวชาญ.....	192
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	199
ภาคผนวก ค การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	226
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	237
ภาคผนวก จ ตัวอย่างบทสัมภาษณ์นักเรียน และ ผู้ร่วมวิจัย .....	300
ภาคผนวก ฉ รูปภาพการทำกิจกรรมและการเก็บข้อมูล .....	322
ประวัติผู้เขียน.....	341



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 สารระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย .....	13
ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	15
ตารางที่ 3 สรุปขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด .....	25
ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	42
ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม ของสิริ พร ทิพย์คง.....	43
ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	43
ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน ของ สิริ พร ทิพย์คง.....	44
ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	45
ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ กระทรวงศึกษาธิการ .....	54
ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของ อลิสรดา ชมชื่น .....	54
ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของ ไพศาล แผลง ทับทอง.....	55
ตารางที่ 12 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ .....	56
ตารางที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล .....	70
ตารางที่ 14 โครงสร้างแบบทดสอบย่อยย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ ฉบับที่ 1 .....	87
ตารางที่ 15 โครงสร้างแบบทดสอบย่อยย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ ฉบับที่ 2 .....	88

ตารางที่ 16	โครงสร้างแบบทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติการ ฉบับที่ 3 .....	89
ตารางที่ 17	โครงสร้างแบบทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติการ ฉบับที่ 4 .....	90
ตารางที่ 18	โครงสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ .....	91
ตารางที่ 19	โครงสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ .....	95
ตารางที่ 20	ปัญหาระหว่างการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และแนวทางแก้ไข .....	122
ตารางที่ 21	ผลการทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติการที่ 1 .....	124
ตารางที่ 22	ปัญหาระหว่างการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และแนวทางแก้ไข .....	138
ตารางที่ 23	ผลการทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติการที่ 2 .....	140
ตารางที่ 24	ปัญหาระหว่างการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และแนวทางแก้ไข .....	155
ตารางที่ 25	ผลการทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติการที่ 3 .....	158
ตารางที่ 26	ปัญหาระหว่างการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 4 และแนวทางแก้ไข .....	170
ตารางที่ 27	ผลการทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติการที่ 4 .....	172
ตารางที่ 28	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 วงจร .....	173
ตารางที่ 29	ผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ .....	175
ตารางที่ 30	ผลการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ .....	176



พหุณ ปณุกิตโต ชีเว

## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของเคมมิส และแมคแทกการ์ท (Kemmis and McTaggart).....	58
ภาพที่ 2 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของสตริงเจอร์ (Stringer).....	59
ภาพที่ 3 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดค็อกแลน และแบรนนิค (Coghlan and Brannick, 2001).....	60
ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	65
ภาพที่ 5 แบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	68
ภาพที่ 6 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “กล่องของขวัญ” .....	111
ภาพที่ 7 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “แม่พิมพ์ของแม่ค้า” .....	114
ภาพที่ 8 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “ออกแบบกล่องขนมรูปทรงกระบอก” .....	117
ภาพที่ 9 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “ตรงไหนที่เหมือน ตรงไหนที่แตกต่าง”.....	119
ภาพที่ 10 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “ความเหมือนที่แตกต่าง” .....	127
ภาพที่ 11 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “สร้างภาพร่าง” .....	129
ภาพที่ 12 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “มีจำนวนเท่าไร” .....	132
ภาพที่ 13 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “ตามหารูปคลี่” .....	134
ภาพที่ 14 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “หาปริมาตรได้อย่างไร” .....	143
ภาพที่ 15 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “มีปริมาตรเท่าใด” .....	146
ภาพที่ 16 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “ขึ้นไหนได้เยอะ” .....	148
ภาพที่ 17 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “เท่ากันหรือไม่” .....	151
ภาพที่ 18 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “แบบนี้จะหาอย่างไร” .....	161
ภาพที่ 19 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “มีปริมาตรเท่าไร” .....	163
ภาพที่ 20 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “สัมพันธ์กันอย่างไร” .....	167

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

การศึกษาในประเทศไทยตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะสำคัญ 5 ประการ คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพในอนาคต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) อีกทั้งตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ยังมีแนวคิดที่ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนากระบวนการคิด ทำให้มนุษย์นั้นเกิดความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบมีระเบียบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างละเอียดรอบคอบและถี่ถ้วน อีกทั้งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ยังมีความสำคัญในการที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีแนวคิดที่หลากหลาย และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การพัฒนาคนในประเทศให้เก่งคณิตศาสตร์จำเป็นต้องเริ่มจากการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและการให้เหตุผล เพราะเป็นเป้าหมายหลักในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยหลักสูตรกำหนดให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะจะช่วยส่งเสริมทักษะคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนโดยตรง ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและตั้งใจเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของผู้เรียน แต่ในปัจจุบันภาพรวมของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำ สังเกตได้จากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนส่วนมากไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ไม่กล้าคิดในรูปแบบใหม่ๆ ที่นอกเหนือจากที่ครูสอน และสังเกตได้จากการตอบคำถามในชั้นเรียนมักจะมีคำตอบที่คล้ายคลึงกัน การแก้ปัญหามักจะเลียนแบบสถานการณ์ที่ครูเคยยกตัวอย่าง อาจเป็นเพราะผู้เรียนไม่ได้ถูกฝึกให้แก้ปัญหาและให้เหตุผลอย่างเพียงพอ ผู้เรียนไม่ได้ถูกฝึกให้คิดเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาในบทเรียน

ให้อยู่ในรูปแบบใหม่ๆ หรือใกล้เคียงกับชีวิตจริง วิธีการสอนหรือแนวทางการสอนของครูยังเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาสาระไปสู่ผู้เรียนโดยยึดครูเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นผู้อธิบายหรือบอกแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบดังกล่าว เป็นวิธีการที่ไม่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557) ผู้เรียนส่วนใหญ่มักถูกฝึกให้หาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ด้วยวิธีการที่ปฏิบัติซ้ำแล้วซ้ำอีก ครูทดสอบด้วยข้อสอบที่ต้องการเพียงคำตอบเดียว แต่ปัญหาก็คือ ในชีวิตจริงคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวอาจจะไม่เพียงพอ เพราะในชีวิตจริงยังมีความจำเป็นที่ต้องการคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบ จึงจะสามารถเลือกใช้กับปัญหาได้ หากครูฝึกให้ผู้เรียนกล้าคิดค้นหาคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบ ก็จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการตอบคำถาม และสามารถเลือกนำไปใช้ให้เหมาะสมกับการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ (อารี พันธุ์มณี, 2544) จากสภาพปัญหาดังกล่าวครูผู้สอนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจุดเน้นของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ใหม่ จากการเน้นให้จดจำข้อมูลทักษะพื้นฐาน เป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีทักษะพื้นฐานที่เพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ ผู้เรียนจะต้องได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง ฝึกให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้านำเสนอวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่แปลกใหม่ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากข้อมูลผลการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 16 คน ในรายวิชาคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีผลการเรียนอยู่ในระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 37.5 ของนักเรียนทั้งหมด และจากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน O-NET สามปีซ้อนหลัง ของโรงเรียนที่ผู้วิจัยปฏิบัติงานพบว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับประเทศอย่างต่อเนื่อง โดยในปีการศึกษา 2562 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.00 เมื่อพิจารณาค่าสถิติจำแนกตามสาระพบว่าสาระที่ควรเร่งพัฒนาเนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับประเทศเป็นลำดับแรกคือเรขาคณิต รองลงมาคือการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) ปีการศึกษา 2563 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.00 เมื่อพิจารณาค่าสถิติจำแนกตามสาระพบว่าสาระที่ควรเร่งพัฒนาเนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับประเทศเป็นลำดับแรกคือบูรณาการ รองลงมาคือการวัดและเรขาคณิต (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563) และในปีการศึกษา 2564 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 36.38 เมื่อพิจารณาค่าสถิติจำแนกตามสาระพบว่าสาระที่ควรเร่งพัฒนาเนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับประเทศเป็นลำดับแรกคือจำนวนและพีชคณิต รองลงมาคือการวัดและเรขาคณิต (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564) จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าสาระการวัดและ

เรขาคณิต เป็นสาระที่ควรเร่งพัฒนาเนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับประเทศทั้งสามปีการศึกษา เมื่อผู้วิจัยศึกษาถึงลักษณะของข้อสอบในสาระดังกล่าวพบว่า ในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ผู้เรียนต้องใช้การวิเคราะห์โจทย์ก่อนข้างหลายขั้นตอน ข้อสอบแต่ละข้อเน้นการบูรณาการและการประยุกต์ใช้ความรู้ในหลายๆ เนื้อหาสาระมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา และจากประสบการณ์ในการสอนนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ บอกลักษณะของหน้าตัด ฐาน หรือจุดยอดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ รวมถึงนักเรียนไม่สามารถบอกลักษณะรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดได้ จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาทางเรขาคณิตได้ อาจเนื่องมาจากนักเรียนยังขาดความรู้และความเข้าใจองค์ความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานของเรื่องใหม่ ประกอบกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูไม่ได้ส่งเสริมการคิดในเรื่องเรขาคณิต ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของดวงเดือน อ่อนนุ่ม (2533) ที่ว่า สิ่งที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ คือการที่ต้องเรียนรู้เรื่องใหม่ตลอดเวลาโดยที่ยังขาดความรู้ ขาดความเข้าใจองค์ความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานของเรื่องใหม่ ทำให้ไม่สามารถเกิดการเรียนรู้เรื่องใหม่ที่กำลังเรียนได้ และจากลักษณะสำคัญประการหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ คือเป็นวิชาที่มีความต่อเนื่องเป็นลำดับชั้นการเรียนรู้ เนื้อหาบางเรื่องทำไม่ได้เลยถ้าไม่เรียนรู้เรื่องที่เป็นพื้นฐานมาก่อนจึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาทางเรขาคณิตได้ (ทิพรัตน์ นพฤทธิ์, 2548) จากปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนเรขาคณิตนั้นมีพื้นฐานมาจากความไม่สอดคล้องกันระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูกับระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนเอง รวมทั้งผู้เรียนอาจขาดทักษะในการนิยามภาพทางคณิตศาสตร์ ขาดจินตนาการในการมองวัตถุหรือภาพสามมิติ ขาดทักษะในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ขาดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีหลายขั้นตอน ผู้เรียนยังไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ที่ต้องแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบายวิธีการที่ได้มาของคำตอบได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู ดังนั้นการที่จะพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาและการให้เหตุผลของผู้เรียน จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เปลี่ยนวัฒนธรรมในชั้นเรียน จากที่เน้นเฉพาะให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบหรือผลลัพธ์ของโจทย์ปัญหา สู่การเน้นทั้งกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาและการหาคำตอบ โดยที่การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีจุดประสงค์หลักคือการฝึกการแก้โจทย์ปัญหา และจุดมุ่งหมายที่แท้จริงของการสอนคณิตศาสตร์คือการสอนให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (ปานทอง กุลนาถศิริ, 2547)

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี รูปแบบการสอน และเทคนิคการสอนที่จะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งการจัดกิจกรรมการ

เรียนรู้เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้สื่อประกอบการสอนที่เป็นรูปธรรม นักเรียนได้รับประสบการณ์จริง ได้สัมผัสกับคณิตศาสตร์ผ่านสื่อการเรียนรู้หรือสิ่งของจริงที่พบในชีวิตประจำวัน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมนั้นควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ให้นักเรียนได้มีอิสระในการคิดตามความสามารถหรือประสบการณ์ของแต่ละคน ได้ฝึกแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ไม่เคยพบเจอมาก่อน (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544) ซึ่งวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นวิธีการสอนหนึ่งที่ใช้กิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียน นักเรียนได้เปิดการใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ซึ่งใช้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสื่อในการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจและทักษะการคิดของผู้เรียน (ศุภมาศ แก้วมณี, 2560) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นวิธีการสอนที่เน้นพัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความหลากหลายของวิธีการหาคำตอบ หรือความหลากหลายของคำตอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2546) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (Open Approach Method) เป็นการทำให้กิจกรรมของผู้เรียนและวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนนั้นถูกนำออกมาใช้อย่างเต็มความสามารถ ให้ผู้เรียนแต่ละคนมีอิสระในการพัฒนาความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาตามความสามารถและความสนใจ และสิ่งสุดท้ายคือครูต้องปล่อยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความฉลาดของเขา (Nohda, 1998) กระบวนการแก้ปัญหาเป็นสื่อในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจ พัฒนาทักษะการคิดและการให้เหตุผลของผู้เรียน ดังนั้นการสอนโดยวิธีการแบบเปิด คือการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนทุกคนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยพลังและความสามารถของแต่ละบุคคล และยิ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาหรือสร้างสรรค์ผลงานทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการของตนเองอย่างมีคุณภาพ ครูผู้สอนที่ใช้รูปแบบการสอนดังกล่าวนี้ จำเป็นจะต้องทำความเข้าใจแนวคิดของผู้เรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อเป็นแนวทางให้ครูได้กระตุ้น สนับสนุน และจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ของเขาได้อย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ยึดหลัก 3 ประการ ดังนี้ 1) กิจกรรมการเรียนการสอนต้องตอบสนองต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระของผู้เรียน 2) เป็นไปตามหรือสอดคล้องกับธรรมชาติของความรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้ที่เป็นระบบ เป็นเชิงหลักการและทฤษฎี 3) ขึ้นอยู่กับความสะดวกหรือเป็นอำนาจในการตัดสินใจของครูผู้สอน (Nohda, Nobuhiko, 2000 อ้างใน นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์, 2552) ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมนั้น ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดตามความสามารถหรือประสบการณ์ของตนเอง ให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ได้ฝึกแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ที่ไม่เคยพบมาก่อน และสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน จากการศึกษาเกี่ยวกับการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนสามารถวางแผนกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างอิสระ (พัทธยากร บุสสุยา, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับ ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557) ที่ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด เป็นวิธีการที่เน้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิดด้วยวิธีการแก้ปัญหาและการหาคำตอบที่หลากหลาย ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และลงมือปฏิบัติจนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยทั่วไป ยังคงเน้นเนื้อหาและการทำแบบฝึกหัด เพื่อให้เข้าใจเนื้อหามากกว่าการเน้นที่กระบวนการเรียนรู้และเน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง จึงทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เมื่อเจอปัญหาที่แปลกใหม่ หรือประยุกต์จากที่เคยเจอ จึงมักจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญที่จะต้องส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการให้ความรู้คณิตศาสตร์กับผู้เรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำรูปแบบการสอนโดยวิธีการแบบเปิดมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากรูปแบบการสอนดังกล่าวส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการสอนคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

### คำถามการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

### ความสำคัญของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีทักษะการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนควรได้รับการพัฒนา เนื่องจากมีความสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ และเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในระดับที่ดีขึ้น นักเรียนมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนโดยเฉพาะความสามารถของนักเรียนในการพยายามค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเองมากขึ้น
3. เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้นำ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดไปประยุกต์ใช้ในบริบทที่หลากหลาย
4. ข้อค้นพบจะเป็นพื้นฐานแก่นักวิจัยรุ่นต่อไปที่สนใจทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

### ขอบเขตของการวิจัย

#### กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งกำลังเรียนอยู่ใน รายวิชาคณิตศาสตร์ ค16101 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา จำนวน 16 คน

#### เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค16101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

#### ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการภายในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 7 สัปดาห์ ใช้เวลาในการสอน 15 คาบ คาบเรียนละ 60 นาที

#### ตัวแปรที่ศึกษา

- ตัวแปรต้น : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
- ตัวแปรตาม : 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
2) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลายโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งเป็นปัญหาที่มีคำตอบหรือมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าถึงปัญหาและหาคำตอบตามวิธีการของตัวเองจากความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ เป็นปัญหาที่ทำให้อิสระในการคิดหาคำตอบ ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองระหว่างการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ทำให้เกิดแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและพัฒนาแนวคิดผ่านประสบการณ์ร่วมกัน ผู้เรียนได้แสดงออกทางความคิดหรือแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหา และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ผลงานตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียนผ่านสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด มีการนำเสนอและเปรียบเทียบแนวคิดในการแก้ปัญหาของผู้เรียนในชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงพัฒนา และสรุปเป็นสาระสำคัญของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดนั้นๆ การพิจารณาคำตอบของปัญหาปลายเปิดไม่ใช่ตัดสินเฉพาะความถูกต้องของคำตอบ หรือ ตัดสินโดยคนส่วนมากว่าถูกหรือผิด แต่จะมีการพิจารณาถึง เหตุผลว่ามีความสมเหตุสมผลมากน้อยเพียงใด โดยรูปแบบขั้นตอนของการจัดกิจกรรมประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ปลายเปิด หมายถึง ขั้นตอนที่ครูจะเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน และอธิบายให้ผู้เรียนได้รับรู้สถานการณ์ปัญหานั้นอย่างชัดเจน ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจและวิเคราะห์ว่าสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหานั้นกำหนดอะไรให้บ้าง และโจทย์ต้องการทราบอะไร

2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนได้รับรู้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดแล้ว ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ ทั้งรายบุคคล เป็นคู่หรือเป็นกลุ่มย่อยตามความเหมาะสมของแต่ละชั้นเรียน โดยผู้เรียนแต่ละคนจะใช้ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถนำเสนอ อภิปราย แลกเปลี่ยนแนวคิด และวางแผนในการแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ

3) ขั้นการอภิปรายในกลุ่มและการอภิปรายหน้าชั้นเรียน หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองแล้ว ครูจะให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปแนวคิดของกลุ่มตนเองก่อน จากนั้นครูจะสุ่มตัวแทนของแต่ละกลุ่มเพื่อนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองให้ผู้เรียนในชั้นเรียนดู และตรวจสอบแนวคิดของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่นๆ ในชั้นเรียนว่าเหมือนกัน หรือต่างกันอย่างไร

4) ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนทุกคนได้ร่วมกันอภิปรายแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเองแล้ว ในขั้นตอนนี้ ครูและผู้เรียนจะร่วมกัน

เปรียบเทียบแนวคิดของแต่ละกลุ่มถึงความเหมือนและความแตกต่าง หาแนวคิดที่มีความเหมาะสมที่สุดในการแก้สถานการณ์ปัญหานั้นๆ และร่วมกันสรุปเป็นสาระสำคัญ

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการ ขั้นตอนการแก้ปัญหา และยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์เดิมและทักษะพื้นฐานต่างๆ ที่มีอยู่ ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัญหาใหม่ โดยพิจารณาจากใบงานและการเขียนแสดงแนวคิด วิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนขณะทำกิจกรรมในชั้นเรียน ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณา คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา เป็นการพิจารณาว่านักเรียนสามารถเขียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้หรือไม่ 2) การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาว่านักเรียนสามารถเขียนเชื่อมโยงข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้หรือไม่ 3) การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาว่านักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหตามแนวทางที่วางไว้ได้สำเร็จหรือไม่ และ 4) การตรวจสอบ เป็นการพิจารณาว่าการแก้ปัญหของนักเรียนได้มีการตรวจสอบคำตอบกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่ โดยพิจารณาจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นแบบทดสอบอัตนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายและให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในสิ่งที่ผู้เรียนนำมาใช้สนับสนุนหรือคัดค้านแนวคิด การให้รายละเอียดของแนวคิดที่นำมาใช้เพื่อเข้าถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งถูกอธิบายออกมาในรูปแบบของคำพูดและการกระทำต่างๆ ในระหว่างการแก้ปัญหา โดยใช้การให้เหตุผลแบบนิรนัย ที่เป็นการให้เหตุผลโดยการยอมรับว่าเหตุนั้นเป็นจริง แล้วใช้หลักตรรกศาสตร์อ้างอิงจากเหตุที่ยอมรับว่าเป็นจริงนั้น นำไปสู่ผลลัพธ์หรือข้อสรุป ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณา 3 ระดับ คือ 1) ระดับดี หมายถึงนักเรียนสามารถแสดงข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน อธิบายแนวคิดโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องชัดเจน สรุปผลได้ถูกต้องตามที่สถานการณ์กำหนด 2) ระดับพอใช้ หมายถึง นักเรียนสามารถแสดงข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาได้แต่ไม่ครบถ้วน อธิบายแนวคิดโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่ชัดเจน สรุปผลได้ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนตามที่สถานการณ์กำหนด และ 3) ระดับปรับปรุง หมายถึง นักเรียนไม่สามารถแสดงข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ หรือแสดงข้อมูลไม่ถูกต้อง ไม่สามารถอธิบายโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ ไม่มีการสรุปผลหรือสรุปผลไม่ถูกต้อง โดยพิจารณาจากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นแบบทดสอบอัตนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยได้ ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. สารระสำคัญในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง 2560
  - 1.1 คุณภาพผู้เรียน
  - 1.2 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.3 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
  - 1.4 มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา
  - 2.1 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
  - 2.2 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
  - 3.1 แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิด
  - 3.2 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
  - 3.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
  - 3.4 บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
  - 3.5 ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 4.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 4.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์
  - 4.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 4.4 เทคนิคและกลวิธีการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
  - 4.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 4.6 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 4.7 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 5.1 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 5.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 5.3 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 5.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 5.5 การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
8. กรอบแนวคิดในการวิจัย

### สาระสำคัญในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง 2560

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกำหนดจุดมุ่งหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ดังนี้

#### คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ได้ระบุคุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

1. อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือ แสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง อัตราส่วนและร้อยละ มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ
2. อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ
3. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิแท่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตารางสองทางและกราฟเส้น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และตัดสินใจ

#### สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ และยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้

เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

1. จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิต ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ
2. การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ
3. สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวม ข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจ

### ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง
2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน
3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่างๆ หรือศาสตร์อื่นๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

### มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ ได้กำหนดให้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

#### สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

#### สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

#### สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดในเรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งสอดคล้องกับสาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** สาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัดชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
สาระที่ 2 การวัดและ เรขาคณิต	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐาน เกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเน ขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้	ค 2.1 ป.6/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสาม มิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
	มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์ รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และ นำไปใช้	ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะของรูปเรขาคณิต สามมิติชนิดต่างๆ ค 2.2 ป.6/4 ระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ ประกอบจากรูปคลี่ และระบุรูปคลี่ของรูป เรขาคณิตสามมิติ

### หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

ในการทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยได้ศึกษา คำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชา และโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ รายคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา ดังนี้

#### คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค16101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เวลาเรียน 160 ชั่วโมง/ปี จำนวน 4.0 หน่วยกิต

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาต่อไปนี้

ตัวประกอบของจำนวนนับ จำนวนเฉพาะ การแยกตัวประกอบ ตัวหารร่วมที่มากที่สุด (ห.ร.ม.) ผลคูณร่วมที่น้อยที่สุด (ค.ร.น.) การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ ห.ร.ม และ ค.ร.น. การเปรียบเทียบและเรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละ การบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ การบวก ลบ คูณ หารระคน ของเศษส่วนและจำนวนคละ การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ 2 - 3 ขั้นตอน ความสัมพันธ์ระหว่าง เศษส่วนกับทศนิยม การหารทศนิยมที่ตัวหารและผลหาร

เป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง การแลกเปลี่ยนเงินตรา การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม 3 ขั้นตอน การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ 2 – 3 ขั้นตอน อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน มาตรฐาน การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและมาตรฐาน แบบรูปและความสัมพันธ์ การแก้ปัญหเกี่ยวกับแบบรูป

ชนิดและสมบัติของรูปหลายเหลี่ยม มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม การสร้างรูปสามเหลี่ยม ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม ส่วนต่างๆ ของวงกลม การสร้างวงกลม ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด รูปคลี่ของทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด ปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยม มุมฉาก การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก การอ่านแผนภูมิรูปวงกลม การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแผนภูมิรูปวงกลม

การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ควรใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวหรือที่พบเห็นในชีวิตจริง ให้นักเรียน ศึกษาค้นคว้าจากการปฏิบัติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ และพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเองพร้อมทั้งตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

การวัดผลและประเมินผล เน้นการวัดผลและประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยให้สอดคล้องกับบริบท และเป็นไปตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

#### มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

ค 1.1	ป.6/1 , ป.6/2 , ป.6/3 , ป.6/4 , ป.6/5 , ป.6/6 ป.6/7 , ป.6/8 , ป.6/9 , ป.6/10 , ป.6/11 , ป.6/12
ค 1.2	ป.6/1
ค 2.1	ป.6/1 , ป.6/2 , ป.6/3
ค 2.2	ป.6/1 , ป.6/2 , ป.6/3 , ป.6/4
ค 3.1	ป.6/1

รวมทั้งสิ้น 21 ตัวชี้วัด

โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	หน้า หน้า คะแนน
1	ท.ร.ม. และ ค.ร.น.	ค 1.1 ป.6/4 ค 1.1 ป.6/5 ค 1.1 ป.6/6	<b>จำนวนนับและ 0</b> - ตัวประกอบ จำนวนเฉพาะ ตัวประกอบเฉพาะ และ การ แยกตัวประกอบ - ท.ร.ม. และ ค.ร.น. - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ท.ร.ม. และ ค.ร.น.	15	5
2	เศษส่วน	ค 1.1 ป.6/1 ค 1.1 ป.6/7 ค 1.1 ป.6/8	<b>เศษส่วน</b> - การเปรียบเทียบและ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวน คละ โดยใช้ความรู้เรื่อง ค.ร.น. <b>การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน</b> - การบวก การลบเศษส่วน และจำนวนคละ โดยใช้ความรู้ เรื่อง ค.ร.น. - การบวก ลบ คูณ หารระคน ของเศษส่วนและจำนวนคละ - การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน และจำนวนคละ	25	15

## ตารางที่ 2 ต่อ

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
3	ทศนิยม	ค 1.1 ป.6/9 ค 1.1 ป.6/10	<b>ทศนิยม และการบวก การลบ การคูณ การหาร</b> - ความสัมพันธ์ระหว่าง เศษส่วนและทศนิยม - การหารทศนิยม - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ทศนิยม (รวมการแลกเปลี่ยนต่างประเทศ)	20	5
4	ร้อยละและ อัตราส่วน	ค 1.1 ป.6/2 ค 1.1 ป.6/3 ค 1.1 ป.6/11 ค 1.1 ป.6/12	<b>อัตราส่วน</b> - อัตราส่วน อัตราส่วนที่ เท่ากัน และมาตราส่วน <b>อัตราส่วนและร้อยละ</b> - การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วน และมาตราส่วน - การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ	15	5
5	แบบรูป	ค 1.2 ป.6/1	<b>แบบรูป</b> - การแก้ปัญหเกี่ยวกับแบบ รูป	4	5
<b>สอบกลางปี</b>				1	15
6	รูปสามเหลี่ยม	ค 2.1 ป.6/1 ค 2.1 ป.6/2 ค 2.2 ป.6/1 ค 2.2 ป.6/2	<b>รูปเรขาคณิตสองมิติ</b> - ชนิดและสมบัติของรูป สามเหลี่ยม - มุมภายในของรูปหลาย เหลี่ยม - การสร้างรูปสามเหลี่ยม - ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของรูปหลายเหลี่ยม	25	5

## ตารางที่ 2 ต่อ

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
			- การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของ รูปหลายเหลี่ยม		
7	รูปหลายเหลี่ยม	ค 2.1 ป.6/2 ค 2.1 ป.6/3	<b>รูปเรขาคณิตสองมิติ</b> - มุมภายในของรูปหลาย เหลี่ยม - ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของรูปหลายเหลี่ยม - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของ รูปหลายเหลี่ยม	20	10
8	วงกลม	ค 2.1 ป.6/1 ค 2.1 ป.6/2 ค 2.2 ป.6/1 ค 2.2 ป.6/2	<b>รูปเรขาคณิตสองมิติ</b> - ส่วนต่างๆ ของวงกลม - การสร้างวงกลม - ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของวงกลม - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของ วงกลม	15	5
9	รูปเรขาคณิต สามมิติ	ค 2.2 ป.6/3 ค 2.2 ป.6/4	<b>รูปเรขาคณิตสามมิติ</b> - ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด - รูปคลี่ของทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด	15	10

## ตารางที่ 2 ต่อ

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
			<b>ปริมาตรและความจุ</b> - ปริมาตรของรูปเรขาคณิต สามมิติที่ประกอบด้วยทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาตรของรูปเรขาคณิตสาม มิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยม มุมฉาก		
10	การนำเสนอ ข้อมูล	ค 3.1 ป.6/1	<b>การนำเสนอข้อมูล</b> - การอ่านแผนภูมิรูปวงกลม	4	5
<b>สอบปลายปี</b>				1	15
<b>รวมตลอดปีการศึกษา</b>				160	100

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

## แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิด

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) ได้กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะต้องจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยความเข้าใจ และสามารถสร้างความรู้ด้วยตัวเองบนพื้นฐานของประสบการณ์และความรู้เดิม โดยผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีถ้าหากสามารถควบคุม และตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) กล่าวว่า การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดมีเป้าหมายเพื่อให้ นักเรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขาควบคู่ไป กับระดับการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ของพวกเขา ครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดในการสอนจำเป็น อย่างยิ่งที่จะต้องพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทำให้แนวคิด ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่สูงขึ้น โดยการเปิดโอกาสให้ นักเรียนใช้การเจรจาต่อรองความหมายกับนักเรียนคนอื่นหรืออาศัยการชี้แนะจากครู การสอนโดยใช้

วิธีการแบบเปิดมุ่งเน้นที่จะเปิดใจของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์มากกว่าเน้นการสอนเนื้อหาให้ครบถ้วน การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดยึดหลัก 3 ประการ ดังนี้

1) มีความสัมพันธ์กับความเป็นอิสระของกิจกรรมของนักเรียน นั้นหมายความว่า เราจะต้องตระหนักในคุณค่าของกิจกรรมของนักเรียนด้วยการไม่พยายามเข้าไปสอดแทรกโดยไม่จำเป็น

2) มีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะในเชิงวิวัฒนาการและเชิงบูรณาการ เนื่องจากเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ เป็นระบบและมีความเป็นทฤษฎี ฉะนั้นความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีความสำคัญมากเท่าใดก็ยิ่งทำให้เกิดความรู้ที่มีลักษณะเชิงอุปมา มีความพิเศษและมีความเป็นลักษณะทั่วๆ ไปมากขึ้นเท่านั้น อุปมาเทียบได้กับว่า ความรู้ที่มีความสำคัญมากก็ยิ่งรู้ได้ล่วงหน้าว่าสามารถเปิดประตูสู่โลกกว้างได้มาก ในขณะที่เดียวกันความรู้ต้นกำเนิดที่มีความสำคัญก็จะได้รับการสะท้อนอีกหลายๆ ครั้ง บนเส้นทางของการวิวัฒนาการเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ การได้มีโอกาสไตร่ตรองหลายๆ ครั้ง เกี่ยวกับความรู้ต้นกำเนิดนั้นจะเป็นแรงผลักดันให้ก้าวเข้าไปสู่ประตูของโลกแห่งความกว้างที่กล่าวมา

3) มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจที่มีประโยชน์ของครูในห้องเรียน ในห้องเรียนคณิตศาสตร์บ่อยครั้งที่ครูต้องเผชิญกับแนวคิดของนักเรียนที่ครูไม่ได้คาดมาก่อน ในลักษณะนี้ครูจะต้องมีบทบาทสำคัญในการที่จะทำให้แนวคิดเหล่านั้นได้มีบทบาทอย่างเต็มที่ในชั้นเรียน และพยายามอย่างจริงจังว่าทำอย่างไรนักเรียนคนอื่นจะสามารถเข้าใจได้อย่างแท้จริงเกี่ยวกับแนวคิดที่ไม่ได้คาดมาก่อน

Nohda (2000) กล่าวว่ากิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด มีผลดีคือ นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันสามารถทำกิจกรรมร่วมกันได้ โดยที่นักเรียนแต่ละคนจะมีการตอบสนองต่อกิจกรรมแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน นอกจากนั้นยังช่วยในกระบวนการสืบค้นการกำหนดและปัญหาของนักเรียน

จากแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิดข้างต้น สรุปได้ว่า วิธีการแบบเปิด คือวิธีการที่ใช้ในชั้นเรียนวิธีหนึ่งที่มีเป้าหมายเพื่อช่วยให้นักเรียนที่มีความแตกต่างทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์หรือทำกิจกรรมร่วมกันได้ตามระดับความสามารถในการตอบสนองแต่ละคน โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้การเจรจาต่อรองความหมายกับนักเรียนคนอื่นหรืออาศัยการชี้แนะจากครู จะช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและเกิดการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

### ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ดังนี้

โนตะ (Nohda, n.d.) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด หมายถึง กระบวนการหรือวิธีการสอนที่กระตุ้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียน

เบคเกอร์ และ ชิมาตะ (Becker & Shimada, 1997 อ้างถึงใน พัทยากร บุสสยา, 2559) ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดว่า เป็นวิธีการสอนโดยครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียน ซึ่งสถานการณ์ปัญหานั้นไม่จำเป็นต้องมีวิธีการแก้ปัญหาหรือมีคำตอบเพียงอย่างเดียว ครูต้องใช้ความหลากหลายของกระบวนการในการแก้ปัญหา ที่ทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ในการค้นพบสิ่งใหม่ โดยใช้ความรู้ ทักษะและการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนมีอยู่ กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนจะต้องช่วยให้ผู้เรียนใช้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์อย่างเหมาะสม ผู้เรียนได้ค้นคว้ากฎหรือความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้และทักษะที่มีอยู่ ผู้เรียนได้แก้ปัญหา ตรวจสอบผลลัพธ์ รวมถึงได้ทราบแนวคิดใหม่จากผู้เรียนคนอื่นๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างของแนวคิดนั้นแล้วนำมาปรับปรุงและพัฒนาต่อไป

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดว่า เป็นการสอนเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขาควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้

นฤมล อินทร์ประสิทธิ์ (2551) ได้กล่าวถึงความหมายของวิธีการแบบเปิดไว้ดังนี้ วิธีการแบบเปิดเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด โดยใช้สถานการณ์ปัญหาแบบปลายเปิด ที่นักเรียนสามารถหาวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายและคำตอบที่ได้จะเป็นคำตอบที่หลากหลาย

สุรัตดา ลอยฟ้า (2552) ได้กล่าวถึงวิธีการแบบเปิดว่า เป็นขั้นตอนการสอนที่มุ่งเตรียมนักเรียนด้วยสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะเป็นปัญหาที่กระตุ้นการคิดวิเคราะห์และสืบเสาะในการแสวงหาแนวทางแก้ปัญหา สามารถสร้างปัญหาใหม่จากปัญหาดังกล่าวด้วยประสบการณ์ในการแก้ปัญหาพัฒนาทักษะกระบวนการคิด

พัทยากร บุสสยา (2559) ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหานั้น พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด

สร้างสรรค์ตามความสามารถของผู้เรียน และมีการนำเสนอและเปรียบเทียบแนวคิดในการแก้ปัญหาของผู้เรียนในชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญหาของผู้เรียนแต่ละคน

จากการศึกษาความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สามารถสรุปได้ว่า วิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ผู้เรียนได้แสดงออกทางความคิดหรือแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหา และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ผลงานด้วยทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์ตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียน ผ่านสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ครูเป็นผู้นำเสนอ และมีการนำเสนอและเปรียบเทียบแนวคิดในการแก้ปัญหาของผู้เรียนในชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง พัฒนา และสรุปเป็นสาระสำคัญของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดนั้นๆ

### ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

นักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ดังนี้

โนตะ (Nohda, 1983 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547) กล่าวว่า การสอนโดยวิธีการแบบเปิดประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มานำเสนอให้กับผู้เรียน
2. การสืบเสาะเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องพยายามค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ของตนเอง ครูมีหน้าที่ชี้แนะให้ผู้เรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางคำตอบที่ได้มา เพื่อที่จะบูรณาการคำตอบให้สามารถนำมาเป็นความรู้ในระดับสูงในระยะต่อมา
3. การสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ เป็นการสร้างปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาเดิม ผู้เรียนจะต้องพยายามสร้างปัญหาที่มีความเป็นกรณีทั่วไปมากขึ้น โดยอาศัยพื้นฐานจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาแนวทางการแก้ปัญหา และจากการที่ได้แก้ปัญหาเหล่านั้นผู้เรียนจะได้รับการคาดหวังว่าจะสามารถค้นพบแนวทางคำตอบที่มีลักษณะเป็นกรณีทั่วไปมากขึ้น

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (Inprasit, 2011) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเสนอปัญหาปลายเปิด เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน ครูจะต้องอธิบายปัญหานั้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ กฎ และเงื่อนไขของปัญหานั้นๆ เพราะผู้เรียนบางคนอาจไม่เข้าใจปัญหา เนื่องจากเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่เคยพบเจอมาก่อน โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของปัญหา อาจใช้สื่อการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจยิ่งขึ้น และให้ข้อมูล

ทั่วไปเพิ่มเติม เพื่อให้เห็นปัญหาที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น รวมถึงยกตัวอย่างแนวทางการคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับปัญหานั้นๆ

2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา ครูไม่ควรกำหนดแนวทางการคิดของผู้เรียน เพราะเน้นให้ผู้เรียนได้คิดหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งรูปแบบการสอนนี้เป็นการรวมกันของสองสิ่ง คือ การทำงานของแต่ละบุคคลและการอภิปรายในชั้นเรียน

3. ขั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องอภิปรายแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเองในชั้นเรียน สิ่งที่สำคัญคือการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาของผู้เรียนในใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึก เพื่อให้เห็นถึงแนวคิดของผู้เรียนเป็นลายลักษณ์อักษร และครูก็จะสามารถประเมินผู้เรียนได้จากใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึกนั้นๆ

4. ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เป็นขั้นที่ครูหรือผู้เรียนควรเขียนแนวคิดของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มบนกระดานเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลายนั้น แล้วครูทำการเปรียบเทียบแนวคิดของผู้เรียนถึงความเหมือนและความแตกต่างของแนวคิดนั้นๆ ครูควรเสริมแนวคิดที่หลากหลายของผู้เรียนในทางบวก พร้อมทั้งแนะนำและปรับเปลี่ยนตามความคิดเห็นของผู้เรียนคนอื่นๆ

สุลัดดา ลอยฟ้า และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) ได้พัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ของญี่ปุ่นที่เรียกว่าวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาการสอนคณิตศาสตร์ของครูญี่ปุ่นและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยเน้นกระบวนการแก้ปัญหาเป็นสื่อ เป้าหมายของการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดคือ มุ่งให้ผู้เรียนทุกคนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยพลังและความสามารถของแต่ละบุคคล โดยมุ่งให้ผู้เรียนสามารถสร้างและพัฒนาผลงานทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการเรียนของตนเองอย่างมีคุณภาพ การกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) มี 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing Open - Ended Problem) เป็นการนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียน โดยจุดเน้นของการนำเสนอปัญหาปลายเปิดคือ การทำให้ปัญหานั้นเป็นปัญหาของนักเรียนให้ได้

2. การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Students' Self Learning) เป็นการให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองในขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการเรียนรู้ด้วยตนเองเพียงคนเดียวมาเป็นการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น

3. การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ (Whole Class Discussion and Comparison) เป็นการนำแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนมาอภิปรายทั้งชั้นเพื่อให้นักเรียนและคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน ได้มีโอกาสเรียนรู้จากแนวคิดของเพื่อน

4. การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Summarization Through Connecting Students' Ideas Emerged in Classroom) เป็นการขยายแนวคิดโดยการเชื่อมโยงจากแนวคิดต่างๆ ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ในชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและชั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียน สามารถย้อนกลับไปกลับมาได้ เช่น ในกรณีที่มีแนวคิดของนักเรียนเกิดขึ้น บางครั้งอาจไม่ต้องรอให้แนวคิดใหม่เกิดขึ้นเต็มทั้งชั้นเรียน ครูสามารถนำแนวคิดมาอภิปรายในขณะนั้น ดังนั้นในสองขั้นตอนนี้จึงมีส่วนที่ทับซ้อนกันและสามารถย้อนกลับไปกลับมาได้

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการกำหนดปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหา โดยที่ผู้สอนไม่ได้แนะวิธีการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน ลักษณะของปัญหาอยู่ในรูปของสถานการณ์ เช่น การเล่นเกม ปัญหานั้นไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีซึ่งวิธีการแก้ปัญหานั้นจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้สอนว่าจะกำหนดปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนดเป็นปัญหาปลายเปิดชนิดใด

2. ขั้นการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยผู้เรียนแต่ละคน เสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไปตามความสามารถและประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล แล้วนำมาร่วมกันอภิปรายในกลุ่มย่อยถึงแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้ว่าเหมาะสมกับสถานการณ์หรือไม่เพียงใด พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการแก้ปัญหามาหน้าชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นที่สุด

3. ขั้นการขยายปัญหา เป็นขั้นตอนการขยายสู่ขั้นตอนใหม่โดยพิจารณาจากขั้นที่ 2 และอาศัยฐานจากปัญหาเดิม

พิศยากร บุสสุยา (2559) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนบทเรียน ในขั้นนี้ครูและผู้เรียนทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาร่วมกัน โดยครูใช้คำถามนำเพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามพร้อมกัน

2. ชื่อนำเสนอปัญหาปลายเปิด ในขั้นนี้ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด จากนั้นให้ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยครูใช้คำถามนำเพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหาถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ

3. ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเอง ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละคนวางแผนแก้ปัญหาอย่างอิสระ ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ หรืออาจมีการศึกษาแนวคิดเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งบันทึกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรม โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนมีแนวทางการแก้ปัญหาหรือคำตอบของปัญหาที่หลากหลาย

4. ขั้นแก้ปัญหาร่วมกัน ในขั้นนี้ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละคนอธิบายและแลกเปลี่ยนแนวคิดการแก้ปัญหของตนภายในกลุ่ม เพื่อหาแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหที่เหมาะสม ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 วิธี หรือมากกว่า 1 กลุ่มแนวคิด แล้วลงมือแก้ปัญหาร่วมกัน พร้อมทั้งบันทึกวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมของแต่ละคน

5. ชื่อนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ครูสุ่มตัวแทนกลุ่มของทุกกลุ่มออกมา นำเสนอแนวคิดการแก้ปัญหของตนพร้อมทั้งเขียนวิธีการแก้ปัญหบนกระดาน จากนั้นเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคนอื่นๆ ชักถามและอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกันภายในชั้นเรียน

6. ขั้นสรุปและสร้างปัญหาใหม่ ในขั้นนี้ผู้เรียนร่วมกันเปรียบเทียบและสรุปแนวความคิดการแก้ปัญหของแต่ละกลุ่มที่ได้นำเสนอไป เพื่อให้ผู้เรียนพิจารณาแนวคิดการแก้ปัญหที่เหมาะสมสำหรับปัญหานั้นๆ ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 แนวคิดหรือมากกว่า 1 คำตอบ จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างปัญหาใหม่จากปัญหาเดิมโดยอาจเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเงื่อนไขให้กับปัญหาเดิม พร้อมทั้งร่วมกันแก้ปัญหาแล้วบันทึกลงในใบกิจกรรม ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดที่แปลกใหม่จากเดิม และแนะนำถ้าผู้เรียนสร้างปัญหาที่ไม่เหมาะสม

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดได้ดังตารางที่ 3

พหุบัณฑิต ชีวะ

ตารางที่ 3 สรุปขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

โนดะ (Nohda) 1983	ไมตรี อินทร์ ประสิทธิ์ 2011	สุลัดดา ลอยฟ้า และไมตรี อินทร์ ประสิทธิ์ (2547)	ตติมา ทิพย์จินดา ชัยกุล 2557	พัทธยากร บุสส ยา 2559
1) การกำหนด สถาน การณ์ ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	1) ช้่นนำเสนอ ปัญหาปลายเปิด	1) การนำเสนอ ปัญหาปลายเปิด	1) ช้่นการกำหนด ปัญหา	1) ช้่นทบทวน บทเรียน
2) การสืบค้นเพื่อ หาแนวทางการ แก้ปัญหา	2) ช้่นการเรียนรู้ ด้วยตนเองของ ผู้เรียน	2) การเรียนรู้ด้วย ตนเองของผู้เรียน	2) ช้่นการ แก้ปัญหา	2) ช้่นนำเสนอ ปัญหาปลายเปิด
3) การสร้างสถาน การณ์ปัญหาใหม่	3) ช้่นอภิปราย และเปรียบเทียบ แนวคิด	3) การอภิปรายทั้ง ช้่นและการ เปรียบเทียบ	3) ช้่นการขยาย ปัญหา	3) ช้่นเรียนรู้ด้วย ตนเอง
	4) ช้่นสรุป	4) การสรุปโดย การเชื่อมโยง แนวคิดของ นักเรียนที่เกิดขึ้น ในช้่นเรียน		4) ช้่นแก้ปัญหา ร่วมกัน
				5) ช้่นนำเสนอ แนวคิดในการ แก้ปัญหา
				6) ช้่นสรุปและ สร้างปัญหาใหม่

จากตารางที่ 3 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ช้่นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ปลายเปิด ช้่นตอนที่ครูจะเป็นผู้  
นำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดในช้่นเรียน และอธิบายให้ผู้เรียนได้รับรู้สถานการณ์ปัญหานั้น  
อย่างชัดเจน ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจและวิเคราะห์ว่าสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหานั้นกำหนด  
อะไรให้บ้าง และโจทย์ต้องการทราบอะไร

2) ช้่นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช้่นที่ผู้เรียนได้รับรู้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดแล้ว  
ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ ทั้งรายบุคคล เป็นคู่ หรือ  
เป็นกลุ่มย่อยตามความเหมาะสมของแต่ละช้่นเรียน โดยผู้เรียนแต่ละคนจะใช้ความรู้ ทักษะ และ  
ประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถนำเสนอ อภิปราย แลกเปลี่ยนแนวคิด และ  
วางแผนในการแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ

3) ขั้นการอภิปรายในกลุ่มและการอภิปรายหน้าชั้นเรียน ขั้นที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองแล้ว ครูจะให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปแนวคิดของกลุ่มตนเองก่อน จากนั้นครูจะสุ่มตัวแทนของแต่ละกลุ่มเพื่อนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองให้ผู้เรียนในชั้นเรียนดู และตรวจสอบแนวคิดของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่นๆ ในชั้นเรียนว่าเหมือนกัน หรือต่างกันอย่างไร

4) ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด ขั้นที่ผู้เรียนทุกคนได้ร่วมกันอภิปรายแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเองแล้ว ในขั้นตอนนี้ ครูและผู้เรียนจะร่วมกันเปรียบเทียบแนวคิดของแต่ละกลุ่มถึงความเหมือนและความแตกต่าง หาแนวคิดที่มีความเหมาะสมที่สุดในการแก้สถานการณ์ปัญหานั้นๆ และร่วมกันสรุปเป็นสาระสำคัญ

### **บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด**

นักการศึกษาได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ดังนี้

วิญญู ศรีบุญเรือง (2549) กล่าวว่าบทบาทของครู คือพฤติกรรมที่ครูแสดงออกในชั้นเรียน คณิตศาสตร์ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย 3 บทบาท ดังนี้

1. บทบาทของครูในฐานะเป็นผู้สำรวจตรวจตรา บทบาทนี้ครูจะใช้การสังเกต การถาม และเน้นย้ำให้ผู้เรียนอ่าน ศึกษาสถานการณ์ปัญหา คำสั่ง หรือใบงานให้ละเอียดก่อนทำกิจกรรม ในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมครูจะคอยเดินสำรวจตรวจตราการทำงาน ชิ้นงานของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนทำตามขั้นตอนที่กำหนดหรือไม่ ครูจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและตรวจสอบแนวคิดกับสิ่งที่ผู้เรียนปฏิบัติ

2. บทบาทครูในฐานะผู้อำนวยความสะดวก บทบาทนี้ครูจะใช้คำถามหรือใช้คำพูดที่กระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ครูต้องช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความหมาย คำอธิบาย เลือกลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงแนวความคิดเดิมที่มีอยู่แล้ว กับความคิดใหม่ เพื่อสร้างความหมายและความเข้าใจใหม่

3. บทบาทของครูในฐานะผู้เป็นแบบอย่างนักแก้ปัญหา บทบาทนี้ครูจะสาธิตการแก้ปัญหาบนกระดานด้วยตัวอย่างที่ชัดเจน มีจุดประสงค์เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสังเกตยุทธวิธีการแก้ปัญหาของครู แต่เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบังคับหรือไม่เอื้อต่อการที่จะให้ครูสาธิตการแก้ปัญหาบนกระดาน ส่งผลให้ครูต้องตระหนักในบทบาทหน้าที่ของตนเองที่จะแสดงออกมาระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์ (2552) กล่าวว่า ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน ครูจัดเตรียมสื่อและสภาพแวดล้อมให้นักเรียน ใช้คำถามและคำพูดเพื่อกระตุ้นความคิด ผู้เรียนมีอิสระทางความคิด กระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้หลากหลายและแตกต่างกัน ครูใช้การสังเกต การตรวจชิ้นงาน การนำเสนอผลงานหน้าชั้น ครูบันทึกสิ่งที่เกิดในชั้นเรียน ครูมีบทบาทร่วมสรุปและให้ความรู้เสริมบ้างในช่วงทำกิจกรรม แต่จะเป็นผู้เรียนลงมือเอง คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ศิริศุภร์ ศิริโชคชัยตระกูล (2554) กล่าวว่า ครูมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการอำนวยความสะดวก โดยการเตรียมกิจกรรม เตรียมสื่อเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การเรียนรู้ที่ดีและคงทน ย่อมเกิดจากผู้เรียนเอง ดังนั้นครูจะไม่แนะแนวทางในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบให้กับผู้เรียน แต่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดประเด็นที่สงสัย อยากรู้ นำไปสู่กระบวนการคิดที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่คำตอบนั้น

วิจารณ์ พานิช (2557) กล่าวว่า บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีดังนี้

1. เปิดประตูผู้เรียนสู่การเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยตัวผู้เรียนเอง
2. ส่งเสริมดูแลเอาใจใส่ให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาและ/หรือสร้างสรรค์ ภายใต้เงื่อนไขของโจทย์อย่างทั่วถึงและต่อเนื่องโดยการหล่อเลี้ยงแรงขับ จับประเด็นตั้งคำถาม เพิ่มลดหรือปรับประสบการณ์ สนับสนุนอำนวยความสะดวก ดูแลความเรียบร้อย แนะนำ ช่วยเพิ่มลดหรือปรับทรัพยากร ฯลฯ เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ ความสามารถที่สะสมอยู่ออกมาใช้ให้มากที่สุด จนเกิดการสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ขึ้น (constructionism) จากการลองผิดลองถูก เปลี่ยนมุมมองและหาทางให้ถึงที่สุดด้วยตนเอง (heuristics) และพร้อมๆ กันนั้นครูยังช่วยจัดวางวิธีบันทึกความคิด ความรู้สึก ความเข้าใจ บันทึกวิธีการ บันทึกผลลัพธ์ที่สัมพันธ์กับวิธีการช่วยตั้งคำถาม ช่วยตั้งประเด็นให้ผู้เรียนสังเกตเห็น และประเมินวิธีสร้างความเข้าใจและวิธีทำของตนเองในการแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์นั้นๆ (metacognition)
3. ประเมินผู้เรียนในขณะที่เรียนรู้ โดยการมีสติ ตั้งใจฟัง สังเกต และรู้สึกอย่างละเอียดอ่อน ฉับไวและแม่นยำ เพื่อหยั่งให้ถึงภาวะการนำความรู้ความสามารถออกมาใช้ ภาวะการสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ แรงบันดาลใจ วิธีการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ อากาการเข้าใจ ขอบเขตและคุณภาพของความเข้าใจ พลังความสามารถและข้อจำกัดของผู้เรียนแต่ละคนในขณะที่กำลังเรียนรู้ผ่านการแก้โจทย์หรือการสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขของโจทย์ เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาอย่างฉับพลันทันที ไม่ใช่การประเมินเพื่อตัดสิน
4. ตอบสนองต่อผลการประเมินนั้นอย่างเหมาะสมและทันเวลา โดยการตั้งคำถาม จับประเด็น ให้คำแนะนำ ให้อำนาจช่วยเหลือ ฯลฯ ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนอย่าง

สงบ มีสติในจังหวะที่เหมาะสมทันท่วงที เพื่อช่วยให้ผู้เรียนหลุดจากภาวะติดขัดหรือการเข้าใจผิด หรือช่วยให้ผู้เรียนเข้าสู่การเรียนรู้ที่กว้างขวาง ลึกซึ้งมากขึ้น และดำเนินการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ต่อไปอย่างราบรื่น

5. ขับเคลื่อนและปรับพฤติกรรมผู้เรียนด้วยวิธีการเชิงบวก เมื่อมีผู้เรียนบางคนที่ไม่อยู่ในภาวะพร้อมเรียนหรือติดขัดอย่างมาก หรือมีพฤติกรรมที่ไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ หรือรบกวนการเรียนรู้ของเพื่อน ครูจะขับเคลื่อนและปรับพฤติกรรมผู้เรียนนั้นด้วยวิธีการเชิงบวก ทั้งนี้ เพื่อรักษาแรงจูงใจด้านบวกของผู้เรียนคนนั้นและรักษาบรรยากาศเชิงบวกของชั้นเรียนเอาไว้ให้ต่อเนื่อง

พัทธยากร บุสสุยา (2559) กล่าวว่า บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด มีดังนี้

1. อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนในการทำกิจกรรม
2. ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดในการแก้ปัญหา
3. สังเกตพฤติกรรมผู้เรียนและปรับพฤติกรรมผู้เรียนในเชิงบวกเมื่อผู้เรียนไม่พร้อม

เรียนรู้

5. ไม่แนะนำแนวทางการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน
6. ร่วมกันสรุปและเสริมแนวความรู้

จากการศึกษาบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สามารถสรุปได้ว่า ครูจะต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน โดยการเตรียมโจทย์ สถานการณ์ปัญหา กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับใช้ในการทำกิจกรรม จัดสภาพแวดล้อม และสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้น่าเรียน ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดประเด็นสงสัย เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหา ไม่แนะนำแนวทางในการแก้ปัญหาหรือแนะนำแนวทางในการหาคำตอบให้ผู้เรียน ประเมินผู้เรียนจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การตรวจชิ้นงาน การนำเสนอแนวคิด การนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ครูมีบทบาทในการร่วมสรุปแนวคิดและเสริมแนวความรู้เพิ่มเติมให้กับผู้เรียน

### ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

นักการศึกษาได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด ดังนี้

ชาวาดะ (Sawada, 1997) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด ดังนี้

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ

2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวาง
3. ผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำ จะมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองกับผู้เรียนคนอื่นๆ
4. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการกระตุ้นและมีแรงจูงใจภายใน ในการเรียนรู้
5. ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์มาก จากการได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและได้ยอมรับแนวคิดที่แปลกใหม่ที่ไม่เคยรู้มาก่อน

เกษม เปรมประยูร, สุลัดดา ลอยฟ้า, และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาภาษาคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนสามารถใช้ภาษาของผู้เรียนเองในการอธิบายและให้เหตุผลได้ รวมทั้งสื่อถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในการแก้ปัญหาในกลุ่มย่อยและภาษาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนไม่ได้เป็นคำศัพท์ที่เป็นทางการ แต่เป็นภาษาที่ผู้เรียนใช้ในชีวิตประจำวัน ที่ประกอบไปด้วยแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเขียนแสดงแนวคิดด้วยภาพและการใช้ท่าทางของผู้เรียน

ปิยภรณ์ ศิริมา และปสาสน์ กงตาล (2554) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดว่า รูปแบบการสอนที่เน้นนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดรายวิชาคณิตศาสตร์ช่วยให้ฝึกกระบวนการคิด การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล และรูปแบบการสอนช่วยให้เกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ผู้เรียนภาคภูมิใจที่ได้แสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม ผู้เรียนชอบเมื่อได้ทำกิจกรรมที่มีสื่ออุปกรณ์อย่างหลากหลาย

สมุณษา สิงห์ชา (2557) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดว่า วิธีการแบบเปิดช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สามารถอธิบายเพื่อให้ผู้อื่นยอมรับและกล้าแสดงออกมากขึ้น

พัทธยากร บุสสยา (2559) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดนั้นช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น ผู้เรียนมีอิสระในการคิด มีโอกาสได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ในการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น และผู้เรียนยังมีแรงกระตุ้นหรือแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี อีกทั้งผู้เรียนยังมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความรู้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้เรียนคนอื่น

จากการศึกษาข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สามารถสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นเมื่อได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีสื่ออุปกรณ์ที่หลากหลายและ/หรือสถานการณ์ปัญหาที่แปลกใหม่ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างเต็ม

ความสามารถตามศักยภาพของตนเอง ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมีเหตุผล สามารถอธิบายแลกเปลี่ยนแนวคิดและรับฟังความคิดของผู้อื่นทั้งภายในกลุ่มและในชั้นเรียน

### ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

#### ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) เสนอว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya, 1980) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิถีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อจะให้ได้ข้อลงเอย หรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่สิ่งที่เหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นทันทีทันใด

สิริพร ทิพย์คง (2545) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ปัญหาของคนๆ หนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาของอีกคนหนึ่ง ในการแก้ปัญหามักมีการวางแผน การรวบรวมข้อมูลต่างๆ การกำหนดสาระสนเทศที่ต้องการเพิ่มเติม มีการแสดงความคิดเห็น เสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และทดสอบวิธีแก้ปัญหานั้นที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

เวชฤทธิ์ อังกะษัทรชจร (2555) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหามักต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหานั้น

พัทธยากร บุสสุยา (2559) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์เดิม เพื่อนำไปใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือความสามารถในการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการ ขั้นตอน

การแก้ปัญหา และยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์เดิมและทักษะพื้นฐานต่างๆ ที่มีอยู่ ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน

### ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2541) ได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์เป็น 2 ลักษณะคือ

1. ปัญหาปกติ (Routine Problems) เป็นปัญหาที่พบอยู่โดยทั่วไป ผู้แก้ปัญหาจะมีความคุ้นเคยกับโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหาอยู่แล้ว
2. ปัญหาที่ไม่ปกติ (Non Routine Problems) เป็นปัญหาที่เน้นกระบวนการคิดหรือเป็นปริศนา ผู้แก้ปัญหามust ใช้ความรู้ความสามารถหลายอย่างที่มาช่วยในการแก้ปัญหา เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นๆ

Polya (1957 อ้างถึงใน ชญาภา ใจโปร่ง, 2554) ได้แบ่งประเภทของปัญหาตามจุดประสงค์ของปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบ (Problem to Find an Answer) เป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการและอธิบายเหตุผล
2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem To Prove) เป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงผลว่า “ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง” หรือ “ข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ”

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) ได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ตามจุดประสงค์ของปัญหาได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของจำนวน ปริมาณ หรือให้หาคำอธิบายให้เหตุผล วิธีการแก้ปัญหา
2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่ให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้นั้นเป็นจริงหรือเป็นเท็จ

ยุพิน พิพิธกุล (2524) ได้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ

1. โจทย์ปัญหาที่ให้หาคำตอบ มี 4 ขั้นตอนในการหาคำตอบ คือ การทำความเข้าใจในปัญหา การวางแผน การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล
2. โจทย์ปัญหาที่ให้พิสูจน์ เมื่ออ่านโจทย์ปัญหาแล้วต้องแยกให้ได้ว่าอะไรคือเหตุ (สิ่งที่ต้องกำหนดให้) อะไรคือผล (สิ่งที่ต้องพิสูจน์) ให้ได้ แล้วจึงวิเคราะห์จากผลที่เกิดขึ้นไปหาเหตุว่าผลเป็นอย่างไร เหตุเกิดจากอะไร เมื่อวิเคราะห์ได้แล้วจึงเรียบเรียงการพิสูจน์จากเหตุไปสู่ผล

จากการศึกษาประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้โดยใช้เกณฑ์หลายๆ อย่าง เช่น แบ่งตามจุดประสงค์ของปัญหา หรือ แบ่งตามลักษณะของปัญหา เป็นต้น การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ปัญหาประเภทที่ให้หาคำตอบ ในการสร้างโจทย์สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนค้นหา คำตอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการและอธิบายเหตุผล

### กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จัดเป็นเป้าหมายสูงสุดของการสอนคณิตศาสตร์ โดยมุ่งที่กระบวนการในการแก้ปัญหาหรือการดำเนินการแก้ปัญหา (ชมขนาด เชื้อสุวรรณทวี, 2542) ในปัจจุบันมีผู้เรียนจำนวนมากไม่รู้ว่าจะต้องดำเนินการแก้ปัญหานั้นอย่างไร ดังนั้นครูควรปลูกฝังให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และอะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการค้นหา ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหาผู้เรียนต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วนโดยใช้วิธีต่างๆ ช่วยในการทำความเข้าใจ เช่นการเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้ผู้เรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
3. ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแนวหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ผู้เรียนจะต้องค้นหาแผนหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาใหม่

4. ขั้นตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้ผู้เรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลและกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาย่างอื่นอีกหรือไม่ สำหรับผู้เรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดาและคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

พัทธยากร บุสสยา (2559) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อให้เข้าใจว่าสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร มีข้อมูลและเงื่อนไขอะไรบ้าง จะแก้ปัญหามาตามข้อมูลและเงื่อนไขที่มีได้หรือไม่ รวมถึงเงื่อนไขที่ให้มีเพียงพอที่จะหาสิ่งที่ต้องการได้หรือไม่
2. ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขกับสิ่งที่ต้องการทราบ แล้วพิจารณาว่ามีวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับข้อมูลเงื่อนไขในปัญหานั้นๆ ซึ่งอาจมีวิธีแก้ปัญหาก็ถูกต้องเหมาะสมหลากหลายวิธี
3. ขั้นการดำเนินการตามแผน เป็นขั้นการลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นย่อยๆ ของงานที่ทำว่าถูกต้องหรือไม่
4. ขั้นการตรวจสอบย้อนกลับ เป็นขั้นการสรุปและตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่

Krulik & Rudnick (1996 อ้างถึงใน ชญาภา ใจโปร่ง, 2554) ได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการอ่านและคิด เป็นขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ตรวจสอบและประเมินผลข้อเท็จจริง การเชื่อมโยงทุกส่วนของปัญหา
2. ขั้นการสำรวจและวางแผน เป็นขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นและตัดข้อมูลที่จำเป็นทิ้งไป จัดข้อมูลให้อยู่ในรูปตาราง เขียนภาพ สร้างแบบจำลองหรืออื่นๆ เพื่อวางแผนหาคำตอบ
3. ขั้นคัดเลือกกลยุทธ์ เป็นขั้นที่คนส่วนใหญ่เห็นว่ามีความยากกว่าทุกขั้นตอน กลยุทธ์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นทิศทางที่ผู้แก้ปัญหาใช้หาคำตอบ
4. ขั้นการหาคำตอบ เป็นขั้นตอนการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหานั้นๆ เพื่อหาคำตอบโดยใช้การประมาณค่าหรือใช้เครื่องคำนวณแล้วแต่ความเหมาะสม

5. ขั้นการสะท้อนกลับและการขยายผล เป็นการตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้ตรงตามเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่ และคำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่ และควรจะขยายผลไปสู่กรณีทั่วไปหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ภายใต้สถานการณ์เดิม

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการฝึกให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งมีกระบวนการในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องวิเคราะห์ว่าโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหานั้นให้ข้อมูลอะไรบ้างและต้องการทราบอะไร 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาให้มา มาเชื่อมโยงกับหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ เพื่อเลือกใช้วิธีการหาคำตอบที่เหมาะสม 3) ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนวิธีการที่เลือก ซึ่งต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบและอธิบายเหตุผล 4) ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้ตรงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดหรือไม่

#### เทคนิคและกลวิธีการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ได้ผลนั้น นอกจากจะสอนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาแล้วยังขึ้นอยู่กับเทคนิควิธีการต่างๆ ที่สอดแทรกเข้าไปด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาหนึ่งๆ นอกจากผู้เรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเพียงพอและเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาดีแล้ว การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหา ถ้าผู้เรียนมีความคุ้นเคยกับยุทธวิธีแก้ปัญหามากๆ ที่เหมาะสมและหลากหลายแล้ว ก็จะสามารถเลือกยุทธวิธีเหล่านั้นมาใช้ได้ทันที ยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือสำคัญและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีที่พบบ่อยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือเป็นรูปแบบในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ แล้วคาดเดาคำตอบซึ่งคำตอบที่ได้จะถูกยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธีนี้จะใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต การฝึกฝนการค้นหาแบบรูปในเรื่องดังกล่าวเป็นประจำจะช่วยผู้เรียนพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนและทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นภาษาที่ผู้เรียนสามารถประมวลและคาดคะเนจำนวนที่พิจารณาโดยยังไม่ต้องคิดคำนวณก่อน ตลอดจนสะท้อนความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดของตนเอง

2. การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลไว้ในตารางที่สร้างขึ้น อันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่นๆ ซึ่งจะช่วยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ และช่วยให้ไม่ลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องการแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา
3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้นและบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น
4. การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบของข้อมูลโดยการเป็นกรณี ที่อาจจะเป็นไปได้ทั้งหมด โดยผู้เรียนอาจจะตัดกรณีที่เป็นไปไม่ได้ออกก่อน แล้วจึงค่อยค้นหาแบบรูปวิธีการ หรือระบบของกรณีที่เป็นไปได้ที่เหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีวิธีการหรือระบบในการแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ วิธีการนี้ก็อาจจะไม่มีประสิทธิภาพ วิธีการนี้ใช้ได้ดีถ้าปัญหานั้นมีกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและสร้างตารางช่วยในการแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้
5. การคาดเดาและการตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ ที่ปัญหา กำหนดผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง มาสร้างข้อความคาดการณ์แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดการณ์ไม่ถูกต้องก็ต้องคาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรกๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป ผู้เรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด
6. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้ ในการแก้สมการผู้เรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาว่าข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้มีอะไรบ้างและสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้ แล้วเขียนสมการและอสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการมักใช้สมบัติการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการซึ่งได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวก สมบัติการคูณ และเมื่อใช้สมบัติการเท่ากันเข้ามาช่วยแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหา ถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานี้ ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาพีชคณิต
7. การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองโดยให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องการทำตามขั้นตอนที่ละชั้นเพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหาด้วยวิธีอื่นได้แล้ว สิ่งสำคัญของยุทธวิธีนี้ก็คือการเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อยๆ หรือเป็นส่วนๆ ซึ่งการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นจะทำให้ผู้เรียนสามารถลดจำนวนของข้อมูลลงได้ หรือสามารถเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนข้อมูลให้เป็นปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหน้านี้ก็ได้

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ ยุทธวิธีนี้จะใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต ซึ่งการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์เป็นการอธิบายข้อมูลหรือข้อความที่อยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นความจริงโดยการใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา บางปัญหาเราจะใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการตรวจสอบและการคาดเดา หรือการเขียนภาพ จนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างชัดเจน

11. การให้เหตุผลทางอ้อม วิธีนี้มักใช้กับการแก้ปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหาได้โดยตรงและง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่แสดงเป็นเท็จ การให้เหตุผลทางอ้อมยังเป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จแล้วหาข้อขัดแย้ง

น้อมศรี เคท (2536, อ้างถึงใน สุภาภรณ์ ทองใส, 2548) ได้เสนอแนะเทคนิคเกี่ยวกับการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า ในการสอนนั้นครูควรคำนึงถึงหลักสำคัญ 8 ประการ ได้แก่

1. การวิเคราะห์ปัญหา ครูควรสอนให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ว่าโจทย์ปัญหาแต่ละข้อนั้นกำหนดสิ่งใดบ้าง และต้องการทราบอะไรบ้าง สิ่งที่โจทย์กำหนดให้นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

2. การเขียนประโยคสัญลักษณ์ เมื่อผู้เรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปควรฝึกให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเขียนประโยคสัญลักษณ์ ตัวอย่างกิจกรรมที่อาจใช้ในการสอนเขียนประโยคสัญลักษณ์ เช่น อ่านโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนฟัง หรือ เขียนโจทย์ปัญหามนกระดานดำ แล้วให้ผู้เรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ของโจทย์แต่ละข้อ

3. การใช้สื่อการสอน สื่อการสอนเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ครูควรใช้ประกอบในการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพราะสื่อจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมในโจทย์ปัญหามากขึ้น สื่อการสอนอาจเป็นของจริง รูปภาพ หรือแผนภูมิก็ได้ สื่อเหล่านี้เป็นเครื่องช่วยในการจินตนาการและคิดหาคำตอบ

4. ความสามารถในการอ่าน เนื่องจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วยข้อความและตัวเลข ดังนั้นผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการอ่าน สามารถเข้าใจความหมายของคำศัพท์ต่างๆ และสามารถตีความว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดให้และต้องการทราบอะไร ซึ่งต่างจากการอ่านทั่วไป ดังนั้นถ้าครูได้เตรียมพร้อมเรื่องภาษา โดยเฉพาะเรื่องการอ่านให้ผู้เรียนก่อนที่จะสอนเรื่องโจทย์ปัญหา จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น

5. ทักษะการคำนวณ ในการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นอกจากผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการอ่านโจทย์แล้ว ผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการคำนวณ คือ สามารถบวก ลบ คูณหาร ได้อย่างถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว ครูควรหาวิธีที่ผู้เรียนใช้แก้ปัญหาและการคำนวณถูกหรือผิด โดยการเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากการประมาณคำตอบซึ่งควรใกล้เคียงกัน

6. การประมาณคำตอบ ครูควรสอนให้ผู้เรียนรู้จักประมาณคำตอบในเรื่องโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพราะการประมาณคำตอบจะช่วยให้ผู้เรียนทราบว่าวิธีที่ผู้เรียนใช้แก้โจทย์ปัญหา และการคำนวณถูกหรือผิด โดยเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากการประมาณกับคำตอบที่เป็นจริง ซึ่งควรใกล้เคียงกัน

7. การใช้วิธีการแก้ปัญหามากวิธี ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดหาวิธีแก้ปัญหามากๆ วิธี เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดที่กว้าง ไม่จำกัดว่าจะต้องใช้วิธีเดียวตามที่ครูสอน และการสอนให้ผู้เรียนได้รู้จักวิธีการแก้ปัญหามีประโยชน์ในการหาคำตอบ เพราะโจทย์ปัญหาเดียวกันต้องได้คำตอบเดียวกัน

8. การเลือกโจทย์ปัญหา ในการเลือกโจทย์ปัญหาไปสอนผู้เรียน ครูควรพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้

8.1 โจทย์ปัญหามีความสำคัญทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์

8.2 สถานการณ์ในโจทย์ปัญหาควรเป็นเรื่องที่สามารถใช้สื่อของจริง หรือของจำลองประกอบการสอนได้

8.3 เนื้อเรื่องในโจทย์ปัญหาควรเป็นเรื่องที่ผู้เรียนสนใจ และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน

8.4 ภาษาที่ใช้ควรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และไม่ควรรใช้ถ้อยคำที่ฟุ่มเฟือย

จากการศึกษาเทคนิคและกลวิธีการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ควรคำนึงถึงหลักสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์คือ การสอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหาและเขียนประโยคสัญลักษณ์ให้เป็น ครูควรเสริมสร้างทักษะการอ่าน ทักษะการคิดคำนวณให้กับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหามากๆ วิธี เลือกโจทย์หรือ

สถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนสนใจและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน เลือกลักษณะการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เป็นามธรรม อาจเป็นสื่อของจริง รูปภาพ หรือแผนภูมิ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนจินตนาการและคิดหาคำตอบได้ง่ายยิ่งขึ้น

### แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) เสนอว่า การเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหานั้น เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการเรียนการสอนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์โดยผ่านการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับวัยและพัฒนาการของผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเองตามขั้นตอนสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและสรุปในกรณีทั่วไปของผู้เรียนเอง ซึ่งการเรียนการสอนโดยผ่านปัญหานั้นจะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต โดยปัญหาที่จะช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้น ควรมีลักษณะดังนี้

1. ปัญหาที่ดึงดูดความสนใจและท้าทายความสามารถของผู้เรียน เป็นปัญหาที่ไม่ง่ายและไม่ยากจนเกินไป เพราะถ้าง่ายเกินไปอาจไม่ดึงดูดความสนใจและไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไปจะทำให้ผู้เรียนท้อถอยก่อนที่จะแก้ปัญหาได้สำเร็จ
2. ปัญหาที่แปลกใหม่และปัญหาที่ไม่คุ้นเคย เป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาก่อน เพราะถ้าผู้เรียนเคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อนแล้ว ปัญหานั้นก็อาจเป็นปัญหาที่ไม่น่าสนใจอีกต่อไป อย่างไรก็ตามสำหรับปัญหาที่ผู้เรียนคุ้นเคย ครูอาจดัดแปลงหรือกำหนดสถานการณ์ขึ้นใหม่ หรือเปลี่ยนแง่มุมของคำถามให้ต่างไปจากเดิม เพื่อให้กลายเป็นปัญหาที่แปลกใหม่สำหรับผู้เรียนก็ได้
3. ปัญหาที่มีสถานการณ์ทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่นๆ เป็นปัญหาที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลายๆ แบบ และมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงแนวคิดของศาสตร์อื่นๆ ตลอดจนเพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าว่าคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในบริบทอื่นๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้
4. ปัญหาในสถานการณ์จริง เป็นปัญหาในสถานการณ์จริงที่เหมาะสมกับวัยและระดับพัฒนาการของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้ การได้ลงมือแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนได้เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อีกด้วย

5. ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
6. ปัญหาที่ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธี เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกใช้และประยุกต์วิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้หลากหลาย ตลอดจนเพื่อให้ผู้เรียนตระหนักว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี
7. ปัญหาที่ส่งเสริมการสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบาย และตัดสินใจสรุปลงในกรณีทั่วไป เป็นปัญหาที่ช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการสำรวจ รวบรวมข้อมูล ค้นหาความสัมพันธ์ และแบบรูปที่จะนำไปสู่การสร้างข้อความคาดการณ์ ตรวจสอบข้อความคาดการณ์ และตัดสินใจสรุปลงในกรณีทั่วไปได้ด้วยตนเอง
8. ปัญหาที่ส่งเสริมขั้นตอนการพัฒนาความคิดของผู้เรียนเพื่อนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นปัญหาที่ส่งเสริมขั้นตอนการพัฒนาความคิดของผู้เรียนเพื่อนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย การคิด กำหนดปัญหาให้ชัดเจน การคิดหาคำตอบที่หลากหลาย การพิจารณาไตร่ตรอง วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน รอบคอบและสมเหตุสมผล และการตัดสินใจ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์และคุ้นเคยกับกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ถูกต้อง
9. ปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด อธิบายสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อธิบายและนำเสนอแนวคิดของตนเองได้อย่างอิสระ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร ตลอดจนช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์เหล่านั้นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
10. ปัญหาที่ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับวัยและระดับพัฒนาการของผู้เรียน เป็นปัญหาที่ควรใช้ภาษาที่เหมาะสมกับวัยและระดับพัฒนาการของผู้เรียน เพื่อไม่ให้ผู้เรียนต้องมีปัญหาเกี่ยวกับภาษาที่ใช้
11. ปัญหาที่มีข้อมูลขาดหาย มีข้อมูลเกิน มีข้อมูลที่ขัดแย้งกันบ้างหรืออาจมีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ หรือไม่มีคำตอบเลย เป็นปัญหาที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดเกี่ยวกับปัญหาตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการค้นหา หรืออะไรเป็นสิ่งที่กำหนดให้มา มีข้อมูลเพียงพอที่จะแก้ปัญหาได้หรือไม่ หรือมีข้อมูลเกินหรือขัดแย้งกันบ้างหรือไม่ ตลอดจนเพื่อให้ผู้เรียนตระหนักว่าปัญหาคณิตศาสตร์อาจมีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ หรือไม่มีคำตอบเลย

ศศิธร แม้นสงวน (2555) กล่าวว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูอาจจะทำได้โดยให้ผู้เรียนฝึกการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการทำงาน ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบคำตอบและความสมเหตุสมผลในกระบวนการแก้ปัญหา อาจใช้เทคนิคต่างๆ ประกอบการคิด เช่น การทำผังความคิด การทำแผนภูมิ

การทำตาราง การคิดย้อนกลับ การวาดภาพ ในการจัดการเรียนรู้ ครูจะต้องให้โอกาสผู้เรียนได้มีโอกาสคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือปัญหา หรือเกมที่น่าสนใจ การท้าทายความคิด ครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม ผู้เรียนบางกลุ่มอาจต้องใช้ปัญหาที่ซับซ้อนหรือมากกว่าที่กำหนดไว้ในหลายหลักสูตร ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ครูต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องมีทักษะการแปลความหมายทางภาษา การอ่านโจทย์ปัญหา เพราะถ้าผู้เรียนอ่านแล้วแปลความหมายไม่ได้ ก็ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ ผู้เรียนควรจะต้องแยกแยะสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้
2. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่สำคัญที่สุดที่ต้องอาศัยความรู้ ความเหมาะสม ในการวางแผนแก้ปัญหา เช่น การเขียนภาพ ตาราง การสังเกต หาแบบรูปหรือการหาความสัมพันธ์ ในบางปัญหาอาจใช้การคาดเดาคำตอบ ครูต้องสอนในขั้นนี้ให้มาก
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล
4. ขั้นตรวจสอบหรือการคิดย้อนกลับ ต้องอาศัยการคำนวณ การประมาณคำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ทำได้ โดยอาศัยความรู้เชิงจำนวนหรือความรู้เชิงปริภูมิในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถสรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรเลือกใช้กิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้้อย่างค่อยเป็นค่อยไป ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเองให้มาก โดยการกำหนดประเด็นปัญหา โจทย์ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน และเป็นปัญหาที่ช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ปัญหา เลือกวิธีแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนจนผู้เรียนสามารถหาคำตอบและตรวจสอบคำตอบได้

### **การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์**

นักการศึกษาได้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) เสนอว่า การวัดผลและประเมินผลทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งอาจเน้นการวัดด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอและตรงตามความเป็นจริง แล้วจึงประเมินผลที่ได้เพื่อสรุปผลงานผู้เรียนที่ปฏิบัติตามสภาพจริงที่ได้กำหนดไว้ในหลักสูตร อีกทั้งยังได้เสนอว่า การวัดและประเมินผล

ด้วยแบบวัดหรือแบบทดสอบ ในรูปแบบการแสดงวิธีทำ ในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาหรือเขียนคำตอบอย่างอิสระ จึงใช้ประเมินได้ครอบคลุมทั้งวิธีการคิด การวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน การใช้ความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ด้วย ซึ่งผู้เรียนอาจใช้วิธีการที่หลากหลายหรือเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีประกอบกันในการแก้ปัญหานั้น อีกทั้งแบบวัดหรือแบบทดสอบในรูปแบบการแสดงวิธีทำ สามารถตรวจให้คะแนนอย่างเป็นปรนัยได้ และควรสร้างแบบวัดให้มีสถานการณ์ปัญหาเพื่อได้คำตอบที่สะท้อนถึงความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างครอบคลุมในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน

ศศิธร แม้นสงวน (2555) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการวัดกระบวนการที่จะได้มาซึ่งคำตอบจากสถานการณ์ของปัญหาที่ผู้เรียนพบ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่แบบทดสอบจะมาจากสถานการณ์ที่มีความหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงให้เห็นถึงกระบวนการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิม

พัทธยากร บุสสยา (2559) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นการวัดขั้นตอนหรือกระบวนการของการได้มาซึ่งคำตอบ อาจมีขั้นตอนหรือกระบวนการของการได้มาของคำตอบที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับแนวคิดและความสมเหตุสมผลในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ควรใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ ควรเน้นที่กระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน และมีสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายแตกต่างจากเดิม

จากการศึกษาการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียนในการนำความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในขั้นตอนหรือกระบวนการที่ได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งอาจมีขั้นตอนหรือกระบวนการที่หลากหลายขึ้นอยู่กับแนวคิดและความสมเหตุสมผล การวัดและประเมินผลผู้เรียนควรใช้แบบวัดหรือแบบทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เขียนแสดงแนวคิด เขียนวิธีการในการหาคำตอบอย่างอิสระ เป็นแบบวัดหรือแบบทดสอบที่มาจากสถานการณ์ที่มีความหลากหลาย เหมาะสมกับวัย และมีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน

### **เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์**

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมินว่าต้องการประเมินพัฒนาการของทักษะกระบวนการของผู้เรียนในด้านใด และจะเลือกใช้เกณฑ์การประเมินในลักษณะใด เพื่อให้สอดคล้องกับทักษะกระบวนการนั้นๆ เกณฑ์การ

ประเมินแบบบูรณาการเป็นที่นิยมและมีการให้คะแนนที่ชัดเจน มีทั้งเกณฑ์แบบองค์รวมและแบบแยกส่วน เกณฑ์แบบองค์รวมนั้นเป็นการให้คะแนนที่ประเมินนักเรียนโดยการกำหนดระดับคะแนน และระบุ รายละเอียดของระดับคะแนนนั้นๆ เพื่อประเมินผู้เรียนในด้านความรู้ ทักษะกระบวนการเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแบ่งแยกเป็นด้านๆ และเกณฑ์แบบแยกส่วนนั้นเป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบหรือ กระบวนการที่ต้องการประเมิน เช่น การประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถแยก ได้เป็น ด้านการทำความเข้าใจปัญหา ด้านการวางแผนแก้ปัญหา ด้านการดำเนินการตามแผน และ ด้านการตรวจสอบย้อนกลับ เป็นต้น ดังตัวอย่างเกณฑ์ต่อไปนี้

1. ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic rubric)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึง ตัวอย่างเกณฑ์การ ให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม ดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
5	คำตอบถูกต้องและแสดงวิธีทำที่มีประสิทธิภาพโดยแสดงถึงการคิดอย่างเป็นระบบ และการวิเคราะห์
3	คำตอบถูกต้องและแสดงวิธีทำถูกต้องสมบูรณ์
2	คำตอบไม่ถูกต้อง แต่แสดงวิธีทำถูกต้อง
1	คำตอบไม่ถูกต้อง มีการแสดงวิธีทำแต่ยังไม่สมบูรณ์
0	คำตอบไม่ถูกต้อง และแสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง

สิริพร ทิพย์คง (2545) ได้กล่าวถึง ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการ  
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม ดังตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม  
ของสิริพร ทิพย์คง

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
5	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ชัดเจน อธิบายขั้นตอนที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง
4	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและมีการอธิบายคำตอบนั้น
3	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง แต่มีการคิดคำนวณผิดพลาดเล็กน้อย
2	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ถึงแม้จะยังไม่ได้คำตอบ
1	สำหรับการแสดงความพยายามในการแก้ปัญหาบ้าง แต่ไม่แสดงความก้าวหน้าในการหาคำตอบที่ถูกต้อง
0	สำหรับการไม่ได้แสดงความพยายามในการแก้ปัญหาเลย

## 2. ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic rubric)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนน  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน ดังตารางที่ 6

**ตารางที่ 6** เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน  
ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
การทำความ เข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียน ประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง

## ตารางที่ 6 ต่อ

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
การใช้วิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ได้ถูกต้อง
การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ

สิริพร ทิพย์คง (2545) ได้กล่าวถึง ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนในการแก้ปัญหา และ 3) การดำเนินการตามแผนและคำตอบที่ได้ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน  
ของ สิริพร ทิพย์คง

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
การทำความเข้าใจปัญหา	4	สำหรับความเข้าใจในโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	สำหรับความเข้าใจปัญหาในแต่ละส่วนของโจทย์ปัญหา
	0	สำหรับความเข้าใจในโจทย์ปัญหาผิด
การวางแผนในการแก้ปัญหา	4	สำหรับการวางแผนแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง
	2	สำหรับการวางแผนการแก้ปัญหบางส่วนได้ถูกต้อง
	0	สำหรับการไม่มีความพยายามที่จะแก้ปัญหาหรือการวางแผนไม่เหมาะสม
การดำเนินการตามแผนและคำตอบที่ได้	3	สำหรับการดำเนินการตามแผนและคำตอบที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	สำหรับการดำเนินการตามแผนถูกต้อง แต่คำตอบผิด
	1	สำหรับการคิดคำนวณไม่ถูกต้อง หรือยกจำนวนมาคิดไม่ถูกต้อง (ขาดความรอบคอบ ทำให้ลอกโจทย์มาคิดผิด) หรือมีบางส่วนของคำตอบถูก
	0	สำหรับคำตอบที่ผิด หรือไม่มีคำตอบ

จากตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการขั้นต้น ผู้วิจัยได้ยึดหลักเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytics rubric) ซึ่งเป็นเกณฑ์การให้คะแนนตามองค์ประกอบย่อยหรือแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา มีเกณฑ์การให้คะแนนชัดเจนในทุกขั้นตอน การประเมินผู้เรียนสามารถประเมินได้ในแต่ละขั้นตอน ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงจุดเด่น จุดด้อยของผู้เรียนได้ว่า ผู้เรียนควรที่จะพัฒนาหรือปรับปรุงในด้านใดบ้าง โดยเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา 4) การตรวจสอบ ดังตารางที่ 8

**ตารางที่ 8** เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
การทำความเข้าใจปัญหา	2	เขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
	1	เขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่แสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน หรือเขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง แต่แสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
	0	เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีร่องรอยในการทำความเข้าใจปัญหา
การวางแผนแก้ปัญหา	3	เขียนแนวทางการแก้ปัญหา แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
	2	เขียนแนวทางการแก้ปัญหา แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน
	1	เขียนแนวทางการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง
	0	ไม่มีร่องรอยในการวางแผนแก้ปัญหา

### ตารางที่ 8 ต่อ

การดำเนินการ แก้ปัญหา	3	ดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้สำเร็จ ถูกต้อง สมบูรณ์
	2	ดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้สำเร็จบางส่วน
	1	ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
	0	ไม่มีร่องรอยในการดำเนินการแก้ปัญหา
การตรวจสอบ	2	มีการตรวจสอบคำตอบกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และคำตอบสอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไข
	1	มีการตรวจสอบคำตอบกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด แต่คำตอบไม่สอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไขนั้น
	0	ตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีร่องรอยในการ ตรวจสอบคำตอบ

### ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

#### ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

โอดาฟเฟอร์ และธอร์นควิสต์ (O'Daffter & Thornquist, 1993) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด และแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนั้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลว่า เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ เรียกการให้เหตุผลที่มาจากการใช้ความรู้ที่มีมาแต่กำเนิดหรือสามัญสำนึกกว่า การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ (Intuitive Reasoning) มนุษย์จะมีการให้เหตุผลแบบสหัชญาณมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่ตนมีอยู่

ทิสนา แชมมณี (2545) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลว่า เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักเหตุผล โดยสามารถจำแนกข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและพิจารณาเรื่องที่คิดบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง โดยใช้หลักเหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อยๆ ดังนี้

1. สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้
2. สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัยหรืออุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้
3. สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและอุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องอาศัยการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ หรือเป็นการอธิบายการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์และแสดงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ที่จะยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุปนั้น

วัชระ น้อยมี (2551, อ้างถึงใน สุดใจ พลະศักดิ์, 2556) กล่าวว่า การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันข้อสรุปของเราว่าเป็นจริง หรือเป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด กฎเกณฑ์หรือความจริงนั้นๆ พร้อมทั้งสามารถที่จะยืนยันหรือคัดค้านข้อความคาดการณ์ไว้อย่างสมเหตุสมผล

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือความสามารถในการอธิบายและให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในสิ่งที่ผู้เรียนนำมาใช้สนับสนุนหรือคัดค้านแนวคิด การให้รายละเอียดของแนวคิดที่นำมาใช้เพื่อเข้าถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งถูกอธิบายออกมาในรูปแบบของคำพูด และการกระทำต่างๆ ในระหว่างการแก้ปัญหา

### **ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์**

รัสเซลล์ (Russell, 1999) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่เข้าใจนามธรรมนั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้ให้ความหมายของความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การสอนคณิตศาสตร์ในลักษณะของความเป็นเหตุผลจะทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความมั่นใจ เชื่อว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้ และสามารถที่จะค้นพบสิ่งใหม่ๆ ได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนที่เรียนด้วยความเข้าใจและมีเหตุผลจะตระหนักว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่อาศัยการให้เหตุผลอย่างมีระบบ

และจะเป็นการพัฒนาพื้นฐานแนวการเรียนรู้คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ซึ่งจะมีคุณค่าต่ออนาคตของผู้เรียน

กรมวิชาการ (2551) ได้ให้ความหมายของความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะที่ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เกิดความเชื่อมั่น ความสามารถด้านเหตุผลและการคิด การตัดสินใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และในชีวิตประจำวันจะช่วยให้ผู้เรียนมีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ มีตรรกะในการคิด และสามารถอธิบายให้เหตุผลต่างๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้ การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะขึ้นอยู่กับพัฒนาการด้านความรู้ปัญหาและการใช้ภาษาของผู้เรียน ในชั้นประถมศึกษา นักคิดเชิงรูปธรรม ซึ่งใช้รูปธรรมและกายภาพสนับสนุนเหตุผลของตนและพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ เมื่ออยู่ชั้นมัธยมศึกษาด้วยการถ่ายโยงการให้เหตุผลที่เป็นรูปธรรมเพื่อสนับสนุนการให้เหตุผล

จากการศึกษาความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะไม่สามารถวิเคราะห์หรือวางแผนแก้ปัญหาได้หากปราศจากการให้เหตุผล ผู้เรียนที่เรียนรู้บนพื้นฐานของการมีเหตุผลจะมีตรรกะในการคิดสามารถอธิบายให้เหตุผลต่างๆ เพื่อให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงและยอมรับได้

### ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

โอดาฟเฟอร์ (O'Daffer, 1990) กล่าวว่า ทักษะการให้เหตุผลที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมาชิกบางสมาชิกในขอบเขตหนึ่งๆ เพื่อนำไปสู่กรณีทั่วไป หรือนำไปสู่สมาชิกทุกตัวในขอบเขตนั้น

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการใช้ข้อความหรือแบบรูปที่เป็นจริงหรือสมเหตุสมผลอยู่แล้ว เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) จำแนกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสังเกตหรือการทดลองหลายๆครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแบบรูปที่จะนำไปสู่ข้อสรุปที่เชื่อว่าน่าจะถูกต้อง

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่ยกเอาสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ อ้างจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้น นำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่

บาร์ดี (Baroody, 1993 อ้างถึงใน ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล 2557) ได้จำแนกชนิดของการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับชั้นเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ (Intuitive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่คนเรามีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะตัดสินใจ จึงตัดสินใจบนข้อมูลที่เห็นและตามความรู้สึก การให้เหตุผลแบบสหัชญาณจึงเป็นเหตุผลที่ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ปรากฏหรือข้อสันนิษฐาน ซึ่งทั้งสิ่งที่ปรากฏและข้อสันนิษฐานนี้อาจถูกหรือผิดก็ได้

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้การสังเกตเป็นพื้นฐานเพื่อค้นหาแบบรูป หรือสร้างข้อคาดการณ์แล้วสรุปเป็นกรณีทั่วไป มีผู้ให้ความหมายของการให้เหตุผลแบบอุปนัยในลักษณะที่คล้ายๆกัน คือการให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ช่วยให้คนเราสร้างหรือสรุปกฎจากประสบการณ์ เกิดจากการนำเสนอข้อมูลของสมาชิกบางส่วนมาสร้างเป็นนัยทั่วไปเกี่ยวกับสมาชิกตัวอื่นหรือสมาชิกทั้งหมดของเซต เป็นกระบวนการตั้งสมมติฐานที่เป็นกฎทั่วไปซึ่งแทนลักษณะร่วมกันของกลุ่ม วัตถุสิ่งของ หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะ การให้เหตุผลแบบอุปนัยจึงเป็นการหาสมบัติร่วมกัน หาแบบรูป กฎ และข้อสรุปจากตัวอย่างที่ต่างกัน

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการสรุปอย่างสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของข้อตกลงหรือกฎ ซึ่งยอมรับว่าเป็นจริงแล้ว หรือที่เรียกว่าเหตุ สามารถกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีลักษณะตรงข้ามกับการให้เหตุผลแบบอุปนัย เพราะการให้เหตุผลแบบนิรนัยมีจุดเริ่มต้นจากกรณีเฉพาะไปสู่ข้อสรุปที่เป็นกรณีทั่วไป ในขณะที่การให้เหตุผลแบบอุปนัยมีทิศทางตรงกันข้าม คือ จะใช้ความรู้กรณีทั่วไปในการแก้ปัญหากรณีเฉพาะ เชื่อกันว่าการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือได้มากที่สุด เนื่องจากเป็นการให้เหตุผลที่สร้างบนพื้นฐานตรรกศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้แบ่งการให้เหตุผลเป็น 3 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ (Intuitive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากประสบการณ์ที่ตนมีอยู่

2. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้การสังเกตขั้นพื้นฐานเพื่อค้นหาแบบรูปหรือสร้างข้อคาดเดา แล้วสรุปเป็นกรณีทั่วไป

3. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการสรุปอย่างสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของข้อตกลงหรือกฎ ซึ่งยอมรับว่าเป็นจริงแล้วหรือที่เรียกว่าเหตุ

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยส่วนใหญ่แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลที่ใช้การสังเกตหรือการทดลองทำหลายๆ ครั้ง เพื่อค้นหาหลักฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล ความรู้ หรือกฎเกณฑ์ สร้างข้อคาดการณ์หรือข้อคาดเดา วิเคราะห์ อธิบายหรือให้เหตุผลเกี่ยวกับสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เชื่อว่าถูกต้อง

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของข้อตกลงหรือกฎ ที่ยอมรับว่าเป็นจริงหรือสมเหตุสมผลอยู่แล้วมาอ้าง เช่น นิยาม อนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบท เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปย่อยหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่

#### แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

โรแวน และ โมริโรว์ (Rowan & Morrow, 1993) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับบรรยากาศในชั้นเรียนว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก ครูจะต้องจัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้ผู้เรียนเห็นว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง และบรรยากาศในชั้นเรียนจะต้องไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกหวาดกลัว แต่เป็นบรรยากาศที่สนับสนุน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พูด อธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดที่ได้กระทำและสรุป พร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้นๆ

นงนตร ธรรมบวร (2544) กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของผู้เรียน ครูผู้สอนต้องเริ่มจากการพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถทำได้ อีกทั้งมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาการคิดของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ครูผู้สอนถือเป็นบทบาทสำคัญในการสนับสนุนและส่งเสริมพัฒนาการทั้งด้านความคิดของผู้เรียน ในการเรียนคณิตศาสตร์จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีความหมายให้กับตัวผู้เรียน กล่าวคือ ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สำรวจ ให้เหตุผลและคิดแก้ปัญหา มากกว่าการเรียนโดยการจำกฎเกณฑ์ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เท่านั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยการคิดด้วยตนเอง และการค้นหาคำตอบซึ่งมีความหมายสำหรับตัวเขา

เบรนท์ (สิริพร ทิพย์คง, 2545 อ้างอิงจาก Brandt.1984) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนเกี่ยวกับการคิดในวิชาคณิตศาสตร์ว่า จะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนซึ่งเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้

1. การสอนเพื่อให้เกิด (Teaching for Thinking) เป็นการสอนที่เน้นในด้านการสอนเนื้อหาวิชาการ โดยการสร้างสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียนและโรงเรียน เช่น การสร้างห้องสมุดที่มีหนังสือ แหล่งความรู้ คอมพิวเตอร์ Internet ที่ผู้เรียนสามารถสืบค้นหาความรู้ได้ และมุมหนังสือในห้องเรียน เพื่อเป็นการส่งเสริมการศึกษาหาความรู้ สนับสนุนการคิด ทำให้เกิดพัฒนาการทางด้านสติปัญญาและผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการคิด

2. การสอนการคิด (Teaching of Thinking) เป็นการสอนที่เน้นเกี่ยวกับกระบวนการทางสมองเป็นการปลูกฝังทักษะการคิดโดยตรง เนื้อหาที่นำมาสอนอาจจะไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ผู้เรียน เรียนอยู่ในโรงเรียน แต่การเรียนเนื้อหานั้นจะทำให้ผู้เรียนได้ใช้การคิดเชิงตรรกะ การคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ การตัดสินใจและการสื่อสาร

3. การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thinking) เป็นการสอนที่เน้นการใช้ทักษะการคิด ทำให้ผู้เรียนตระหนักในกระบวนการคิดของตนเอง เกิดทักษะกระบวนการคิดที่เรียกว่า อภิปัญญา (metacognitions) โดยผู้เรียนทราบว่าตนรู้อะไร ต้องการทราบอะไร และยังไม่รู้อะไร สามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนเองและหาแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องนั้นได้

4. การสอนด้วยการคิด (Teaching with Thinking) เป็นการสอนที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative learning) โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในงานที่ได้รับมอบหมาย ได้ช่วยกันคิด ช่วยกันทำ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ซึ่งกันและกัน ผู้เรียนมีความชำนาญในการคิดมากขึ้น และการสอนด้วยวิธีนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะทางด้านสังคมด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้ให้หลักการในการพัฒนาการให้เหตุผลว่ามีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. ควรจัดประสบการณ์ให้สม่ำเสมอทุกระดับชั้น
2. การให้เหตุผลสามารถพัฒนาได้ โดยสอดแทรกในทุกหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม
3. ระดับการให้เหตุผล ควรให้สอดคล้องกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน
4. การให้เหตุผล ควรจัดให้ได้มีประสบการณ์อย่างสม่ำเสมอ ตั้งแต่วัยก่อนอนุบาลจนถึงระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งควรปลูกฝังให้เกิดเป็นนิสัย
5. ควรให้ผู้เรียนได้ตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล
6. ควรจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้ส่งเสริมการฝึกการให้เหตุผล

นอกจากจะต้องคำนึงถึงหลักการต่างๆแล้ว สิ่งที่ครูควรดำเนินการมีดังนี้

1. ตั้งเป้าหมายให้ชัดเจน ครูควรพิจารณาในรายละเอียดว่าระดับชั้นนั้น ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถอะไรบ้าง เช่น การให้เหตุผล การมีทักษะ การนำไปใช้ การตัดสินใจ และ

สรุปผลได้มากน้อยเพียงใด ครูควรตระหนักว่าเป้าหมายนั้นมีความสำคัญ มีคุณค่าในชีวิตของผู้เรียน และต้องกำหนดการประเมินให้บรรลุเป้าหมาย

2. ปรับแนวคิดในการสอน การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล สามารถทำควบคู่ไปกับการสอนได้ทุกเรื่อง โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้คิดเองมากขึ้น เช่น จัดให้มีการอภิปรายถามให้ผู้เรียนเล่าความคิด ชี้แจงเหตุผลประกอบ ซึ่งเป็นการแสดงเหตุผลอย่างง่าย ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เคยชินกับการคิดอย่างมีเหตุผล และการชี้แจงนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ย้อนกลับมาพิจารณาแนวคิดของตนเอง ทำความเข้าใจให้แจ่มชัดขึ้น และปรับแต่งแนวคิดได้อย่างมีเหตุผล ตลอดจนประเมินเหตุผลของผู้อื่นว่าควรเชื่อถือหรือไม่ เมื่อผู้เรียนแสดงเหตุผลครูควรอาศัยการสรุปเหตุผลของผู้เรียน ปรับแต่งเหตุผลนั้นให้รัดกุม เพื่อให้ผู้เรียนได้ซึมซับวิธีการให้เหตุผลที่ดี

3. จัดกิจกรรมเพิ่มเติม ครูควรเพิ่มกิจกรรมนอกที่เหนือจากการสอนปกติ เช่น จัดให้มีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ไม่ใช่เฉพาะโจทย์ปัญหาในหนังสือเรียนเท่านั้น ให้มีการสร้างแบบรูปเอง หรือการพิจารณาแบบรูปที่กำหนดให้ ให้ผู้เรียนได้นำคณิตศาสตร์ไปใช้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ เป็นต้น

เวซฤทธิ อังกะภักทรขจร (2555, อ้างถึงใน ไพศาล แผลงทับทอง, 2558) กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลควรเริ่มจากการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล จากบรรยากาศที่สนับสนุน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ แลกเปลี่ยนแนวคิดหรือคำตอบของปัญหาและชี้แจงเหตุผลร่วมกัน และควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการผสมผสานการฝึกการคิดและการให้เหตุผลควบคู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเนื้อหาปกติ

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้บรรลุเป้าหมายได้นั้น ผู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งคือครูผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูจะต้องตั้งเป้าหมายให้ชัดเจน ปรับแนวคิดในการสอน จัดกิจกรรมเพิ่มเติม จัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้ผู้เรียนได้พูด อธิบาย แสดงแนวคิดอย่างอิสระ และมีการแลกเปลี่ยนแนวคิดหรือคำตอบของปัญหาร่วมกัน

### การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ครูลิก และ รูดนิค (Kruulik & Rudnick, 1993) อธิบายถึงเทคนิคการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. การสังเกต โดยครูควรเดินรอบๆ ห้อง เพื่อสังเกตความสามารถในการให้เหตุผล ขณะที่ผู้เรียนกำลังแก้ปัญหาในกลุ่มเพื่อนในห้องเรียน

2. การทดสอบ ไม่ควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ แต่ควรเป็นข้อสอบที่ให้ผู้เรียนได้แสดงเหตุผล เพื่อตักเตือนใจของผู้เรียน ซึ่งควรเป็นคำถามปลายเปิด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลว่า นอกจากจะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลแล้ว ผู้ประเมินควรคำนึงถึงความสามารถต่อไปนี้

1. การใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผล
2. การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์สร้างข้อาคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้น
3. การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์
4. การเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลายในการให้เหตุผลหรือพิสูจน์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข) กล่าวว่า การให้คะแนนแบบรูบริคเป็นเครื่องมือช่วยให้ครูพิจารณาและตัดสินระดับความสามารถของผู้เรียนด้านความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ตลอดจนการให้คะแนนแบบรูบริคยังเป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนประเมินระดับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนเอง แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนให้ดียิ่งขึ้นด้วย

เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร (2555, อ้างถึงใน ไพศาล แผลงทับทอง, 2558) กล่าวถึงประเภทของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ซึ่งมี 2 รูปแบบดังนี้

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic Scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้และผลงานของผู้เรียน โดยการกำหนดระดับคะแนน พร้อมบรรยายละเอียดของผลงาน หรือพฤติกรรมของผู้เรียนที่ควรมีเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้านๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของผู้เรียน

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล อาจแยกพิจารณาเป็นด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้านการนำเสนอข้อมูล และด้านการอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์ เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของผู้เรียนในแต่ละด้าน

กระทรวงศึกษาธิการ (2546) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 9

**ตารางที่ 9** เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ

กระทรวงศึกษาธิการ

คะแนน : ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย	ความสามารถในการให้เหตุผล
4 : ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3 : ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2 : พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีทำ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน หรือ การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1 : ควรแก้ไข	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	มีความพยายามเสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจ
0 : ต้องปรับปรุง	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

อลิสรา ชมชื่น (2550) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 10

**ตารางที่ 10** เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของ อลิสรา ชมชื่น

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
1 / ดี	อ้างอิงเหตุผลถูกต้อง ครบถ้วน
0.5 / พอใช้	อ้างอิงเหตุผลถูกต้องบางส่วน
0 / ไม่ดี	อ้างอิงเหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการอ้างเหตุผล

ไพศาล แผลงทับทอง (2558) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 11

**ตารางที่ 11** เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
ของ ไพศาล แผลงทับทอง

ระดับคะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 4 / ดีมาก	อธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบหรือการพิสูจน์ได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบ หรือยืนยันข้อสรุปนั้น มีการอ้างอิงหลักการ หรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องทุกส่วน ชัดเจน รัดกุม และสมเหตุสมผล
ระดับ 3 / ดี	อธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบหรือการพิสูจน์ได้อย่างถูกต้อง แต่แสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือยืนยันข้อสรุป มีการอ้างอิงหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องเพียงบางส่วน
ระดับ 2 / พอใช้	อธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบหรือการพิสูจน์ไม่สมบูรณ์ แต่มีการแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบเหล่านั้น หรือยืนยันข้อสรุป มีการอ้างอิงหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
ระดับ 1 / ควรปรับปรุง	อธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบหรือการพิสูจน์ไม่สมบูรณ์ และแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบ หรือยืนยันข้อสรุป มีการอ้างอิงหลักการ หรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องเพียงบางส่วน
ระดับ 0 / ไม่มีความพยายาม	อธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบหรือการพิสูจน์ไม่สมบูรณ์ และแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือยืนยันข้อสรุป มีการอ้างอิงหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนอธิบายเพื่อแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ หรือไม่ได้ทำ

จากการศึกษาการประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า การประเมินทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นการประเมินที่ครูต้องใช้ในการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะทำกิจกรรมที่แสดงออกในห้องเรียน การทดสอบควรใช้แบบทดสอบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิด เขียนอธิบายเหตุผล ซึ่งโจทย์สถานการณ์ปัญหาหรือคำถามควรเป็นคำถามปลายเปิด และจากการศึกษาพบว่าเกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินทักษะการให้เหตุผลหรือประเมินคุณภาพ

ผู้เรียนค่อนข้างที่จะคล้ายคลึงกัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกระทรวงศึกษาธิการ มาปรับประยุกต์เพื่อกำหนดเป็นเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 5 ระดับ ดังตารางที่ 12

**ตารางที่ 12** เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน : ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย	ความสามารถในการให้เหตุผล
5 : ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผล
4 : ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการ ตัดสินใจ
3 : พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่ แสดงวิธีทำ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน หรือ การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการ ตรวจสอบ	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลใน การประกอบการตัดสินใจ
2 : ควรแก้ไข	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ ไม่ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	มีความพยายามเสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจ
1 : ต้องปรับปรุง	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

### การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

เคมมิส และแมคแทกการ์ท (Kemmis and McTaggart, 1988) กล่าวถึงแนวทางการนำวิจัยเชิงปฏิบัติการไปใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงสภาพการเรียนการสอนจริงในโรงเรียน ซึ่งมี 4 ชั้น ดังนี้

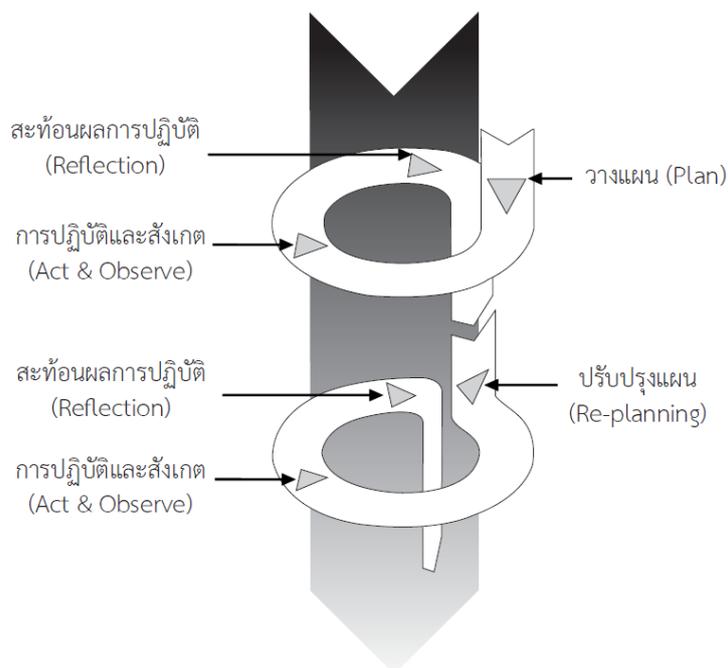
ชั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาสำคัญที่ต้องการให้แก้ไข ร่วมกันระหว่างครูและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง อาจเป็นครูคนอื่นๆ ที่สอนร่วมกัน นักเรียน ผู้ปกครอง หรือผู้บริหาร โดยการสำรวจสภาพการณ์ของปัญหาว่ามียังไงบ้าง ปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไร ปัญหา

นั้นเกี่ยวข้องกับใครบ้าง จะมีวิธีแก้ไขในรูปแบบใดบ้าง และการปฏิบัติการแก้ไขจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องใดบ้าง เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีใช้คำถามในชั้นเรียน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม เนื้อหาบางหัวข้อในแบบเรียนจะต้องตัดทอนหรือขยายเพิ่มเติม ผู้บริหารต้องรับทราบการเปลี่ยนแปลงบางอย่าง และให้การสนับสนุน เป็นต้น ในขั้นการวางแผนจะมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง การใช้แนวคิดวิเคราะห์สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา จะช่วยให้มองสภาพการณ์ของปัญหาชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act) เป็นการนำแนวคิดที่มีการกำหนดเป็นกิจกรรมในขั้นตอนวางแผน มาดำเนินการลงมือปฏิบัติ ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ประกอบกันไปด้วย โดยรับฟังจากผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ จากการปฏิบัติจะเป็นการมองย้อนกลับว่า แผนที่วางไว้นั้นสมเหตุสมผลกับการปฏิบัติได้จริงมากน้อยเพียงใด และอาจจะมีอุปสรรคอื่นๆ มาเกี่ยวข้องโดยไม่คาดคิด ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังนั้นแผนงานที่กำหนดไว้อาจยืดหยุ่นได้ โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจที่เหมาะสม และมุ่งสู่การปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe) ขณะที่การวิจัยดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้ แต่ในสภาพการณ์จริงนั้นต้องมีความไม่ราบรื่น มีอุปสรรคและมีการขัดข้องบางประการ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้การสังเกตการณ์ควบคู่ไปด้วย ควรมีการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างระมัดระวัง ด้วยความใจกว้าง พร้อมจดบันทึกสิ่งที่สังเกตในสภาพการณ์จริง สิ่งที่ต้องทำการสังเกตคือ กระบวนการของการปฏิบัติการ (The Action Process) ผลของการปฏิบัติการ (The Effect of Action) การสังเกตการณ์นี้รวมถึงการรวบรวมผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ ทั้งการเห็นด้วยตา การได้ฟัง และการใช้เครื่องมือ แบบทดสอบวัดผลออกมาในเชิงตัวเลข หรือใช้แบบสำรวจ แบบสอบถาม วัดสิ่งที่ต้องการทราบการเปลี่ยนแปลงด้วย ขณะที่การปฏิบัติการวิจัยกำลังดำเนินงานควบคู่กับการใช้การสังเกตผลการปฏิบัตินั้น ควรเลือกใช้เทคนิคต่างๆ ที่เหมาะสมช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วย ซึ่งมีหลายวิธี เช่น การจดบันทึกสะสม การใช้บันทึกภาคสนาม การวิเคราะห์เอกสาร การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การใช้เครื่องบันทึกเสียง การใช้แบบทดสอบ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect) คือ การประเมินตรวจสอบกระบวนการปัญหา หรือสิ่งที่เป็นข้อจำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยร่วมกับผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่างๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมของโรงเรียน และของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการอภิปรายปัญหาเป็นพื้นฐานข้อมูลที่น่าไปสู่การปรับปรุง และการวางแผนการปฏิบัติต่อไป



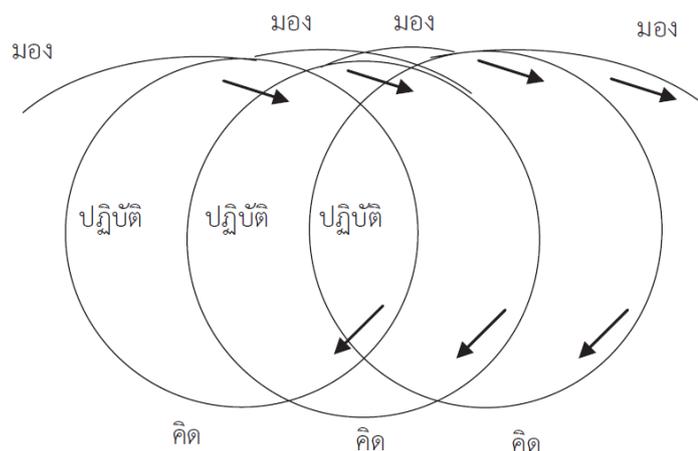
**ภาพที่ 1** วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของเคมมิส และแมคแทกการ์ท  
(Kemmis and McTaggart)

สตริงเจอร์ (Stringer, 1999) ได้แบ่งกระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

ขั้นที่ 1 การวินิจฉัยเคราะห์ (มอง) ขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อช่วยให้บุคคลทุกฝ่ายที่มีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยได้เข้าใจสภาพปัญหา ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรค การปรับปรุงแก้ไขปัญหาและบริบทอื่นๆ ที่ต้องการแก้ปัญหาย่างถ่องแท้และชัดเจน เพื่อที่จะได้ค้นหาหนทางที่จะนำไปสู่การบรรลุจุดมุ่งหมาย นักวิจัยที่เป็นบุคคลภายนอกจะเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย บุคคลภายในองค์กรหรือชุมชนทำหน้าที่นิยามปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดจนพรรณารายละเอียดเกี่ยวกับบริบทแวดล้อมและสภาวะการณ์เงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นอกจากนี้ยังร่วมมือกันเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและบริบทแวดล้อม โดยใช้วิธีการสังเกต สัมภาษณ์ หรือการศึกษาเอกสาร

ขั้นที่ 2 การคิดวิเคราะห์ (คิด) ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการที่จะนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้จากขั้นตอนแรกมาตีความและวิเคราะห์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความชัดเจนและขยายความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติการ (ปฏิบัติ) ขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อลงมือปฏิบัติการแก้ไข ปัญหาให้สำเร็จลุล่วงไปตามที่ได้คิดวิเคราะห์ไว้ โดยมีการประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นกลยุทธ์สำคัญ เพื่อการระบุความสำเร็จของการแก้ไขปัญหาว่าอยู่ในระดับใด มีประเด็นใดบ้างที่ต้องทำการแก้ไขใน วงจรรอบต่อไป



ภาพที่ 2 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของสตริงเจอร์ (Stringer)

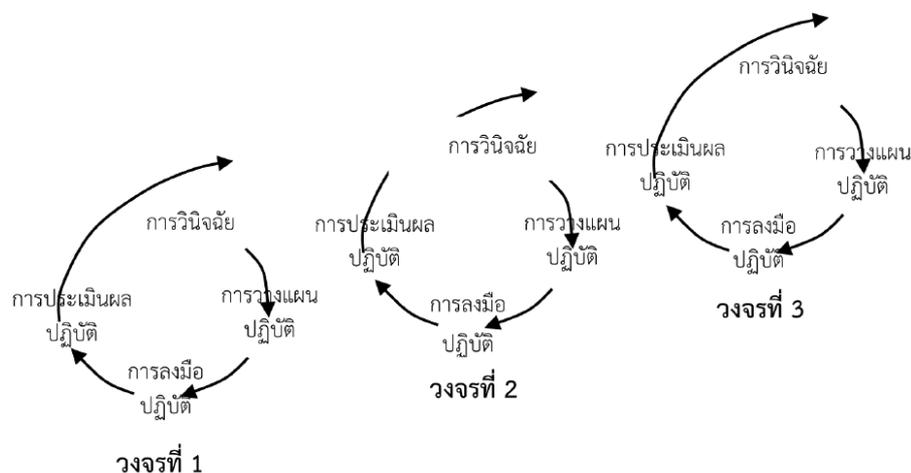
ค็อกแลน และแบรนนิก (Coghlan and Brannick, 2001) ได้แบ่งกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวินิจฉัย (diagnosing) เป็นขั้นตอนที่วินิจฉัยสภาวะการณ์ของปัญหาที่จำเป็นต้องแก้ไข รวมทั้งการระบุกรอบแนวคิด ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานสำหรับใช้รองรับการปฏิบัติงาน

ขั้นที่ 2 การวางแผนปฏิบัติการ (planning) ขั้นตอนนี้จะเป็นการวางแผนการปฏิบัติการตามจุดมุ่งหมายของการแก้ไขปัญหาหรือโครงการพัฒนาที่กำหนดไว้ โดยอาศัยข้อมูลจากผลการวินิจฉัยในขั้นตอนแรกและความร่วมมือร่วมใจของบุคลากรฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 3 การลงมือปฏิบัติการ (taking action) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติ ตามแผนการที่วางไว้ที่ละขั้นตอน

ขั้นที่ 4 การประเมินผลการปฏิบัติการ (evaluation action) ขั้นตอนนี้เป็นการประเมินผลการปฏิบัติงานทั้งที่เกิดขึ้นโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ เพื่อตรวจสอบดูความถูกต้องและความเหมาะสมของการวินิจฉัยและการปฏิบัติการตามแผน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินในขั้นตอนนี้จะนำไปสู่การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในวงจรรอบต่อไป



ภาพที่ 3 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดค็อกแลน และแบรนนิค (Coghlan and Brannick, 2001)

องอาจ นัยพัฒน์ (2548) ได้สรุปกระบวนการของกิจกรรมการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นขั้นตอนย่อยๆ ไว้ 10 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ระบุแนวคิดและนิยามปัญหาอย่างชัดเจน
2. รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องเพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุง หรือพัฒนา
3. วางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีปฏิบัติการแก้ไขปัญหา
4. นำยุทธวิธีปฏิบัติที่วางไว้ไปลงมือปฏิบัติจริง
5. สังเกตการณ์ ติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลการปฏิบัติตามยุทธวิธีปฏิบัติที่ได้ลงมือกระทำไปแล้ว
6. สะท้อนกลับผลของการนำยุทธวิธีปฏิบัติที่ได้ลงมือปฏิบัติแล้วโดยอาศัยการคิดในเชิงวิพากษ์ด้วยทัศนะอันหลากหลายจากนักวิจัยเชิงปฏิบัติการและผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย บนพื้นฐานของข้อมูลหลักฐานร่องรอยต่างๆ ที่ได้รับจากขั้นตอนที่ 5
7. ทบทวนและปรับปรุงแผนยุทธวิธีปฏิบัติการแก้ไขปัญหา
8. นำแผนยุทธวิธีปฏิบัติที่ปรับปรุงแล้วไปลงมือปฏิบัติจริง
9. สะท้อนกลับผลของการนำยุทธวิธีปฏิบัติที่ปรับและลงมือปฏิบัติแล้ว
10. ดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งนักวิจัยเชิงปฏิบัติการและผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยมีความเห็นร่วมกันอย่างสอดคล้องว่า สถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้นได้รับการปรับปรุงแก้ไขจนอยู่ในระดับที่พอใจ ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านเวลาและทรัพยากรของการวิจัย

จากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการหรือขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีขั้นตอนที่สำคัญคือเริ่มต้นด้วยการวางแผน การนำแผนไปปฏิบัติ และการประเมินผล โดยดำเนินการเป็นวงรอบจนกว่าจะบรรลุวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหา ถ้าผลการวิจัยสามารถแก้ไขปัญหหรือพัฒนาได้ตามที่ต้องการก็ถือว่าสิ้นสุดขั้นตอนการวิจัย แต่ถ้าผลการวิจัยยังไม่สามารถแก้ไขปัญหหรือพัฒนาสิ่งที่ต้องการได้ ผู้วิจัยจะต้องนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลมาใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนใหม่แล้วเริ่มกระบวนการแก้ไขปัญหในวงรอบต่อไปจนกว่าจะบรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของเคมมิสและแมคเทกการ์ท (Kemmis and McTaggart) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวางแผน คือขั้นที่ผู้วิจัยดำเนินการสำรวจและศึกษาสภาพปัญหา ศึกษาเอกสาร บทความที่เกี่ยวข้อง และดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 2) การปฏิบัติ คือขั้นที่ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปใช้ในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงแก้ไขให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่พบขณะปฏิบัติกิจกรรมไปเรื่อยๆ 3) การสังเกต คือขั้นที่ผู้วิจัยสังเกตกระบวนการของการปฏิบัติว่ามีอุปสรรคและมีผลอย่างไรบ้าง พร้อมกับบันทึกผลลงในเครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติการ 4) การสะท้อนผล คือขั้นที่ผู้วิจัยประเมินผลจากการปฏิบัติและตรวจสอบปัญหาที่พบพร้อมหาแนวทางในการพัฒนาและแก้ไขต่อไป

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### งานวิจัยในประเทศ

ประภัสสร เพรชสุ่ม, อภินันท์พร สถิตภาคีกุล และกตัญญูตา บางโท (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นการอ่าน นักเรียนแสดงพฤติกรรมการอ่านแบบสังเกต คำสำคัญ พบในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการนำเสนอปัญหา 2) ขั้นการสำรวจและวินิจฉัย นักเรียนแสดงออกโดยการวาดภาพ พบในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง 3) ขั้นการเลือกยุทธวิธี นักเรียนใช้แนวทางเดียวในการแก้ปัญหา และเมื่อคุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะมีแนวทางที่หลากหลายเพื่อใช้ในการเลือกแก้ปัญหา พบในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง 4) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนดำเนินการตามวิธีที่เลือกไว้ พบในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง และ 5) ขั้นการทบทวนและขยายผล นักเรียนแสดงพฤติกรรมการตรวจสอบคำตอบการขยายแนวคิดผ่านกิจกรรมการนำเสนอ การอภิปรายร่วมกับเพื่อนและครู พบในขั้นการอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ และขั้นการสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน

ชนกนันท์ จันทรอร่าม (2019) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน, ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.50/78.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับมาก

ณัฐกุล นินนานนท์ และ ปรีณ ทนันทชัยบุตร (2021) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 30.89 คิดเป็นร้อยละ 77.22 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 14 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และ 2) นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 14.50 คิดเป็นร้อยละ 72.50 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 13 คน คิดเป็นร้อยละ 72.22 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

อลงกรณ์ ดำรงไทย และ ดร.สิทธิพล อาจอินทร์ (2020) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 28.41 คิดเป็นร้อยละ 71.03 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 76.92 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ยเท่ากับ 25.44 คิดเป็นร้อยละ 84.79 ของคะแนนเต็ม

และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 97.44 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ศุภมาศ แก้วมณี และ สุทธิพร บุญสง (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบปกติ 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบเปิด 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบปกติและการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบเปิด ผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบปกติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยวิธีการสอนแบบเปิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบเปิด หลังเรียนสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### งานวิจัยต่างประเทศ

กาดีร์, ลูเซียนา และ กัสนี สัตริวาตี (Kadir, Lucyana & Gusni Satriawati, 2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการดำเนินการตามวิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้และทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่าการดำเนินการตามวิธีการแบบเปิดช่วยเพิ่มทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจาก 73.05 ในรอบแรกถึง 78.95 ในรอบที่สอง การเพิ่มขึ้นของทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ ความคล่องแคล่ว ความยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ผลที่ได้ยังแสดงให้เห็นว่าโดยทั่วไปนักเรียนให้การตอบสนองในเชิงบวกและมีส่วนร่วมได้ดีในกิจกรรมการเรียนรู้ สรุปได้ว่าการดำเนินการตามวิธีการแบบเปิดช่วยยกระดับกิจกรรมการเรียนรู้ ให้การตอบสนองเชิงบวกต่อคณิตศาสตร์และพัฒนาทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน

ซารีฟาห์ ออสมาน และคณะ (Osman, S., Yang, C. N. A. C., Abu, M. S., Ismail, N., Jambari, H., & Kumar, J. A., 2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผ่านเทคนิคการสร้างภาพแบบจำลองแท่ง การศึกษาค้นคว้านี้มีวัตถุประสงค์

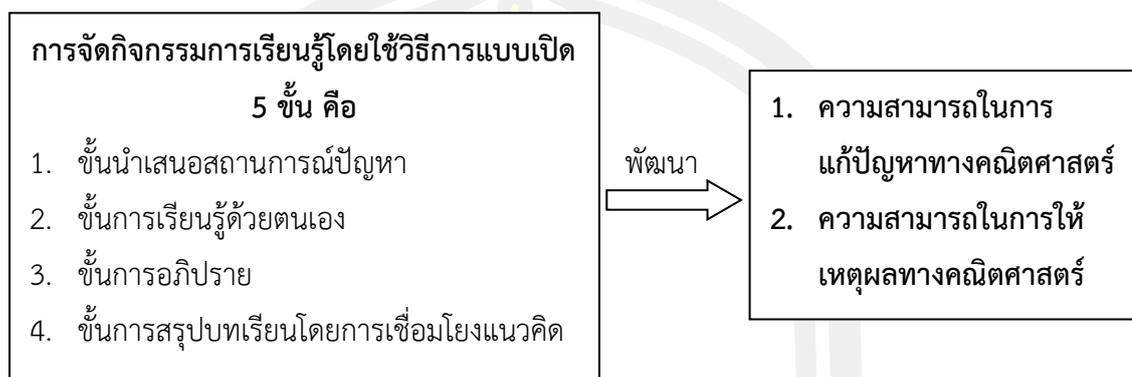
เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากใช้ Bar Model และสำรวจประสบการณ์ของนักเรียน ผลการทดสอบพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลจากการวิเคราะห์และแบบบันทึกการสัมภาษณ์เผยให้เห็นว่าระดับความเข้าใจและแรงจูงใจมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของนักเรียน

ซีแลน เซน, ซิเนป โชนีย์ และ เกอร์เซล (Sen, C., Ay, Z. S., & Güler, G, 2021) ได้ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบตั้งคำถามเรื่องทักษะการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่าการคาดคะเนคำตอบ/คำอธิบายของนักเรียน ทักษะทั่วไปและเหตุผลกลายเป็นตัวชี้วัดของทักษะการใช้เหตุผล พวกเขาพัฒนาวิธีแก้ปัญหาโดยใช้กลยุทธ์ที่แตกต่างกันในกระบวนการ IBL จากการค้นพบเหล่านี้สรุปได้ว่าทักษะการใช้เหตุผลของนักเรียนมี ประสิทธิภาพ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การวิจัยเชิงปฏิบัติการ รวมทั้งงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดผ่านกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกที่จะนำกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมาใช้ในวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากวิธีการดังกล่าวสามารถส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นและยังช่วยปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในการค้นหาคำตอบที่หลากหลายด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีกรอบแนวคิดดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ผู้วิจัย ดำเนินการตามหัวข้อต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การจัดการกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 16 คน ซึ่ง กำลังเรียนอยู่ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค16101 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยจำแนกเป็น นักเรียนที่ผลการเรียนในระดับดีมาก 3 คน ระดับค่อนข้างดี 5 คน ระดับปานกลาง 2 คน และระดับ พอใช้ 6 คน

#### รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของเคมมิสและแมค เทกการ์ท (Kemmis and McTaggart) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan)** เป็นขั้นตอนการวางแผนเพื่อเตรียมปฏิบัติการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้

1. ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รวบรวมข้อมูลจากผลการเรียนของผู้เรียน และจากประสบการณ์ของผู้วิจัย

2. ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

3. ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้วนำมาสร้างแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สร้างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4. ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นขั้นที่ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปหาคุณภาพเครื่องมือ โดยนำแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วนำมาปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

**ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act)** เป็นขั้นที่ผู้วิจัยนำแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมาใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ โดยดำเนินการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือน มกราคม พ.ศ. 2566 จำนวน 15 แผน ใช้เวลาในการสอน 15 คาบ คาบเรียนละ 60 นาที ซึ่งในขั้นนี้จะประกอบด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้

1. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยจะใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ เก็บข้อมูลการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากดำเนินการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการ ใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เก็บข้อมูลการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากดำเนินการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สิ้นสุดครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ

1.2 การเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การบันทึกวิดีโอ และบันทึกผลหลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

2. ขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นที่ผู้วิจัยนำผลการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ ซึ่งจะวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบย่อย ทำวงจรปฏิบัติการ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยนำข้อมูลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ข้อมูลจากการบันทึกแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งวิดีโอที่บันทึกพฤติกรรมนักเรียนขณะทำกิจกรรม มาวิเคราะห์ และเขียนในรูปแบบการบรรยาย

**ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe)** เป็นขั้นที่ผู้วิจัยสังเกตกระบวนการของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สังเกตการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลของนักเรียนที่เกิดขึ้น ในระหว่างการใช้แผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด แล้วบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

**ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect)** เป็นขั้นที่ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มาวิเคราะห์ ประเมิน อภิปราย สะท้อนผล และสรุปร่วมกันกับผู้ร่วมวิจัย และอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้และวางแผนการปฏิบัติการในวงจรต่อไป



ภาพที่ 5 แบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

## เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 15 แผน และแผนปฐมนิเทศ จำนวน 1 แผน
2. แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ
3. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
5. แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

## การสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 15 แผน และแผนปฐมนิเทศ จำนวน 1 แผน มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้
  - 1) ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-6) เกี่ยวกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ คุณภาพผู้เรียน คำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชา มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด และแนวทางการวัดและประเมินผล
  - 2) ศึกษาแนว คิดทฤษฎี หลักการ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
  - 3) วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ จากหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2 และคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
  - 4) ศึกษาวิธีการจัดทำแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากเอกสารตำราต่างๆ แล้วสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จำนวน 15 แผน แผนละ 60 นาที ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด  
สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

แผนการจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ที่	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	การวัดและ ประเมินผล
1. อย่างไร... ถึงเรียก ปริซึม	ค 2.2 ป.6/3	- ปริซึมเป็นรูป เรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีหน้าตัด หรือฐาน 2 หน้า เป็นรูปหลายเหลี่ยม ที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบที่ ขนานกัน หน้าข้าง เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้าน ขนาน - ชนิดของปริซึม จำแนกตามรูป หลายเหลี่ยมที่เป็น หน้าตัดหรือฐาน - จำนวนหน้าข้าง ของปริซึม เท่ากับ จำนวนด้านของรูป หลายเหลี่ยมที่เป็น หน้าตัดหรือฐาน - จำนวนหน้า ทั้งหมดของปริซึม เท่ากับจำนวนหน้า ตัดหรือฐาน รวมกับ จำนวนหน้าข้าง	1. นักเรียนสามารถ ระบุลักษณะของ ปริซึมได้ 2. นักเรียนสามารถ ยกตัวอย่างปริซึมใน ชีวิตประจำวันได้ 3. นักเรียนสามารถ ประยุกต์ใช้ความรู้ เกี่ยวกับปริซึมไปใช้ ในชีวิตจริงได้	1. ใช้ใบกิจกรรม วัดด้านความรู้ 2. ใช้แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ วัด ด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ 3. แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ วัดด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
2. อย่างไร... ถึงเรียกพีระมิด	ค 2.2 ป.6/3	<p>- พีระมิดเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติทรงตัน มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐาน และมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม</p> <p>- ชนิดของพีระมิด</p> <p>จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นฐาน</p> <p>- จำนวนหน้าข้างของพีระมิด เท่ากับจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นฐาน</p> <p>- จำนวนหน้าทั้งหมดของพีระมิด เท่ากับจำนวนฐานร่วมกับจำนวนหน้าข้าง</p>	<p>1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของพีระมิดได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างพีระมิดในชีวิตประจำวันได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับพีระมิดไปใช้ในชีวิตจริงได้</p>	<p>1. ใช้ใบกิจกรรมวัดด้านความรู้</p> <p>2. ใช้แบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ วัดด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์</p> <p>3. แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ วัดด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p>

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
3. อย่างไรก็ตาม... ถึงเรียก ทรงกระบอก	ค 2.2 ป.6/3	ทรงกระบอกเป็นรูปเรขาคณิตทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐานทั้งสองเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบเดียวกัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐานแล้ว จะได้หน้าตัดเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการกับฐานเสมอ	1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของทรงกระบอกได้ 2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างทรงกระบอกในชีวิตประจำวันได้ 3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับทรงกระบอกไปใช้ในชีวิตจริงได้	1. ใช้ใบกิจกรรมวัดด้านความรู้ 2. ใช้แบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ วัดด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 3. แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ วัดด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
4. อย่างไร... ถึงเรียกรวย	ค 2.2 ป.6/3	กรวย เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติทรงตัน มีฐานเป็นวงกลม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน	1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของกรวยได้ 2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างกรวยในชีวิตประจำวันได้ 3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรวยไปใช้ในชีวิตจริงได้	1. ใช้ใบกิจกรรมวัดด้านความรู้ 2. ใช้แบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ วัดด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 3. แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ วัดด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
5. ความเหมือนที่แตกต่าง	ค 2.2 ป.6/4	รูปเรขาคณิตสองมิติที่สามารถพับให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้ เป็นรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น	1. นักเรียนสามารถสร้างลูกบาศก์ได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการที่ใช้ในการสร้างแบบรูปของลูกบาศก์ได้	1. ใช้ใบกิจกรรมวัดด้านความรู้ 2. ใช้แบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ วัดด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 3. แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ วัดด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
6. สร้างภาพร่าง	ค 2.2 ป.6/4	รูปเรขาคณิตสองมิติที่สามารถพับให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้ เป็นรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น	1. นักเรียนสามารถระบุนภาพร่างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ 2. นักเรียนสามารถวาดภาพร่างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้	1. ใช้ใบกิจกรรมวัดด้านความรู้ 2. ใช้แบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ วัดด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 3. แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ วัดด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ที่	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	การวัดและ ประเมินผล
7. มีจำนวน เท่าไร	ค 2.2 ป.6/4	รูปเรขาคณิตสองมิติ ที่สามารถพับให้เป็น รูปเรขาคณิตสามมิติ ได้ เป็นรูปคลี่ของ รูปเรขาคณิตสามมิติ นั้น	1. นักเรียนสามารถ อธิบายส่วนประกอบ ต่างๆของรูป เรขาคณิตสามมิติได้ 2. นักเรียนสามารถ วาดรูปแสดง ส่วนประกอบของรูป เรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่างๆได้	1. ใช้ใบกิจกรรม วัดด้านความรู้ 2. ใช้แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ วัดด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ 3. แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ วัดด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ที่	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	การวัดและ ประเมินผล
8. ตามหา รูปคลี่	ค 2.2 ป.6/4	รูปเรขาคณิตสองมิติ ที่สามารถพับให้เป็น รูปเรขาคณิตสามมิติ ได้ เป็นรูปคลี่ของ รูปเรขาคณิตสามมิติ นั้น	1. นักเรียนสามารถ ระบุรูปเรขาคณิต สามมิติที่ประกอบ จากรูปคลี่ได้ 2. นักเรียนสามารถ แสดงขั้นตอนการ ประกอบรูปคลี่ได้	1. ใช้ใบกิจกรรม วัดด้านความรู้ 2. ใช้แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ วัดด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ 3. แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ วัดด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ที่	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	การวัดและ ประเมินผล
9. หา ปริมาตรได้ อย่างไร	ค 2.1 ป.6/1	การหาปริมาตรของ ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นการหาขนาด ของทรงตัน เมื่อรู้ ความกว้าง ความ ยาว และความสูง จะสามารถหา ปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก ได้ จาก ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง	1. นักเรียนสามารถ อธิบายเกี่ยวกับการ หาปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก 2. นักเรียนสามารถ แสดงวิธีการหา ปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก 3. นักเรียนสามารถ ประยุกต์ใช้ความรู้ เกี่ยวกับการหา ปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ ในชีวิตจริงได้	1. ใช้ใบกิจกรรม วัดด้านความรู้ 2. ใช้แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ วัดด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ 3. แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ วัดด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ที่	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	การวัดและ ประเมินผล
10. มี ปริมาตร เท่าใด	ค 2.1 ป.6/1	การหาปริมาตรของ ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นการหาขนาด ของทรงตัน เมื่อรู้ ความกว้าง ความ ยาว และความสูง จะสามารถหา ปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉากได้ จาก ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง	1. นักเรียนสามารถ อธิบายเกี่ยวกับการ หาปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉากได้ 2. นักเรียนสามารถ แสดงวิธีการหา ปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉากได้ 3. นักเรียนสามารถ ประยุกต์ใช้ความรู้ เกี่ยวกับการหา ปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ ในชีวิตจริงได้	1. ใช้ใบกิจกรรม วัดด้านความรู้ 2. ใช้แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ วัดด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ 3. แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ วัดด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ที่	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	การวัดและ ประเมินผล
11. ชื่นไหน ได้เยอะ	ค 2.1 ป.6/1	การหาปริมาตรของ ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นการหาขนาด ของทรงตัน เมื่อรู้ ความกว้าง ความ ยาว และความสูง จะสามารถหา ปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก ได้ จาก ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง	1. นักเรียนสามารถ อธิบายเกี่ยวกับการ หาปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉากได้ 2. นักเรียนสามารถ แสดงวิธีการหา ปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉากได้ 3. นักเรียนสามารถ ประยุกต์ใช้ความรู้ เกี่ยวกับการหา ปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ ในชีวิตจริงได้	1. ใช้ใบกิจกรรม วัดด้านความรู้ 2. ใช้แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ วัดด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ 3. แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ วัดด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ที่	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	การวัดและ ประเมินผล
12. เท่ากัน หรือไม่	ค 2.1 ป.6/1	การหาปริมาตรของ ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นการหาขนาด ของทรงตัน เมื่อรู้ ความกว้าง ความ ยาว และความสูง จะสามารถหา ปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก ได้ จาก ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง	1. นักเรียนสามารถ อธิบายเกี่ยวกับการ หาปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก 2. นักเรียนสามารถ แสดงวิธีการหา ปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก 3. นักเรียนสามารถ ประยุกต์ใช้ความรู้ เกี่ยวกับการหา ปริมาตรของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ ในชีวิตจริงได้	1. ใช้ใบกิจกรรม วัดด้านความรู้ 2. ใช้แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ วัดด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ 3. แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ วัดด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
13. แบบนี้จะหาอย่างไร	ค 2.1 ป.6/1	การแก้โจทย์ปัญหาเริ่มจากการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาวางแผนแก้ปัญหาดำเนินการตามแผนและตรวจสอบ	<p>1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้</p>	<p>1. ใช้ใบกิจกรรมวัดด้านความรู้</p> <p>2. ใช้แบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์วัดด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์</p> <p>3. แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ วัดด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p>

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ที่	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การ เรียนรู้	การวัดและ ประเมินผล
14. มี ปริมาณ เท่าไร	ค 2.1 ป.6/1	การแก้โจทย์ปัญหา เริ่มจากการทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหา วางแผนแก้ปัญห ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบ	1. นักเรียนสามารถ เขียนอธิบายขั้นตอน การวิเคราะห์โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาณของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉากได้ 2. นักเรียนสามารถ ประยุกต์ใช้ความรู้ เกี่ยว กับการแก้ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาณของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ แก้ปัญห คณิตศาสตร์ได้	1. ใช้ใบกิจกรรม วัดด้านความรู้ 2. ใช้แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ วัดด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ 3. แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ วัดด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์

## ตารางที่ 13 ต่อ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและประเมินผล
15. สัมพันธ์กันอย่างไร	ค 2.1 ป.6/1	การแก้โจทย์ปัญหา เริ่มจากการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา วางแผนแก้ปัญหาดำเนินการตามแผน และตรวจสอบ	1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ 2. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้แก้ปัญหา คณิตศาสตร์ได้	1. ใช้ใบกิจกรรมวัดด้านความรู้ 2. ใช้แบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ วัดด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 3. แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ วัดด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา รูปแบบการสอน และความเหมาะสมของภาษา แล้วนำมาปรับปรุง และเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

6) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ที่ผ่านการแก้ไขและตรวจสอบแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ ด้านหลักสูตรและการสอน และการวัดผลประเมินผล เพื่อประเมินความเหมาะสมและ

ความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผล ประเมินผล และระยะเวลาที่ใช้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย

1. รองศาสตราจารย์ จุมพล ราชวิจิตร ที่ปรึกษาด้านบริการและจัดฝึกอบรม สถาบันวิจัยและพัฒนาวิชาชีพครูสำหรับอาเซียน มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. นายกิริติ ซาดามังคิก ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ ผู้เชี่ยวชาญด้าน หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์
3. นางสาววรรัตน์ ศรีปัญญา ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ ผู้เชี่ยวชาญด้าน หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์
4. นางสุภาพร รัตนภาพ ครูชำนาญการพิเศษ ผู้เชี่ยวชาญด้าน หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์
5. นางสาววัฒนา ทาดา ครูชำนาญการพิเศษ ผู้เชี่ยวชาญด้าน หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์

โดยเกณฑ์ในการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ มี 5 ระดับ คือ

เหมาะสมมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้	3	คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้	2	คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

7) นำคะแนนการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินแล้ว มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยค่าความเหมาะสมต้องมีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.51 – 5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสิน ถือเป็นแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำไปใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.96 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด, แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด (ภาคผนวก ข หน้า 200-214)

8) ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะที่ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ คือ สื่อรูปทรงเรขาคณิตสามมิติที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเป็นสื่อจริงที่สามารถสัมผัสได้ประกอบด้วยสื่อที่เป็นรูปที่ติดกระดาน การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ควรมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจนและสอดคล้องกับกิจกรรมในแต่ละชั่วโมง ควรมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรมแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มผ่านหรือไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ ควรให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองเพิ่มเติมด้วยการทำแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทักษะเป็นรายบุคคล จากนั้นผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งก่อนนำไปทดลองใช้จริง

## 2. แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ

- 1) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คู่มือการวัดผลประเมินผล
- 2) วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้
- 3) สร้างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตโนมัติ

จำนวน 4 ฉบับ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและตรงตามจุดประสงค์ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังตารางที่ 14 , 15 , 16 และ 17 ตามลำดับวงจรปฏิบัติการ

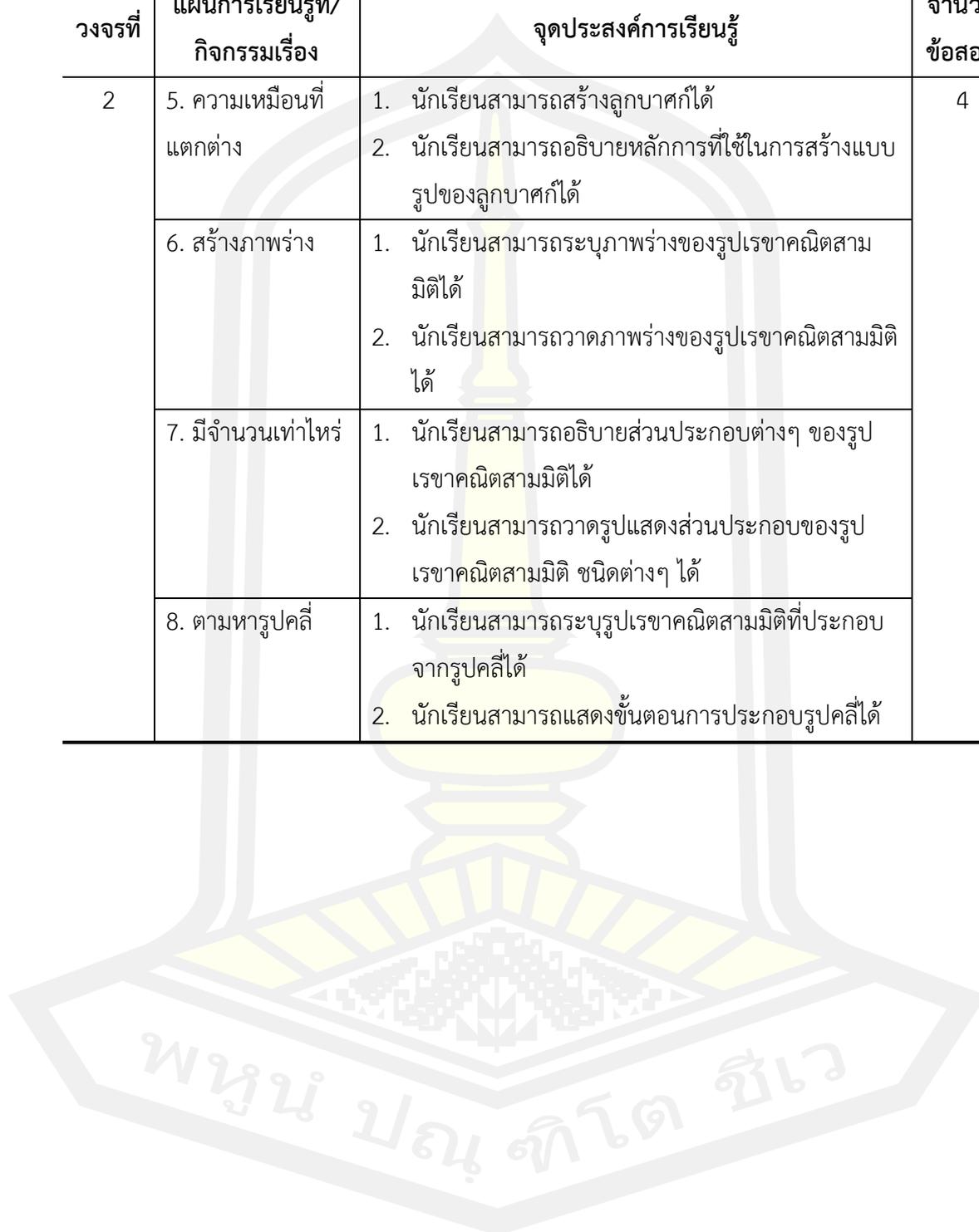
ตารางที่ 14 โครงสร้างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ ฉบับที่ 1

วงจร ที่	แผนการเรียนรู้ที่/ กิจกรรมเรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ
1	1. อย่างไร...ถึง เรียกปริซึม	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของปริซึมได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างปริซึมในชีวิตประจำวันได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับปริซึมไปใช้ ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	4
	2. อย่างไร...ถึง เรียกพีระมิด	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของพีระมิดได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างพีระมิดในชีวิตประจำวันได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับพีระมิดไปใช้ ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	
	3. อย่างไร...ถึง เรียกทรงกระบอก	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของทรงกระบอกได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างทรงกระบอกใน ชีวิตประจำวันได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับ ทรงกระบอกไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	
	4. อย่างไร...ถึง เรียกกรวย	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของกรวยได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างกรวยในชีวิตประจำวันได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรวยไปใช้ ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	

พหุ ประถมศึกษา

ตารางที่ 15 โครงสร้างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ ฌบับที่ 2

วงจรที่	แผนการเรียนรู้ที่/ กิจกรรมเรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ
2	5. ความเหมือนที่ แตกต่าง	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถสร้างลูกบาศก์ได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการที่ใช้ในการสร้างแบบ รูปของลูกบาศก์ได้</li> </ol>	4
	6. สร้างภาพร่าง	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุภาพร่างของรูปเรขาคณิตสาม มิติได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถวาดภาพร่างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้</li> </ol>	
	7. มีจำนวนเท่าไร	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบต่างๆ ของรูป เรขาคณิตสามมิติได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถวาดรูปแสดงส่วนประกอบของรูป เรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่างๆ ได้</li> </ol>	
	8. ตามหารูปคลี่	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบ จากรูปคลี่ได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนการประกอบรูปคลี่ได้</li> </ol>	



ตารางที่ 16 โครงสร้างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ ฉบับที่ 3

วงจรที่	แผนการเรียนรู้ที่/ กิจกรรมเรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ
3	9. หาปริมาตรได้ อย่างไร	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	3
	10. มีปริมาตรเท่าใด	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	
	11. ขึ้นไหนได้เยอะ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	
	12. เท่ากันหรือไม่	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	

ตารางที่ 17 โครงสร้างแบบทดสอบย่อยทำยวจนรปฏิบัติการ ฉบับที่ 4

วงจนร ที่	แผนการเรีจนรที่/ กิจกรรมเรีจนร	จุดประสงคการเรีจนร	จำนวน ข้อสอบ
4	13. แบบนี้จะหา อย่างไร	1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ได้ 2. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้	3
	14. มีปริมาตร เท่าไร	1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ได้ 2. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้	
	15. สัมพันธ์กัน อย่างไร	1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ได้ 2. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้	

4) นำแบบทดสอบย่อยทำยวจนรปฏิบัติการที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ความครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรีจนรและ  
ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5) นำแบบทดสอบย่อยทำยวจนรปฏิบัติการที่ผ่านการตรวจสอบแล้วเสนอต่อ  
ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้  
ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านตรวจสอบรายการ และให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงกับจุดประสงค์การเรีจนร

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงกับจุดประสงค์การเรีจนร

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรีจนร

6) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อและสาระสำคัญของแบบทดสอบย่อยทำนองจริงปฏิบัติการ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ ซึ่งผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อ (IOC) มีค่าคะแนนเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เที่ยงตรงตามเนื้อหาสามารถนำไปใช้ได้ (ภาคผนวก ข หน้า 215-219)

7) นำแบบทดสอบย่อยทำนองจริงปฏิบัติการมาแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือ ควรกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบย่อยทำนองจริงปฏิบัติการให้ชัดเจน แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งก่อนนำไปทดลองใช้จริง

### 3. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คู่มือการวัดผลประเมินผล

2) วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้

3) สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย 3 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังตารางที่ 18

**ตารางที่ 18** โครงสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แผนการเรียนรู้ที่/กิจกรรม เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ
1. อย่างไร...ถึงเรียกปริซึม	1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของปริซึมได้ 2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างปริซึมในชีวิตประจำวันได้ 3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับปริซึมไปใช้ในชีวิตจริงได้	0
2. อย่างไร...ถึงเรียกพีระมิด	1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของพีระมิดได้ 2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างพีระมิดในชีวิตประจำวันได้ 3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับพีระมิดไปใช้ในชีวิตจริงได้	0

## ตารางที่ 18 ต่อ

แผนการเรียนรู้ที่/ กิจกรรมเรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ
3. อย่างไร...ถึงเรียก ทรงกระบอก	1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของทรงกระบอกได้ 2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างทรงกระบอกในชีวิตประจำวันได้ 3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับทรงกระบอกไปใช้ในชีวิตจริงได้	0
4. อย่างไร...ถึงเรียกรวย	1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของกรวยได้ 2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างกรวยในชีวิตประจำวันได้ 3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรวยไปใช้ใน ชีวิตจริงได้	0
5. ความเหมือนที่แตกต่าง	1. นักเรียนสามารถสร้างลูกบาศก์ได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการที่ใช้ในการสร้างแบบรูป ของลูกบาศก์ได้	0
6. สร้างภาพร่าง	1. นักเรียนสามารถระบุภาพร่างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ 2. นักเรียนสามารถวาดภาพร่างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้	0
7. มีจำนวนเท่าไร	1. นักเรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบต่างๆของรูป เรขาคณิตสามมิติได้ 2. นักเรียนสามารถวาดรูปแสดงส่วนประกอบของรูป เรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่างๆได้	0
8. ตามหารูปคลี่	1. นักเรียนสามารถระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูป คลี่ได้ 2. นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนการประกอบรูปคลี่ได้	0

## ตารางที่ 18 ต่อ

แผนการเรียนรู้ที่/กิจกรรม เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ
9. หาปริมาตรได้อย่างไร	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	1
10. มีปริมาตรเท่าใด	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	
11. ขึ้นไหนได้เยอะ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	1
12. เท่ากันหรือไม่	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	

## ตารางที่ 18 ต่อ

แผนการเรียนรู้ที่/กิจกรรม เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ
13. แบบนี้จะหาอย่างไร	1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ 2. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้	1
14. มีปริมาตรเท่าไร	1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ 2. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้	
15. สัมพันธ์กันอย่างไร	1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ 2. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้	

4) นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ความครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5) นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านตรวจสอบรายการ และให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

6) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อและสาระสำคัญของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ ซึ่งผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าคะแนนเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เที่ยงตรงตามเนื้อหาสามารถนำไปใช้ได้ (ภาคผนวก ข หน้า 220)

7) นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญคือ ควรกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ชัดเจน แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งก่อนนำไปทดลองใช้จริง

#### 4. แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

- 1) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คู่มือการวัดผลประเมินผล
- 2) วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้
- 3) สร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย 2 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังตารางที่ 19

**ตารางที่ 19** โครงสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แผนการเรียนรู้ที่/ กิจกรรมเรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ
1. อย่างไร...ถึงเรียก ปริซึม	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของปริซึมได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างปริซึมในชีวิตประจำวันได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับปริซึมไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	1
2. อย่างไร...ถึงเรียก พีระมิด	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของพีระมิดได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างพีระมิดในชีวิตประจำวันได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับพีระมิดไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	

## ตารางที่ 19 ต่อ

แผนการเรียนรู้ที่/ กิจกรรมเรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ
3. อย่างไร...ถึงเรียก ทรงกระบอก	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของทรงกระบอกได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างทรงกระบอกในชีวิตประจำวันได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับทรงกระบอกไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	
4. อย่างไร...ถึงเรียกรวย	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุลักษณะของกรวยได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างกรวยในชีวิตประจำวันได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรวยไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	
5. ความเหมือนที่ แตกต่างกัน	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถสร้างลูกบาศก์ได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการที่ใช้ในการสร้างแบบรูปของลูกบาศก์ได้</li> </ol>	1
6. สร้างภาพร่าง	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุภาพร่างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถวาดภาพร่างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้</li> </ol>	
7. มีจำนวนเท่าไร	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบต่างๆของรูปเรขาคณิตสามมิติได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถวาดรูปแสดงส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่างๆได้</li> </ol>	
8. ตามหารูปคลี่	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่ได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงขั้นตอนการประกอบรูปคลี่ได้</li> </ol>	

## ตารางที่ 19 ต่อ

แผนการเรียนรู้ที่/ กิจกรรมเรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ
9. หาปริมาตรได้อย่างไร	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	0
10. มีปริมาตรเท่าใด	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	0
11. ขึ้นไหนได้เยอะ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	0
12. เท่ากันหรือไม่	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริงได้</li> </ol>	0

## ตารางที่ 19 ต่อ

แผนการเรียนรู้ที่/ กิจกรรมเรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ
13. แบบนี้จะหาอย่างไร	1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุม ฉากได้ 2. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุม ฉากไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้	0
14. มีปริมาตรเท่าไร	1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุม ฉากได้ 2. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุม ฉากไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้	0
15. สัมพันธ์กันอย่างไร	1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุม ฉากได้ 2. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุม ฉากไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้	0

4) นำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ความครอบคลุมตามจุดประสงค์การเรียนรู้และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5) นำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านตรวจสอบรายการ และให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

6) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อและสาระสำคัญของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ ซึ่งผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าคะแนนเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เที่ยงตรงตามเนื้อหาสามารถนำไปใช้ได้ (ภาคผนวก ข หน้า 221)

7) นำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือ ควรกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้ชัดเจน แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งก่อนนำไปทดลองใช้จริง

#### 5. แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

1. ศึกษาตัวอย่างแล้ววางแผนกำหนดขอบข่ายพฤติกรรมที่จะสังเกต ประกอบด้วยพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรมกลุ่ม พฤติกรรมของนักเรียนขณะนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน พฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยกำหนดเป็นรายการสังเกต คือ ความสนใจ ความตั้งใจ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ทำงานตามระยะเวลาที่กำหนด สามารถอธิบายแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ทักษะ คือ การแก้ปัญหา การสื่อสารสื่อความหมาย การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์

2. ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับรูปแบบของเครื่องมือ

3. สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

4. นำแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณา ตรวจสอบ ให้ข้อคิดเห็นของเนื้อหา การใช้ภาษา ความเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง

5. นำแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่สร้างขึ้น ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อพิจารณา ตรวจสอบ ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหา การใช้ภาษา ความเหมาะสม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านตรวจสอบรายการ และให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าเครื่องมือมีความเหมาะสม

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเครื่องมือมีความเหมาะสม

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าเครื่องมือไม่มีความเหมาะสม

6. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ ซึ่งผลการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าคะแนนเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ (ภาคผนวก ข หน้า 222-225)

7. นำแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือ การกำหนดขอบข่ายพฤติกรรมที่จะสังเกต ควรกำหนดให้สอดคล้องกับทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนในแต่ละชั่วโมง และสอดคล้องกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด 4 ขั้นตอน แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ก่อนการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อทำความเข้าใจและสร้างข้อตกลง เกี่ยวกับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ด้วยแผนปฐมนิเทศ เรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

2. ดำเนินการปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด โดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 15 แผน โดยแบ่งเป็น 4 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4

วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-8

วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9-12

วงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13-15

3. การสะท้อนผลกลับ หลังจากสิ้นสุดการสอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ จะมีการทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ ประเมินพฤติกรรมที่แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ประเมินพฤติกรรมที่ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลมาสะท้อนผลการปฏิบัติ และปรับปรุงการสอนในวงจรปฏิบัติการต่อไป

4. การประเมินผลการดำเนินกิจกรรม เมื่อผู้วิจัยทำการสอนครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ สอนครบทั้ง 15 แผนแล้ว ให้จะนักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ และ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ รวมทั้ง 2 ฉบับใช้เวลา 60 นาที โดยมีการตั้งเป้าหมายว่านักเรียนจะต้องมีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ สรุป และแปรผลต่อไป

### การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 วงจร แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำข้อมูล ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ข้อมูลจากการบันทึกแบบสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งวิดีโอที่บันทึกพฤติกรรมนักเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยนำ ข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ ตีความและสรุปแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน แล้วนำเสนอในรูปของการบรรยาย เพื่อวิเคราะห์ว่าการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างไร และเพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาแนวทางใน การแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้มีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) คำนวณจากสูตรต่อไปนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

## 2. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 2.1 ร้อยละ (Percentage) คำนวณจากสูตรต่อไปนี้

$$P = \frac{F}{N} \times 100$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าร้อยละ
	F	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

### 2.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตรต่อไปนี้

$$\mu = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	$\mu$	แทน	ตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

### 2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \mu)^2}{N}}$$

เมื่อ	$\sigma$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนแต่ละกลุ่ม
	$\mu$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีความมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และ 2) พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 โดยใช้แบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของเคมมิสและแมคเทกการท์ ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา อำเภอโนนศิลา จังหวัดขอนแก่นที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 16 คน เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค16101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการที่ได้สังเคราะห์ขึ้นจากการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ การศึกษาค้นคว้าเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ จนนำไปสู่การพัฒนาและออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน ซึ่งแบ่งเป็น 4 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 , วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5-8 , วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9-12 และ วงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13-15 ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. บริบทของโรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา
2. ผลการสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนคณิตศาสตร์
3. การดำเนินการก่อนการวิจัย
4. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1
5. ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1
6. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2
7. ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2
8. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3
9. ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

10. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรถอบปฏิบัติการที่ 4
11. ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรถอบปฏิบัติการที่ 4
12. สรุปผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรถอบปฏิบัติการ
13. สรุปผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
14. สรุปผลการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

### บริบทของโรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา อำเภอนอนศิลา จังหวัดขอนแก่น ผู้วิจัยได้ศึกษาบริบทของโรงเรียน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### สภาพทั่วไป

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา เดิมชื่อโรงเรียนบ้านหนองน้ำขุ่น ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม พ.ศ. 2488 โดยมีนายสมาส อมาตยกุล นายอำเภอบ้านไผ่ และนายบัว สามารถ ศึกษาธิการอำเภอบ้านไผ่ เป็นผู้ก่อตั้ง ครูใหญ่คนแรกคือ นายไกรลาส สมศิลา เปิดทำการสอนครั้งแรกตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สถานที่ตั้งครั้งแรกคือหมู่บ้านหนองน้ำขุ่นใต้ หมู่ที่ 9 ต่อมาปี พ.ศ. 2514 ทางราชการได้ย้ายโรงเรียนไปอยู่ที่บ้านหนองน้ำขุ่นเหนือ หมู่ที่ 8 จะด้วยเหตุผลใดไม่ปรากฏ ต่อมาในปี พ.ศ. 2530 ทางราชการก็ย้ายกลับมาที่บ้านหนองน้ำขุ่นใต้ อีกโดยใช้ที่ดินของวัดเป็นที่เรียน และเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2514 โรงเรียนได้รับการจัดตั้งเป็นเอกเทศในที่ดินปัจจุบัน ซึ่งมีเนื้อที่ 21 ไร่ 2 งาน 48 ตารางวา

ปัจจุบันโรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 3 เปิดทำการเรียนการสอนตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ ตั้งแต่ชั้นอนุบาล 1 ถึง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (เปิดขยายโอกาสทางการศึกษาในปี พ.ศ. 2543) มีข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาจำนวน 19 คน นักเรียน 187 คน มีจำนวนห้องเรียน 11 ห้อง ผู้ปกครองส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรกรรม ฐานะค่อนข้างยากจนถึงฐานะปานกลาง

#### สภาพการดำเนินงานด้านวิชาการ

##### 1. การจัดระบบการเรียนรู้

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา จัดการเรียนการสอนเป็น 3 ระดับ คือ ระดับปฐมวัย ระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยจัดการศึกษาปีการศึกษาละ 2 ภาคเรียน ภาคเรียนละ 20 สัปดาห์ ในการจัดครูเข้าสอน ในระดับปฐมวัย (อนุบาล 1 ถึง อนุบาล 3) จะเป็นครูที่สำเร็จการศึกษาในสาขาการศึกษาปฐมวัยโดยตรง ปฏิบัติหน้าที่เป็นครูผู้สอนและครูประจำชั้น ส่วนใน

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะจัดให้มีครูประจำชั้น ชั้นละ 1-2 คน และจัดตารางสอนเป็นตารางสอนเวียน ให้ครูเข้าสอนตรงตามวิชาเอก ซึ่งจะพิจารณาจากสาขาวิชาที่ครูแต่ละท่านสำเร็จการศึกษาเป็นหลัก ชั่วโมงสอนของครูแต่ละคนโดยเฉลี่ย 21 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

## 2. การจัดชั้นเรียน

การจัดชั้นเรียนในระดับปฐมวัย ชั้นอนุบาล 1 และชั้นอนุบาล 2 จัดเป็น 1 ห้องเรียน ชั้นอนุบาล 3 จัดเป็น 1 ห้องเรียน รวม 2 ห้องเรียน ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 3 จัดเป็นชั้นเรียนละ 1 ห้องเรียน รวม 9 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 11 ห้องเรียน นักเรียนแต่ละห้องจะมีหน้าที่รับผิดชอบเวรประจำวันของห้องเรียน และมีหน้าที่ทำความสะอาดบริเวณเขตพื้นที่รับผิดชอบภายในโรงเรียนตามที่กำหนด

## 3. การวัดประเมินผล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา มีการวัดผลประเมินผลตามสภาพจริง โดยเก็บคะแนนจากผลงาน การทำแบบฝึกหัดหรือใบงาน การทำแบบทดสอบเก็บคะแนนระหว่างเรียน และการทำแบบทดสอบกลางภาคเรียน-ปลายภาคเรียน โดยในแต่ละปีการศึกษา จะมีการจัดสอบภาคเรียนละ 2 ครั้ง คือ การสอบกลางภาคเรียน ฝ่ายวิชาการมีหน้าที่กำหนดช่วงสัปดาห์ การสอบกลางภาค แล้วแจ้งให้ครูประจำรายวิชาทราบและเป็นผู้ดำเนินการสอบเองในชั่วโมงสอน และการสอบปลายภาคเรียน ฝ่ายวิชาการมีหน้าที่กำหนดวันและเวลาในการสอบของแต่ละระดับชั้น แต่ละรายวิชา ซึ่งในการสอบปลายภาคเรียนจะสอบพร้อมกันทุกระดับ โดยแบบทดสอบจะเป็นแบบทดสอบที่ครูประจำรายวิชาสร้างขึ้นเพื่อวัดผลประเมินผลตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ที่ตั้งไว้

### การดำเนินการตามกระบวนการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC)

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา มีเป้าหมายให้ครูและบุคลากรทางการศึกษาได้ทราบถึงจุดเด่นและจุดที่ต้องปรับปรุงในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง รวมทั้งค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาและพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้กระบวนการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ซึ่งมีการดำเนินการตามขั้นตอน คือ ในแต่ละปีการศึกษา ครูและบุคลากรทางการศึกษา ผู้ปกครอง นักเรียน รวมทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกภาคส่วน ร่วมกันประชุมเพื่อชี้แจงแนวปฏิบัติ ร่วมกันปรึกษาหารือ กำหนดเป้าหมายและวางแผนการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในโรงเรียน จากนั้นครูและบุคลากรในโรงเรียนจะร่วมกันประชุมเพื่อกำหนดทีม PLC และออกคำสั่งแต่งตั้ง โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มระดับปฐมวัย จะเป็นครูที่สอนในระดับปฐมวัย กลุ่มช่วงชั้นที่ 1 จะเป็นครูที่สอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 กลุ่มช่วงชั้นที่ 2 จะเป็นครูที่สอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 และกลุ่มช่วงชั้นที่ 3 จะเป็นครูที่สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

เมื่อได้กลุ่ม PLC แล้ว แต่ละกลุ่มจะมีการกำหนดตารางการดำเนินกิจกรรมรายสัปดาห์เสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียน และร่วมกันดำเนินกิจกรรมจนกว่าจะสิ้นปีการศึกษา เมื่อสิ้นปีการศึกษา ทีม PLC แต่ละช่วงชั้นจะมีการจัดทำแบบรายงานผลการดำเนินงาน เสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียน ผู้ปกครอง นักเรียน รวมทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกภาคส่วน ได้ทราบต่อไป

### ผลการสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้สำรวจและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2564 รวมทั้ง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โดยสังเกตจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งของผู้วิจัยเองและครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ท่านอื่นๆ พบว่า

1. ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเป็นการสอนแบบบรรยายและยกตัวอย่างวิธีการหาคำตอบที่เป็นแบบฝึกหัดบนกระดาน แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดส่ง
2. ลักษณะของแบบฝึกหัด จะใช้เป็นเล่มแบบฝึกหัดของ สสวท. ซึ่งจะไม่เน้นกระบวนการ แต่จะเน้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบแล้วเติมในช่องว่าง ถ้าคำตอบถูกต้องนักเรียนก็ได้คะแนน แต่ถ้าคำตอบผิดนักเรียนก็จะได้คะแนน
3. โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ครูใช้สอนจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาปลายปิด บางครั้งครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาจากในหนังสือเล่มแบบเรียน ทำให้นักเรียนรู้วิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเพียงแค่ว่าครูยกตัวอย่าง หรือจากตัวอย่างที่มีในหนังสือแบบเรียนเท่านั้น จึงส่งผลให้นักเรียนไม่กล้าคิดในรูปแบบใหม่ๆ หรือไม่กล้าแสดงออกถึงแนวความคิดของตนเอง
4. ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์แบบปกติ เมื่อครูถามถึงวิธีการหาคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการอธิบายและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบแนวคิดที่ได้มาของคำตอบอยู่ในระดับปานกลาง
5. เมื่อสังเกตการทำแบบฝึกหัดของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ การหาคำตอบของโจทย์ปัญหาไม่เป็นลำดับขั้นตอน และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีการสรุปผลหรือตรวจสอบคำตอบ
6. เมื่อสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู พบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ไม่กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงวิธีคิดที่หลากหลาย ไม่มีการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลหรืออธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบแนวคิด ไม่ได้เน้นให้นักเรียนกล้าแสดงออกและไม่มีการให้นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

จากผลการสังเกตชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า ชั้นเรียนคณิตศาสตร์มีข้อจำกัดในการให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาและการอธิบายหรือให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการหาคำตอบ ทำให้เห็นถึงปัญหาในชั้นเรียนที่ควรแก้ไข คือ วิธีการสอนของครูไม่กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงออกทางความคิดหรือแนวคิดในการหาคำตอบ นักเรียนไม่ได้แสดงออกในด้านการให้เหตุผลประกอบ นักเรียนไม่ได้มีการอภิปรายแนวคิดร่วมกัน และไม่มีการนำเสนอแนวคิดของตนเองหน้าชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนคนอื่นๆ รวมทั้งโจทย์ปัญหาจะเป็นลักษณะของโจทย์ปัญหาปลายปิด ที่เน้นให้ค้นหาเพียงคำตอบแต่ไม่เน้นกระบวนการคิดหรือการอธิบายถึงที่มาของคำตอบ ทำให้ครูต้องปรับเปลี่ยนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่จะเน้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงแนวคิดในการหาคำตอบที่หลากหลายโดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายแนวคิดและมีการนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ซึ่งวิธีการสอนดังกล่าวจะช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ผู้วิจัยทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

### การดำเนินการก่อนการวิจัย

ก่อนการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยปฐมนิเทศผู้ร่วมวิจัยและปฐมนิเทศนักเรียน ดังนี้

#### 1. ปฐมนิเทศผู้ร่วมวิจัย

ผู้วิจัยได้มีการนำเอกสารเกี่ยวกับรูปแบบการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น รวมทั้งเอกสารเกี่ยวกับระเบียบวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการให้ผู้ร่วมวิจัยศึกษาล่วงหน้า เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของผู้ร่วมวิจัย บทบาทของครูผู้เข้าร่วมสังเกตชั้นเรียนที่สอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และร่วมอภิปรายและสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมง แต่ ละวงจรปฏิบัติการ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการ ซึ่งผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จาก

- |                          |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| 1) นายประทีพ บัววงศ์     | ผู้อำนวยการโรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา |
| 2) นางสาวรพีพร เชื้อแพ่ง | ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้างานวิชาการ  |
|                          | ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล  |

- 3) นางสาวภาพร รัตนกาฬ ครูชำนาญการพิเศษ  
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ในการให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการชั้นเรียน การจัดทำและร่วมออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้คำแนะนำเกี่ยวกับเกณฑ์การวัดผลประเมินผล เกณฑ์การให้คะแนนการทำกิจกรรมและเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมในชั้นเรียน รวมทั้งได้รับความร่วมมือจากทีม PLC ช่วงชั้นที่ 2 ประกอบด้วย

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1) นายวาทีศ สันทา               | ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย  |
| 2) นางสาวธนพร ปัญญาวิชัยไพบุลย์ | ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  |
| 3) นางสาวเจนจิรา มีสิงห์        | นักศึกษาฝึกปฏิบัติการสอน<br>สาขาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 4) นางสาววรรณชนก รูปเหลี่ยม     | นักศึกษาฝึกปฏิบัติการสอน<br>สาขาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยขอนแก่น |

ในการให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับข้อความที่ถูกต้องตามหลักภาษา มีส่วนร่วมในการออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ ทั้งสื่อกระดาษและสื่อชิ้นงานหรือผลงานนักเรียนให้สอดคล้องตามกระบวนการของวิธีการแบบเปิด การเข้าร่วมสังเกตชั้นเรียน การมีส่วนร่วมในการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นำเสนอปัญหาที่พบในแต่ละชั่วโมง และร่วมคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาทั้งกระบวนการสอนของครู การใช้กระดาษที่ถูกต้องตามหลักการของวิธีการแบบเปิด การจัดการชั้นเรียนของครู รวมทั้งการควบคุมพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมของนักเรียนในขณะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

## 2. ปฐมนิเทศนักเรียน

ผู้วิจัยได้ปฐมนิเทศนักเรียน โดยใช้แผนปฐมนิเทศ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อให้ให้นักเรียนได้ทราบลำดับขั้นตอนในการเรียน ได้ทราบบทบาทของตนเองในขณะที่เรียนและแต่ละขั้นตอนของการสอน แจกจ่ายละเอียดเนื้อหาของการเรียน แจกจ่ายจัดกลุ่มให้นักเรียนทราบ โดยผู้วิจัยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอบปลายภาคเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม ซึ่งแบ่งกลุ่มนักเรียนได้ 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับคุณภาพต่างกัน ตั้งแต่ ระดับดีมาก ระดับค่อนข้างดี ระดับปานกลาง และระดับพอใช้ จากนั้นให้นักเรียนเข้ากลุ่มของตนเองแล้วร่วมกันตั้งชื่อกลุ่มและตั้งชื่อแสดงแทนตัวตนของนักเรียนในการร่วมกิจกรรม ซึ่งนักเรียนมีความเห็น

ตรงกันว่า การตั้งชื่อกลุ่มจะตั้งชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และจะใช้ชื่อเล่นของตนเองมาตั้งเป็นฉายาใหม่ สำหรับใช้ในการร่วมกิจกรรม (ภาคผนวก ค หน้า 227-229) ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจในการจัดกลุ่มของครูถึงแม้ว่าสมาชิกในกลุ่มจะไม่ใช่เพื่อนสนิทของตนเอง ทั้งนี้เพราะครูได้อธิบายถึงเหตุผลในการจัดกลุ่มให้นักเรียนทุกคนเข้าใจ อีกทั้งอาจเนื่องมาจากนักเรียนทุกคนมีความสนิทสนมกันเกือบทุกคนภายในห้อง เพราะเคยเรียนด้วยกันมาตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จากนั้น ผู้วิจัยให้แต่ละกลุ่มทำความเข้าใจบทบาทของตนเอง โดยสังเกตจากตัวอย่างคลิปวิดีโอที่ครูเปิดให้ดูก่อนแล้วร่วมกันอภิปรายถึงบทบาทหน้าที่ของนักเรียนในชั้นเรียนที่สอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด

### **ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1**

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของเคมมิสและแมคเทกการ์ท (Kemmis and McTaggart) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แล้วทำการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-4 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### **1. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1**

##### **ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan)**

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาบริบทของโรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา เกี่ยวกับสภาพการดำเนินงานด้านวิชาการ รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการสำรวจปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ และศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จำนวน 4 แผน, แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 รวมทั้งสร้างแบบบันทึกคะแนน และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนขณะทำกิจกรรมกลุ่มและขณะนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

##### **ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act)**

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-4 โดยมีผลการปฏิบัติในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของรูปแบบการสอนโดยวิธีการแบบเปิด ดังนี้

### แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 อย่างไรก็ตาม...ถึงเรียกปริซึม

#### 1) ช้่นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยเริ่มนำนักเรียนเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาโดยการสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและสูตรการหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดต่างๆ จากนั้นผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการสนทนาเกี่ยวกับกล่องลักษณะต่างๆ ที่นักเรียนเคยเห็นในชีวิตประจำวัน เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการร่วมกันสนทนา ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจกับสถานการณ์ที่มาก นักเรียนทุกคนร่วมกันนำเสนอกล่องในรูปแบบต่างๆ ที่เคยพบเจอในชีวิตประจำวัน จากนั้นผู้วิจัยนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งติดบนกระดาน แล้วให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน

สถานการณ์ปัญหา : ครูต้องการทำกล่องเพื่อใส่ของขวัญปีใหม่ให้คุณแม่

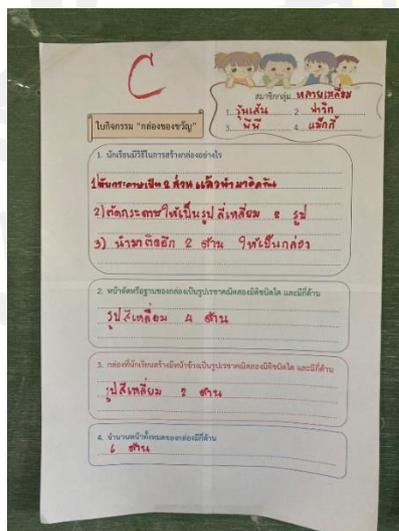
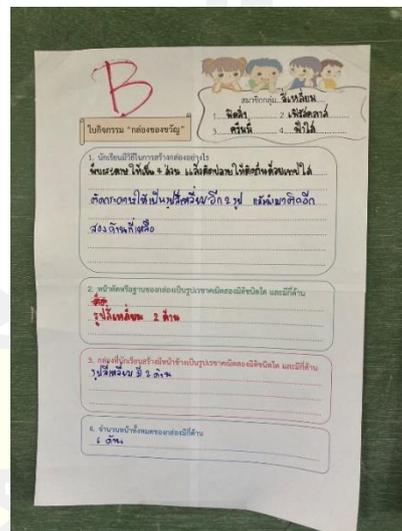
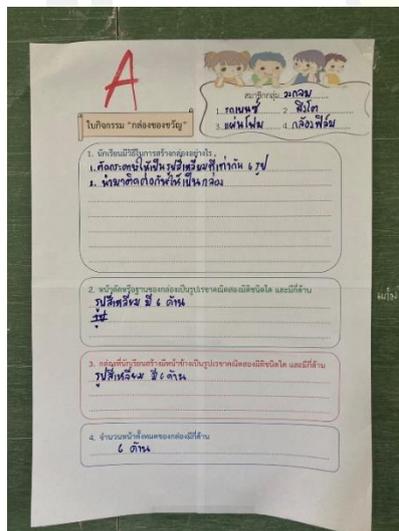
คำสั่ง : ให้นักเรียนสร้างกล่องที่ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติ

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร ต้องการให้นักเรียนทำอะไร

#### 2) ช้่นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมเป็นอย่างดี ทั้งการช่วยกันสร้างกล่องและช่วยกันเขียนแสดงแนวคิดในใบกิจกรรม เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีวิธีการในการสร้างกล่องที่แตกต่างกัน โดย กลุ่มวงกลม จะตัดกระดาษให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาดเท่ากันก่อน จากนั้นก็ใช้เทปใสติดขอบเพื่อประกอบเป็นกล่อง กลุ่มสี่เหลี่ยมจะใช้กระดาษแผ่นที่ 1 พับแบ่งเป็นสี่ส่วนก่อนแล้วค่อยใช้กระดาษอีกหนึ่งแผ่นมาตัดและติดเพื่อปิดอีกสองด้านที่เหลือ กลุ่มหลายเหลี่ยม จะทำคล้ายๆ กับกลุ่มสี่เหลี่ยม แต่จะใช้กระดาษสองแผ่นมาพับครึ่งแล้วประกบกันก่อน จากนั้นนำกระดาษอีกหนึ่งแผ่นมาตัดและติดเพื่อปิดอีกสองด้านที่เหลือ กลุ่มวงรีจะใช้กระดาษทั้งหมด 6 แผ่น มาประกบกันเป็นกล่อง ซึ่งผลงานในการสร้างกล่องของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 6

พหุ ประสิทธิภาพ



ภาพที่ 6 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “กล่องของขวัญ”

จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ ชนิดต่างๆ ที่เคยเรียนผ่านมาประกอบกับความรู้ ประสบการณ์จากสิ่งที่เคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน มาใช้ในการสร้างกล่องตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้ การเขียนแสดงแนวคิดในใบกิจกรรมมีบางกลุ่มยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับ ฐาน และ หน้าข้าง แต่สามารถบอกจำนวนหน้าทั้งหมดของกล่องที่สร้างได้

### 3) ชั้นการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการสร้างกล่องได้ แต่มีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังไม่กล้าแสดงออกเท่าที่ควร เมื่ออธิบายให้เพื่อนๆ ฟัง จึงอธิบายได้ไม่ค่อยชัดเจน

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการออกแบบและสร้างกล่องนี้อย่างไร
- นักเรียน : ตัดกระดาษเป็นรูปสี่เหลี่ยมก่อนครับ แล้วนำมาต่อกันให้เป็นกล่อง
- นักเรียน : นำกระดาษ A4 จำนวน 4 แผ่น มาต่อกันให้เป็นกล่องก่อน แล้วนำกระดาษอีก 2 แผ่นมาติดด้านที่เหลืออีกสองด้าน
- นักเรียน : พับกระดาษ A4 สองแผ่นให้เป็นสองส่วนแล้วติดกัน แล้วนำกระดาษอีกสองแผ่นมาตัดให้เท่ากับสองด้านที่เหลือแล้วนำมาติดเข้าด้วยกัน
- นักเรียน : พับกระดาษ A4 ให้เป็นสี่ส่วนแล้วติดปลายเข้าด้วยกัน ตัดกระดาษอีกหนึ่งแผ่นให้เท่ากับด้านที่เหลือแล้วนำมาติดเข้าด้วยกัน

### 4) ชั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนว่าใครมีวิธีการอื่นๆ ในการสร้างกล่องที่แตกต่างจากที่เพื่อนๆ นำเสนอไปแล้วอีกบ้าง ซึ่งผลปรากฏว่าไม่มีนักเรียนคนใดนำเสนอแนวคิดเลย อาจเนื่องมาจากนักเรียนยังไม่มีความคิดที่จะแสดงความคิดเห็นเพราะกลัวจะเป็นแนวคิดที่ผิด จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับลักษณะและส่วนประกอบของกล่อง พร้อมกับเชื่อมโยงแนวคิดจากการสรุปของนักเรียนว่า กล่องที่นักเรียนช่วยกันสร้างในชั่วโมงนี้ มีชื่อเรียกว่า “ปริซึม” พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะของปริซึมชนิดต่างๆ รวมทั้งการเรียกชื่อ เช่น ปริซึมห้าเหลี่ยม ปริซึมหกเหลี่ยม เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 อย่างไร...ถึงเรียกพีระมิด

#### 1) ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยเริ่มจากการสนทนาเกี่ยวกับการทำขนมเทียนและการทำวุ้นมะพร้าว ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจดีมาก นักเรียนร่วมกันนำเสนอ

แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของขนมเทียนตามความเข้าใจของตนเอง บางคนเข้าใจว่าขนมเทียนคือขนมที่มีเทียนเป็นส่วนประกอบ บางคนเข้าใจว่าขนมเทียนคือขนมที่เป็นแท่งสี่เหลี่ยมคล้ายๆ เทียน ผู้วิจัยจึงได้อธิบายเกี่ยวกับขนมเทียนเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนทุกคนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : นักเรียนรู้จักขนมเทียนหรือไม่คะ  
 นักเรียน : รู้จักครับ/ค่ะ  
 ผู้วิจัย : แล้วรู้หรือไม่ว่าขนมเทียนมีลักษณะอย่างไร  
 นักเรียน : เป็นแท่งสี่เหลี่ยมเหมือนเทียนครับ  
 นักเรียน : เป็นขนมที่ทำจากเทียนค่ะ  
 ผู้วิจัย : ขนมเทียนหรือข้าวต้มสามเหลี่ยมใส่ไส้มะพร้าวค่ะ ไม่ใช่ขนมที่ทำจากเทียนหรือเป็นแท่งเหมือนเทียนนะคะ

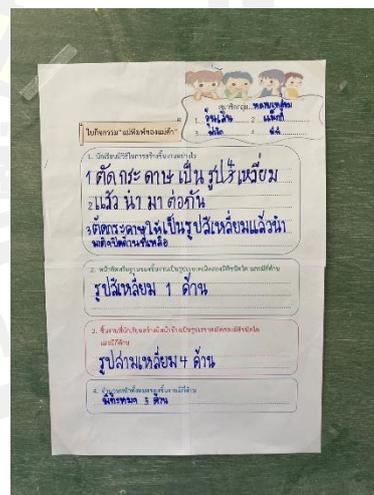
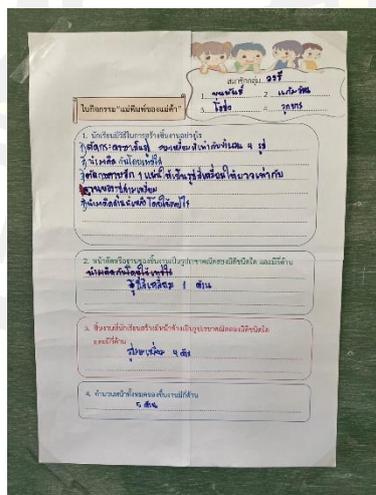
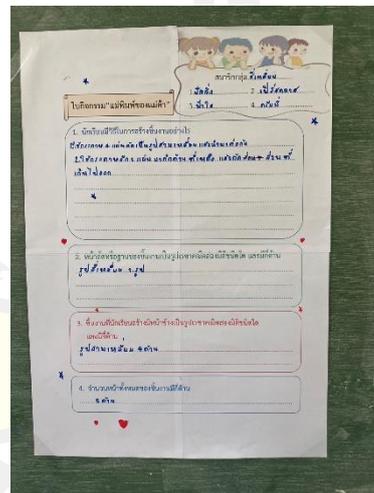
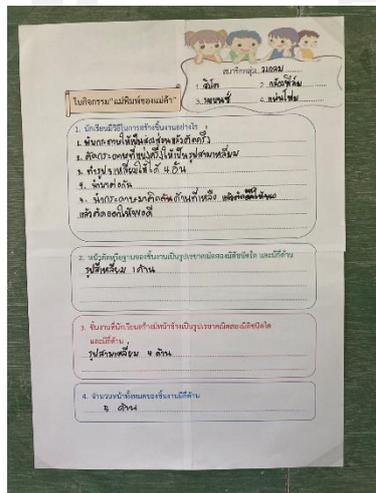
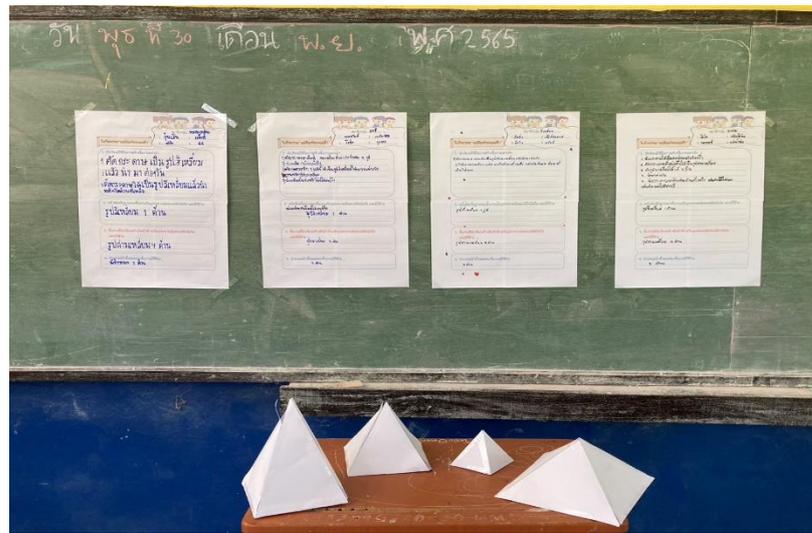
เมื่อนักเรียนทุกคนมีเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของขนมเทียนแล้ว ผู้วิจัยจึงนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งติดบนกระดานและให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน

- |                  |   |
|------------------|---|
| สถานการณ์ปัญหา : | แม่ค้าต้องการทำวุ้นมะพร้าวให้ได้รูปทรงเหมือนขนมเทียน<br>นักเรียนจะมีวิธีการออกแบบแม่พิมพ์สำหรับทำวุ้นมะพร้าวให้แม่ค้าได้อย่างไร |
| คำสั่ง :         | ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบและสร้างแม่พิมพ์สำหรับการทำวุ้นมะพร้าวให้มีลักษณะเหมือนกับขนมเทียน                                      |

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้ นักเรียน เข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และต้องการให้นักเรียนทำอะไร

## 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมเป็นอย่างดี ทั้งการช่วยกันสร้างและออกแบบชิ้นงาน รวมทั้งช่วยกันเขียนแสดงแนวคิดในใบกิจกรรม เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีวิธีการในการสร้างชิ้นงานที่คล้ายกัน คือ แต่ละกลุ่มจะตัดกระดาษให้เป็นรูปสามเหลี่ยมก่อน แล้วนำมาประกอบกัน จากนั้นก็นำกระดาษอีกหนึ่งแผ่นมาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้วนำมาติดเพื่อปิดด้านที่เหลือ ซึ่งผลงานในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “แม่พิมพ์ของแม่ค้า”

จากภาพที่ 7 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ ชนิดต่างๆ ที่เคยเรียนผ่านมาประกอบกับความรู้ ประสบการณ์จากสิ่งที่เคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำแนวคิดจากกิจกรรมในช่วงที่ 1 มาใช้ในการสร้างชิ้นงานและเขียนแสดงแนวคิดในใบกิจกรรมตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้

### 3) ขั้นการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการสร้างชิ้นงานได้ในระดับดี แต่มีนักเรียนกลุ่มสี่เหลี่ยมที่ยังอายและไม่ค่อยกล้าพูดนำเสนอหน้าชั้นเรียน เมื่ออธิบายให้เพื่อนๆ ฟัง จึงอธิบายได้ไม่ค่อยชัดเจน

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการออกแบบและสร้างชิ้นงานนี้ได้อย่างไร
- นักเรียน : ตัดกระดาษเป็นรูปสามเหลี่ยมก่อนครับ แล้วนำมาต่อกันแล้วใช้กระดาษอีกหนึ่งแผ่นมาติดด้านที่เหลือแล้วตัดให้เท่ากับขอบครับ
- นักเรียน : พับกระดาษเป็น 4 ส่วนแล้วตัด แล้วตัดกระดาษให้เป็นสามเหลี่ยมนำมาติดกัน แล้วตัดกระดาษให้เป็นสี่เหลี่ยม มาติดอีกด้านหนึ่งที่เหลือค่ะ
- นักเรียน : ตัดกระดาษ A4 จำนวน 4 แผ่นให้เป็นสามเหลี่ยมแล้วติดปลายเข้าด้วยกัน ตัดกระดาษอีกหนึ่งแผ่นให้มีขนาดเท่ากับด้านที่เหลือแล้วนำมาติดเข้าด้วยกัน

### 4) ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนว่าใครมีวิธีการอื่นในการสร้างชิ้นงานที่แตกต่างจากที่เพื่อนๆ นำเสนอไปแล้วอีกบ้าง ซึ่งผลปรากฏว่าไม่มีนักเรียนคนใดนำเสนอแนวคิดเลย อาจเนื่องมาจากนักเรียนยังไม่มี ความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นเพราะกลัวจะเป็นแนวคิดที่ผิด ยังมีความเขินอาย ผู้วิจัยจึงกระตุ้นให้นักเรียนกล้าตอบคำถามและมีความกล้าที่จะอภิปรายแนวคิดมากขึ้น โดยการกล่าวกับนักเรียนว่า การที่นักเรียนมีความกล้าที่จะแสดงแนวคิดไม่ว่าคำตอบนั้นจะถูกหรือผิดก็ตาม นั้นหมายความว่า นักเรียนได้พัฒนาตนเองในการที่จะเริ่มเรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองยังไม่รู้มาก่อนและก้าวข้ามความกลัวที่เป็นตัวปิดกั้นความรู้ของตนเองได้ จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับลักษณะและส่วนประกอบของชิ้นงานที่นักเรียนร่วมกันทำในช่วงนี้ พร้อมกับเชื่อมโยงแนวคิดจากการสรุปของนักเรียนว่าชิ้นงานที่นักเรียนช่วยกันสร้างในช่วงนี้ มีชื่อเรียกว่า “พีระมิต” พร้อมกับอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะของพีระมิตชนิดต่างๆ รวมทั้งการ

เรียกชื่อ เช่น พีระมิดฐานสามเหลี่ยม พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม พีระมิดฐานหกเหลี่ยม เป็นต้น เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 อย่างไร...ถึงเรียกทรงกระบอก

1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการสนทนาเกี่ยวกับทรงกระบอกที่นักเรียน เคยพบในชีวิตประจำวัน ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจและร่วมกันยกตัวอย่างทรงกระบอกตาม ความคิดของแต่ละคนที่เคยเห็นในชีวิตประจำวัน เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนออกมาสัมผัสวัตถุที่มีลักษณะ คล้ายทรงกระบอกที่ครูเตรียมไว้ ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถเลือกวัตถุทรงกระบอกได้ ถูกต้องทุกกลุ่ม จากนั้นครูสนทนาเกี่ยวกับทรงกระบอกที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือก ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ พบได้ในร้านค้าทั่วไป แล้วให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาส่วนประกอบของทรงกระบอกที่เป็นรูป เรขาคณิตสองมิติ เมื่อนักเรียนทุกคนมีความเข้าใจเกี่ยวกับทรงกระบอกแล้ว ผู้วิจัยจึงนำแถบ สถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งติดบนกระดานและให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน

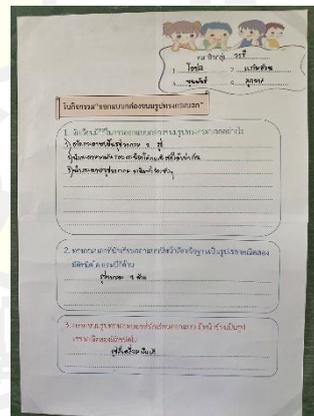
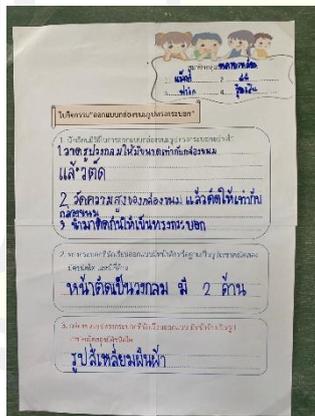
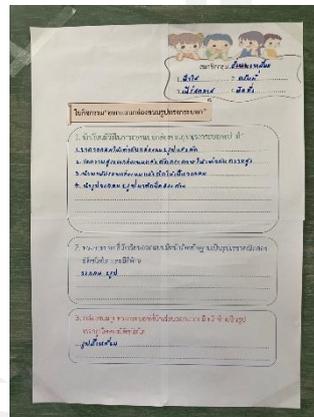
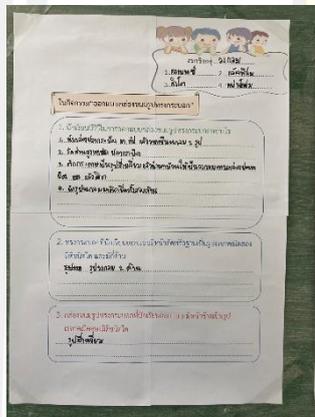
สถานการณ์ปัญหา : ครูต้องการกล่องที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอก สำหรับใส่ขนม เพื่อขายในสหกรณ์โรงเรียน

คำสั่ง : ให้นักเรียนออกแบบกล่องใส่ขนมรูปทรงกระบอก ให้มีขนาดเท่ากับ ตัวอย่างของแต่ละกลุ่ม

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจ ตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และต้องการให้นักเรียนทำอะไร

2) ชี้นำการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมเป็นอย่างดี ทั้งการช่วยกันสร้างและ ออกแบบชิ้นงาน รวมทั้งช่วยกันเขียนแสดงแนวคิดในใบกิจกรรม เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและ สังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีวิธีการในการสร้างชิ้นงานที่คล้ายกัน คือ นักเรียน วาดวงกลมก่อน โดยการนำทรงกระบอกที่เป็นตัวอย่างไปวางบนกระดาษแล้วใช้ดินสอวาดเส้นรอบรูป ของวงกลมจำนวนสองรูป จากนั้นนักเรียนวัดความสูงของทรงกระบอกแล้วตัดกระดาษให้เป็นรูป สี่เหลี่ยมที่มีความยาวเท่ากับที่วัดได้ แล้วนำมาประกอบกันให้เป็นทรงกระบอก ซึ่งผลงานในการสร้าง ชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “ออกแบบกล่องขนมรูปทรงกระบอก”

จากภาพที่ 8 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดต่างๆ ที่เคยเรียนผ่านมาประกอบกับความรู้ ประสบการณ์จากสิ่งที่เคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำแนวคิดจากกิจกรรมในช่วงโม่งที่ 1 และช่วงโม่งที่ 2 มาใช้ในการสร้างชิ้นงานตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้

### 3) ขั้นการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการสร้างชิ้นงานได้ในระดับดี นักเรียนทุกกลุ่มกล้าแสดงออก กล้าพูดนำเสนอ กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น อาจจะเป็นผลมาจากการกระตุ้นของผู้วิจัยในช่วงที่ผ่านไป ทำให้การนำเสนอหน้าชั้นเรียนและการอภิปรายในช่วงนี้สนุก และได้แนวคิดที่หลากหลายมากกว่าช่วงที่ผ่านไป

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการออกแบบและสร้างกล่องขนมทรงกระบอกนี้  
อย่างไร
- นักเรียน : วาดเป็นวงกลมก่อนแล้วตัดครึ่ง แล้ววัดความสูงของกระป๋องได้  
ตัดกระดาษให้เท่ากับที่วัดได้แล้วติดเข้ากันครับ
- นักเรียน : วาดเป็นวงกลม 2 รูปโดยใช้กล่องขนมเป็นแบบก่อนแล้วตัดค้ะ  
แล้ววัดความสูงแล้วตัดกระดาษให้เท่ากันนำมาติดกันค้ะ

### 4) ขั้นการสรุปทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งของที่มีลักษณะคล้ายกับทรงกระบอกที่นักเรียนเคยพบในชีวิตประจำวัน ซึ่งนักเรียนทุกคนได้ร่วมแสดงความคิดเห็น เช่น ทั่ระบายน้ำ สายยาง หลอดดูด เป็นต้น จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับลักษณะและส่วนประกอบของทรงกระบอก และผู้วิจัยเชื่อมโยงแนวคิดจากการสรุปของนักเรียนว่า ชิ้นงานที่นักเรียนช่วยกันสร้างในช่วงนี้ มีชื่อเรียกว่า “ทรงกระบอก” พร้อมกับอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะของทรงกระบอกเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 อย่างไม่...ถึงเรียกกรวย

#### 1. ช้่นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการสนทนาเกี่ยวกับกิจกรรมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้ทำในช่วงที่ผ่านไป ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจและร่วมกันนำเสนอแนวคิดจากสิ่งที่ได้เรียนมาดีมาก เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันสังเกตลักษณะของรูปทรงเรขาคณิตและวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่าง ผลปรากฏว่านักเรียนทุกคนสามารถบอกความเหมือนและความแตกต่างได้

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : ปริซึมมีลักษณะอย่างไรค้ะ
- นักเรียน : เป็นกล่องครับ

- นักเรียน : มีฐาน 2 ด้าน มีด้านข้างเป็นสี่เหลี่ยมคี่  
 ผู้วิจัย : พีระมิดมีลักษณะอย่างไรคะ  
 นักเรียน : มีปลายแหลม 1 ด้านคะ  
 นักเรียน : มีฐาน 1 ด้าน มีปลายแหลม มีด้านข้างเป็นสามเหลี่ยมคว่ำ  
 ผู้วิจัย : ทรงกระบอกมีลักษณะอย่างไรคะ  
 นักเรียน : เป็นกลมๆ ยาวๆ คว่ำ เวลาตัดครึ่ง ก็ยังเป็นวงกลม  
 ผู้วิจัย : แล้วกรวยมีลักษณะอย่างไรคะ  
 นักเรียน : เป็นกลมๆ มีปลายแหลม เวลาตัดก็ยังเป็นวงกลมแต่จะเล็กลงคะ

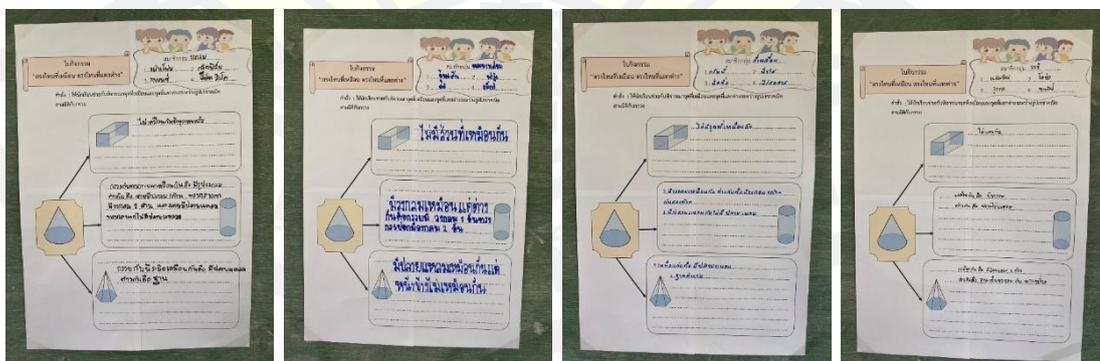
ผู้วิจัยจึงนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งของชั่วโมงนี้ติดบนกระดานและให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน

สถานการณ์ปัญหา : ตรงไหนที่เหมือนกัน ตรงไหนที่แตกต่าง  
 คำสั่ง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาจุดที่เหมือนและจุดที่แตกต่าง  
 ระหว่างรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดกับกรวย

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และต้องการให้นักเรียนทำอะไร

## 2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมดีมาก เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนสามารถเขียนอธิบายและให้เหตุผลของความเหมือนและความแตกต่างของรูปทรงเรขาคณิตแต่ละคู่ได้ ซึ่งผลงานในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “ตรงไหนที่เหมือน ตรงไหนที่แตกต่าง”

จากภาพที่ 9 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆ ที่เคยเรียนผ่านมาประกอบกับความรู้ ประสบการณ์จากสิ่งที่เคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน รวมทั้งนำแนวคิดจากกิจกรรมในช่วงที่ 1 ช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 มาใช้ในการอธิบายและให้เหตุผลตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้

### 3. ชั้นการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการทำใบกิจกรรมได้ในระดับดี นักเรียนทุกกลุ่มกล้าแสดงออก กล้าพูดนำเสนอ กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ทำให้การนำเสนอหน้าชั้นเรียนและการอภิปรายในช่วงนี้สนุกและได้แนวคิดที่หลากหลายมากขึ้น

### 4. ชั้นการสรุปทบทวนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนและได้ร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสี่กิจกรรม ซึ่งนักเรียนทุกคนให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็นและแสดงแนวคิดจากการทำกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะและส่วนประกอบของ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก และกรวย พร้อมกับเชื่อมโยงแนวคิดจากการอภิปรายของนักเรียนให้สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

#### ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : กรวย คือ รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นวงกลม มียอดแหลมไม่อยู่ในระนาบเดียวกันกับฐาน
- ผู้วิจัย : นักเรียนลองยกตัวอย่างกรวยที่นักเรียนเคยเห็นในชีวิตประจำวัน
- นักเรียน : กรวยของตำรวจครับ
- นักเรียน : กรวยซั่มบอลครับ
- นักเรียน : กรวยกระดาษใช้กินน้ำ เคยเห็นที่โรงพยาบาลค่ะ
- นักเรียน : กรวยไอติมค่ะ
- นักเรียน : ไอติมที่เป็นกรวยในสหกรณ์โรงเรียนอันละ 20 บาทค่ะ

เมื่อสิ้นสุดการอภิปราย ผู้วิจัยได้ใช้การถาม-ตอบ เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจหรือข้อสงสัย และนัดหมายนักเรียนให้เตรียมตัวสำหรับการทดสอบเก็บคะแนนครั้งที่ 1 (ทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ)

### ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยได้ดำเนินการสังเกตชั้นเรียนและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 เพื่อเป็นข้อมูลในการ

ปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยทำการบันทึกข้อมูลในแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนขณะร่วมกิจกรรม ในแบบบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยบันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในแบบบันทึกหลังการสอน

#### ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect)

จากการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดและใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของเคมมิสและแมคเทกการ์ท (Kemmis and McTaggart) เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 สามารถสรุปได้ดังนี้

##### 1) การสะท้อนผลของผู้วิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบบันทึกหลังการสอนและแบบบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติอยู่ในระดับค่อนข้างดี จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำชิ้นงานในแต่ละชั่วโมงได้ และเนื่องจากนักเรียนเคยเรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) มาแล้วในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จึงทำให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเองขณะทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน แต่ในขั้นการอภิปรายนักเรียนยังไม่ค่อยกล้านำเสนอแนวคิดหรืออภิปรายแนวคิดเท่าที่ควร อาจเนื่องมาจากการเรียนด้วยวิธีการแบบเปิดครั้งแรกหลังจากเลื่อนระดับชั้นเรียนเป็นชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และอาจกลัวว่าจะตอบผิด ผู้วิจัยจึงได้คอยกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและคอยบอกว่าการตอบผิดไม่ใช่เรื่องที่น่าอาย แต่จะเป็นการแสดงออกในทางที่ดี เมื่อปฏิบัติบ่อยๆ จะเกิดความเคยชินและทำให้เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเพิ่มมากขึ้น จากการคอยกระตุ้นของผู้วิจัยทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้นในชั่วโมงที่ 3 และ 4 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

##### 2) การสะท้อนผลของผู้ร่วมวิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและแบบบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรมค่อนข้างดี ในขณะที่กิจกรรมกลุ่มนักเรียนทุกกลุ่มร่วมมือกันสร้างชิ้นงานและเขียนแสดงแนวคิดในใบกิจกรรมดีมาก แต่ในขั้นการอภิปราย จะมีนักเรียนบางคนที่พูดคุยกันเสียงดังรบกวนเพื่อน ไม่ตั้งใจฟังในสิ่งที่เพื่อนกำลังนำเสนอ แต่ผู้วิจัยก็สามารถควบคุมชั้นเรียนได้ดีและมีการสอดแทรกแนวคิดในการทำงานเป็นทีมและการอยู่ร่วมในสังคมให้นักเรียนได้คิดตามและนำไปปฏิบัติ และผลจากการสัมภาษณ์ผู้ร่วมวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าผู้ร่วมวิจัยเห็นว่าผู้วิจัยยังกังวลกับขั้นตอนการ

สอนมากเกินไป ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนทำได้ดี สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ดีมาก ในขั้นการอภิปรายและสรุป ผู้วิจัยพูดเร็วเกินไปและออกเสียงไม่ค่อยชัดเจนในบางคำ ควรปรับการพูดให้ช้าลงและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

### 3) ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและสะท้อนผลของผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าปัญหาที่ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยได้รวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ หาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข และนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ปัญหาระหว่างการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และแนวทางแก้ไข

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
<b>ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา</b>	
1. ผู้วิจัยมีความกังวลกับขั้นตอนการสอน	1. ผู้วิจัยต้องใช้เวลาในการเตรียมความพร้อมสำหรับการจัดกิจกรรม
<b>ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง</b>	
2. นักเรียนเก่งมีบทบาทในการแสดงแนวคิดในใบกิจกรรมมากกว่านักเรียนอ่อน	2. ผู้วิจัยต้องเน้นย้ำให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเองในการร่วมทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนเก่งต้องคอยอธิบายแนวคิดจากการทำกิจกรรมให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจและช่วยกันทำใบกิจกรรม
<b>ขั้นการอภิปราย</b>	
3. นักเรียนยังมีความเขินอาย ไม่กล้าแสดงออก ไม่กล้านำเสนอแนวคิด	3. ผู้วิจัยควรกระตุ้นนักเรียนขณะอภิปรายแนวคิดหน้าชั้นเรียนให้กล้าพูด กล้าแสดงออกมากขึ้น
4. นักเรียนไม่กล้าตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น	4. ผู้วิจัยควรกระตุ้นนักเรียนในการตอบคำถามและร่วมกันสรุปแนวคิดจากการทำกิจกรรม และหาวิธีการให้นักเรียนกลุ่มปานกลางและอ่อนกล้าตอบคำถามโดยใช้การเสริมแรง หรือการให้คำชมเชย
<b>ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด</b>	
5. ผู้วิจัยพูดเร็วและออกเสียงไม่ค่อยชัดเจน	5. ผู้วิจัยควรจะปรับการพูดให้ช้าลงและชัดเจนมากขึ้น
6. ผู้วิจัยเร่งเวลาในการสรุปบทเรียน	

## 2. ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ทักษะ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ประกอบด้วยทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1) การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-4 พบว่านักเรียนสามารถสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ สังเกตได้จากการทำกิจกรรมกลุ่ม ที่นักเรียนร่วมกันแสดงแนวคิดและอภิปรายแนวคิดในการสร้างชิ้นงานตามที่สถานการณ์ปัญหา กำหนดและร่วมกันทำใบกิจกรรมจนสำเร็จ รวมทั้งการอภิปรายหน้าชั้นเรียนที่นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิด อธิบายแนวคิดของกลุ่มตนเองให้เพื่อนในชั้นเรียนเข้าใจได้

### 2) การเชื่อมโยง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-4 พบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวความรู้เดิมจากที่เคยเรียนมารวมทั้งเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน มาประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงานและทำใบกิจกรรมได้

### 3) การให้เหตุผล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-4 พบว่านักเรียนสามารถเขียนแสดงแนวคิดและอธิบายเหตุผลประกอบการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมได้ รวมทั้งสามารถตอบคำถามพร้อมอธิบายข้อสงสัยของเพื่อนในชั้นเรียน รวมทั้งแสดงเหตุผลเพื่อยืนยันแนวคิดหรือคำตอบของตนเองได้

### 4) การคิดสร้างสรรค์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-4 พบว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเดิมจากที่เคยเรียนมา รวมทั้งนำประสบการณ์หรือสิ่งที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวันมาประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้

### 3. ผลการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ 3 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1) มีวินัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-4 พบว่านักเรียนสามารถปฏิบัติตนตามข้อตกลงในชั้นเรียน ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น ตรงต่อเวลา ในการปฏิบัติกิจกรรมและรับผิดชอบในการทำงานได้ในระดับดี

#### 2) ใฝ่เรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-4 พบว่านักเรียนสามารถเข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน ตั้งใจทำกิจกรรมในทุกๆ ขั้นตอน เอาใจใส่ในการเรียน และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

#### 3) มุ่งมั่นในการทำงาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-4 พบว่านักเรียนมีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติกิจกรรมและทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นภายในเวลาที่กำหนด

### ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งมีผลการทดสอบดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1

จำนวนนักเรียนทั้งหมด	คะแนน			คะแนนเฉลี่ย		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์		
	เต็ม	ผ่านเกณฑ์	สูงสุด	ต่ำสุด	คะแนน		ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
16	20	14	18	10	15.44	77.19	2.15	13	81.25

จากตารางที่ 21 พบว่า ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 16 คน คะแนนเต็ม 20 คะแนน คะแนนผ่านเกณฑ์ 14 คะแนน มีนักเรียนที่ทำแบบทดสอบได้คะแนนสูงสุด 18 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 10 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 15.44 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.19 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.15 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 13 คน คิดเป็นร้อยละ 81.25 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด (ภาคผนวก ค หน้า 230) เนื่องจากในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์และพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปพร้อมกัน จากผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังตารางข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งถือว่าบรรลุความมุ่งหมายของการวิจัยแล้ว แต่เนื่องจากผู้วิจัยต้องการที่จะพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งต้องการที่จะพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นและสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยจึงนำข้อมูล ทั้งที่เป็นข้อดีและข้อที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ที่พบระหว่างการดำเนินกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาวิเคราะห์และวางแผนการดำเนินกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

## ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของเคมมิสและแมคเทกการ์ท (Kemmis and McTaggart) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แล้วทำการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5-8 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 1. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2

#### ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan)

การดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ศึกษากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเพิ่มเติม และเตรียมตัวสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อค้นพบในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 4 แผน แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาร่วมกันพิจารณาและวางแผนการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับผู้ร่วมวิจัย รวมทั้งสร้างแบบบันทึกคะแนน และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนขณะทำกิจกรรมกลุ่มและขณะนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

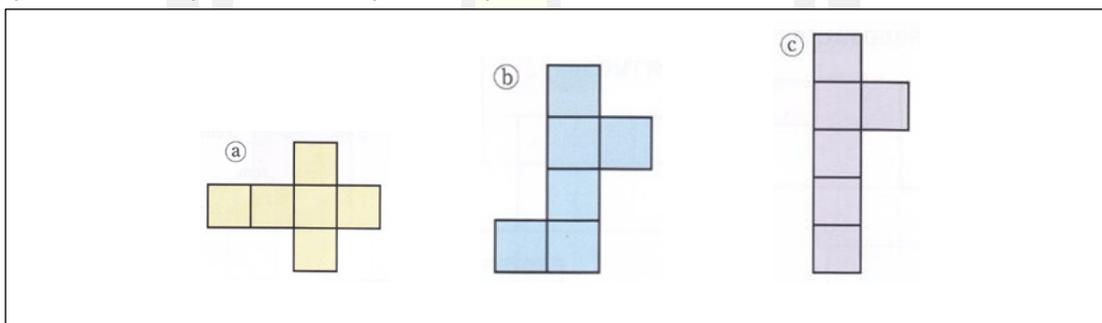
## ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5-8 โดยมีผลการปฏิบัติในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของรูปแบบการสอนโดยวิธีการแบบเปิด ดังนี้

### แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 ความเหมือนที่แตกต่าง

#### 1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการนำแบบจำลองของลูกบาศก์แจกให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาและสนทนาเกี่ยวกับลูกบาศก์นั้น ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจและร่วมกันนำเสนอและอภิปรายแนวคิดจากสิ่งที่ครูแจกให้ ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มสามารถบอกลักษณะของลูกบาศก์ได้ เมื่อผู้วิจัยนำตัวอย่างรูปคลี่ของลูกบาศก์ติดบนกระดาน



นักเรียนทุกกลุ่มให้ความสนใจดีพอสมควร ผู้วิจัยจึงนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งของชั่วโมงนี้ติดบนกระดานและให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน

สถานการณ์ปัญหา : สร้างให้เหมือน แต่...แตกต่าง

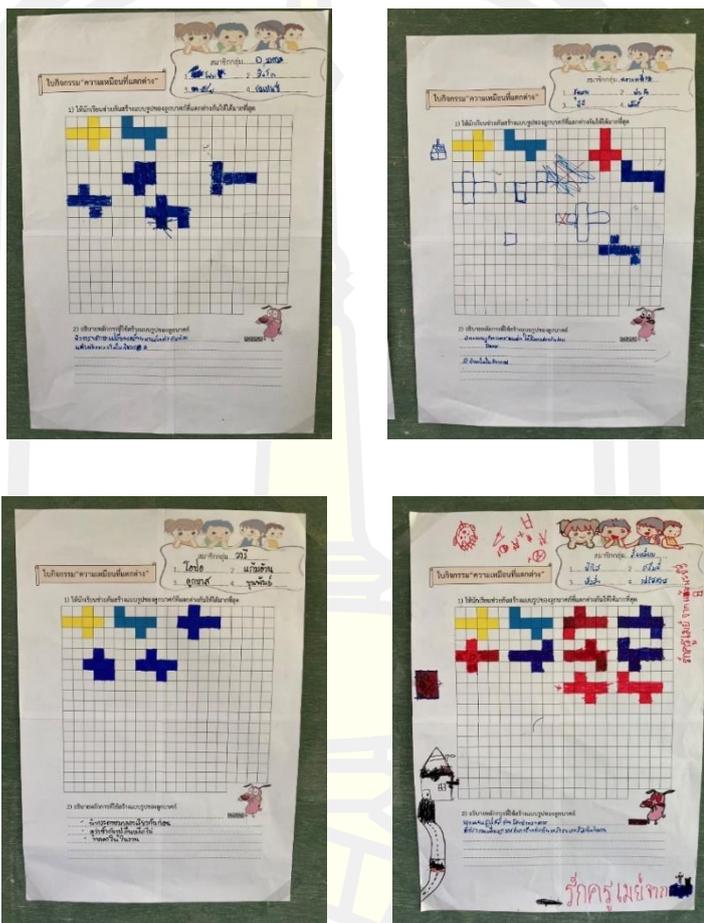
- คำสั่ง :
- 1) ให้นักเรียนช่วยกันสร้างแบบรูปของลูกบาศก์ที่แตกต่างกันให้ได้มากที่สุด
  - 2) อธิบายหลักการที่ใช้สร้างแบบรูปของลูกบาศก์

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และต้องการให้นักเรียนทำอะไร

#### 2) ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมค่อนข้างดี มีนักเรียนบางคนพูดคุยกันเสียงดังและหยอกล้อกันบ้างครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจกับกิจกรรมที่กำลังทำ

เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนสามารถเขียนแบบรูปของลูกบาศก์ที่แตกต่างกันได้ทุกกลุ่ม และมีนักเรียนกลุ่มวงกลมพยายามแยกชิ้นส่วนแบบจำลองลูกบาศก์ที่ครูแจกให้ แล้วนำมาต่อกันให้เหมือนตัวอย่างบนกระดานก่อน แล้วค่อยเรียงใหม่ให้ได้แบบรูปอื่นๆ ที่แตกต่างจากเดิม เมื่อนักเรียนกลุ่มอื่นๆ เห็นวิธีการที่กลุ่มวงกลมทำก็ทำตาม ซึ่งผลงานในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “ความเหมือนที่แตกต่าง”

จากภาพที่ 10 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ ที่เคยเรียนผ่านมา มาใช้ในการออกแบบรูปคลี่ของลูกบาศก์ที่แตกต่างกันได้แต่ยังไม่ครบและซ้ำกัน และนักเรียนสามารถเขียนอธิบายและให้เหตุผลตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้

### 3) ขั้นการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการทำใบกิจกรรมได้ในระดับดี นักเรียนทุกกลุ่มกล้าแสดงออก กล้าพูดนำเสนอ กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น เมื่อครูถามเหตุผลของกลุ่มวงกลม เพราะ

อะไรจึงแยกชิ้นส่วนของลูกบาศก์ก่อนแล้วค่อยนำมาเรียงต่อกันใหม่ คำตอบคือ กลัวจะวาดซ้ำรูปเดิม จึงนำมาเรียงกันเพื่อออกแบบรูปคลี่ก่อนแล้วค่อยเขียนลงในใบกิจกรรม และจากเหตุการณ์ที่กลุ่มอื่นๆ ลอกวิธีการคิดของกลุ่มวงกลม รวมทั้งการสนทนา ถาม-ตอบ ของครูในชั้นการอภิปรายหน้าชั้นเรียน ทำให้การนำเสนอหน้าชั้นเรียนและการอภิปรายในช่วงนี้สนุกและได้แนวคิดที่หลากหลายมากขึ้น

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : ลูกบาศก์เหมือนหรือต่างจากปริซึมอย่างไรคะ  
 นักเรียน : เหมือนกันคือมี 6 ด้านค่ะ ต่างกันคือด้านข้างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับสี่เหลี่ยมผืนผ้าค่ะ  
 นักเรียน : ลูกบาศก์จะมีหน้าทุกด้านเท่ากันครับ  
 ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการคิดแบบรูปของลูกบาศก์ที่ต่างกันอย่างไรคะ  
 นักเรียน : กลุ่มผมนำตัวอย่างลูกบาศก์ที่ครูแจกให้มาตัดแยกออกจากกันแล้วลองเรียงกันก่อนแล้วค่อยวาดลงในใบกิจกรรมครับ  
 นักเรียน : กลุ่มพวกหนูลอกวิธีการของกลุ่มวงกลมค่ะ หนูเห็นเขาตัดหนูก็เลยตัดแล้วลองเรียงกันก่อนค่ะ

#### 4) ชั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากทำกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบรูปหรือรูปคลี่ของลูกบาศก์ ลักษณะเฉพาะของลูกบาศก์ และส่วนประกอบของลูกบาศก์ รวมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น และเชื่อมโยงแนวคิดจากการสรุปของนักเรียนให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

#### แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 สร้างภาพร่าง

##### 1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา

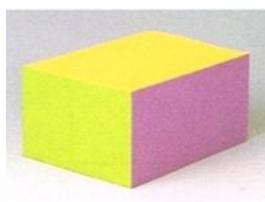
ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการนำกล่องชอล์คให้นักเรียนพิจารณาและสนทนาเกี่ยวกับกล่องนั้น ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจและร่วมกันนำเสนอและอภิปรายแนวคิดดีมาก ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มสามารถบอกลักษณะและส่วนประกอบต่างๆของกล่องชอล์คได้

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : กล่องนี้เรียกกล่องอะไรคะ  
 นักเรียน : กล่องชอล์คครับ/ค่ะ  
 ผู้วิจัย : กล่องชอล์ค เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใดคะ  
 นักเรียน : ปริซึมสี่เหลี่ยมครับ/ค่ะ

เมื่อผู้วิจัยสุ่มนักเรียนออกมาวาดสิ่งที่นักเรียนเห็นบนกระดาษตาราง ผลปรากฏว่านักเรียนสามารถวาดรูปจากสิ่งที่สังเกตเห็นได้ ผู้วิจัยจึงนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งของชั่วโมงนี้ติดบนกระดาน และให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน

สถานการณ์ปัญหา : วาดอย่างไร ให้เห็นทุกส่วน

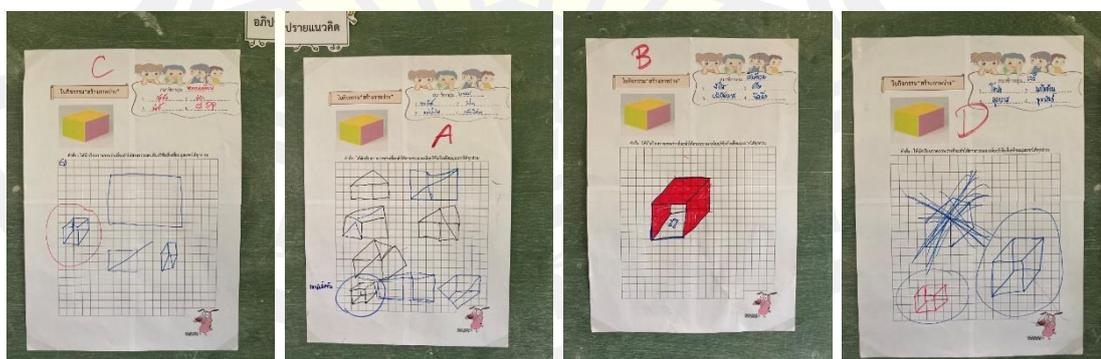


คำสั่ง : ให้นักเรียนวาดภาพร่างที่จะทำให้สามารถมองเห็นปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ทุกส่วน

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และต้องการให้นักเรียนทำอะไร

## 2) ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมค่อนข้างดี มีนักเรียนบางคนพูดคุยกันเสียงดังและหยอกล้อกันบ้างครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจกับกิจกรรมที่กำลังทำอยู่เรื่อยๆ เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนสามารถวาดภาพร่างของกล่องได้ แต่ใช้เวลาค่อนข้างนานและใช้การลองผิดลองถูกหลายครั้งกว่าจะได้รูปที่เป็นภาพร่างที่เห็นทุกส่วน ซึ่งผลงานในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “สร้างภาพร่าง”

จากภาพที่ 11 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ ที่เคยเรียนผ่านมา มาใช้ในการวาดภาพร่างของปริซึมสี่เหลี่ยมได้ตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้

### 3) ขั้นการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการวาดภาพร่างของกล่องได้ค่อนข้างดี เมื่อครูถามเกี่ยวกับผลงานที่นักเรียนทำลงใบงานว่าทำไมถึงมีรูปที่วาดหลายรูป คำตอบคือ นักเรียนใช้การลองผิดลองถูก ลองวาดแล้วไม่เหมือน ก็วาดใหม่

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการในการวาดปริซึมนี้อย่างไรบ้างคะ
- นักเรียน : กลุ่มผมวาดเป็นรูปสี่เหลี่ยมหนึ่งรูปก่อน แล้วขีดเส้นเป็นเฉียงๆ ไปด้วย ด้านหลัง แล้วโยงเส้นที่ปลายเข้าหากันครับ
- นักเรียน : กลุ่มพวกหนูวาดสี่เหลี่ยมสองรูปให้มีส่วนทับกันเล็กน้อยก่อนคะ จากนั้นก็โยงเส้นจากมุมแต่ละมุมเข้าหากันคะ
- นักเรียน : กลุ่มผมลองวาดตั้งหลายครั้งก็ไม่เหมือนเลยครับ ลองผิดลองถูกตั้งหลายครั้งครับ
- นักเรียน : ตอนแรกกลุ่มพวกหนูลองวาดเองแต่ไม่ค่อยเหมือน ก็เลยลอกวิธีการของกลุ่มสี่เหลี่ยมคะ

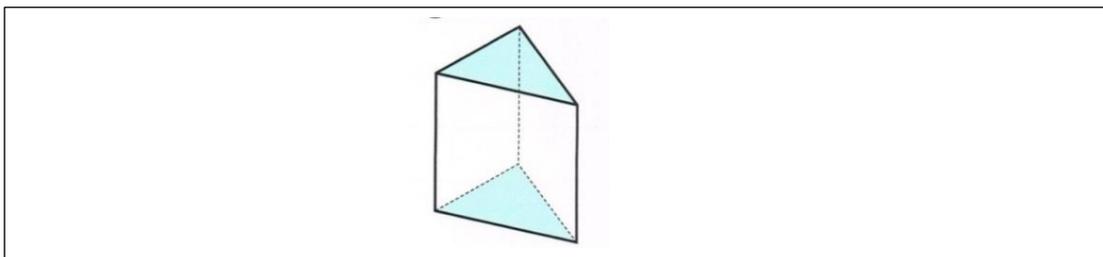
### 4) ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากทำกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับวิธีการวาดภาพร่างของปริซึมสี่เหลี่ยม รวมทั้งอธิบายวิธีการวาดภาพร่างของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติชนิดอื่นๆ เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น และเชื่อมโยงแนวคิดจากการสรุปของนักเรียนให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 มีจำนวนเท่าไร

#### 1) ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการนำภาพแสดงแทนปริซึมสามเหลี่ยมติดบนกระดานแล้วร่วมสนทนาเกี่ยวกับรูปภาพนั้น



ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจและร่วมกันนำเสนอและอภิปรายแนวคิดค่อนข้างดี นักเรียนทุกคนสามารถบอกลักษณะที่เห็นในรูปที่ครูติดบนกระดานได้

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : รูปที่ครูติดบนกระดาน ด้านที่ระบายสีมีลักษณะอย่างไรบ้างคะ
- นักเรียน : เป็นรูปสามเหลี่ยมครับ
- ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ ส่วนที่ระบายสีเป็นรูปสามเหลี่ยม มีสองรูป และมีขนาดเท่ากันนะคะ
- ผู้วิจัย : แล้วด้านที่ไม่ระบายสีมีลักษณะอย่างไรบ้างคะ
- นักเรียน : เป็นรูปสี่เหลี่ยมครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : รูปนี้มีทั้งหมดกี่ด้านคะ
- นักเรียน : สี่ด้านครับ
- นักเรียน : ห้าด้านคะ มีด้านหน้าอีกหนึ่งด้าน
- ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ รูปนี้มีทั้งหมด 5 ด้าน ประกอบด้วยฐานหรือหน้าตัด 2 ด้าน และด้านข้าง 3 ด้าน รวมเป็น 5 ด้านคะ

ผู้วิจัยจึงนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งติดบนกระดานและให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน

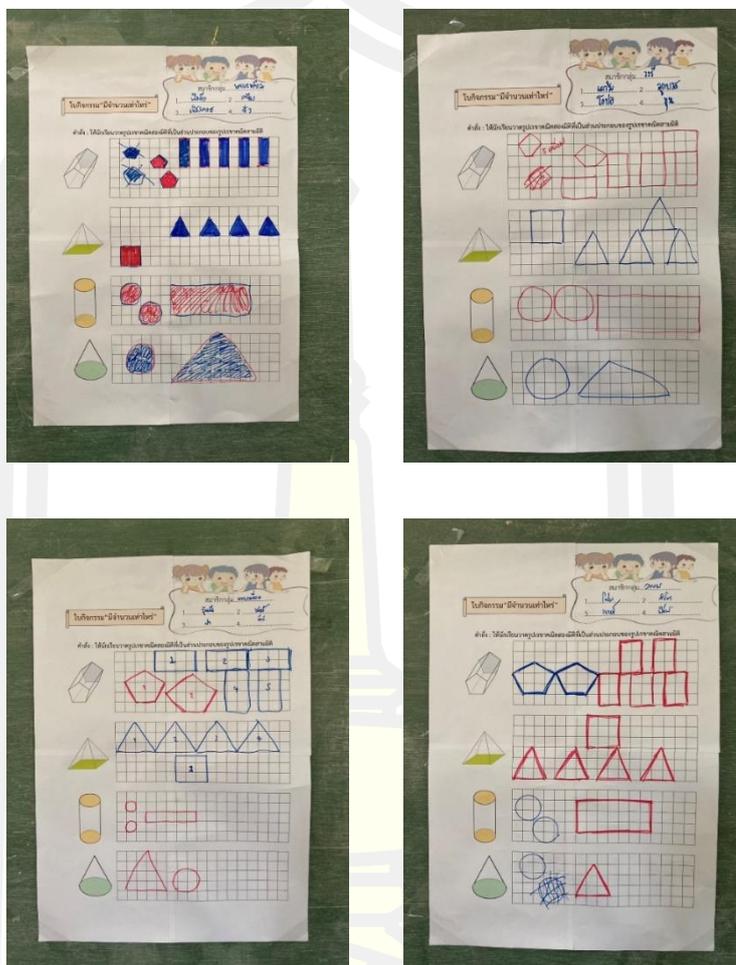
- สถานการณ์ปัญหา : ครูต้องการทราบว่ารูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดจะสามารถแยกส่วนประกอบเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติได้อย่างไรบ้าง
- คำสั่ง : ให้นักเรียนวาดรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และต้องการให้นักเรียนทำอะไร

## 2) ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมค่อนข้างดี มีนักเรียนบางคนพูดคุยกันเสียงดังและหยอกล้อกันบ้างครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจกับกิจกรรมที่กำลังทำ

เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนสามารถวาดรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นส่วนประกอบของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติได้ ซึ่งผลงานในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “มีจำนวนเท่าไร”

จากภาพที่ 12 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ ที่เคยเรียนผ่านมา มาใช้ในการร่วมกันออกแบบและทำใบกิจกรรมตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้

### 3) ขั้นตอนการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการทำใบกิจกรรมได้ในระดับดี นักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มบางคนยังไม่ค่อยกล้าแสดงออก ไม่กล้าพูดนำเสนอเท่าที่ควร ผู้วิจัยต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีความ

กล้ามากยิ่งขึ้น เมื่อผู้วิจัยสุ่มถามนักเรียนในชั้นเรียนเกี่ยวกับผลงานที่เพื่อนแต่ละกลุ่มนำเสนอ ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความร่วมมือในการตอบคำถามดีมาก

#### 4) ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากทำกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับวิธีการวาดส่วนประกอบของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติที่มีในใบกิจกรรม และผู้วิจัยยกตัวอย่างรูปทรงเรขาคณิตชนิดอื่นๆ เพิ่มเติม แล้วให้นักเรียนร่วมกันบอกส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น และเชื่อมโยงแนวคิดจากการสรุปของนักเรียนให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

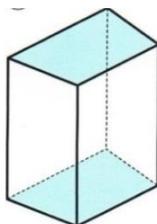
ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : จากกิจกรรมที่เราทำในวันนี้ นักเรียนพอจะตอบได้หรือไม่ว่ารูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดประกอบด้วยรูปสองมิติใดบ้างและมีจำนวนกี่ด้าน นักเรียนลองยกตัวอย่างมากลุ่มละ 1 ชนิด
- นักเรียน : พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม มีฐานเป็นรูปห้าเหลี่ยมหนึ่งด้าน มีด้านข้างเป็นรูปสามเหลี่ยมห้าด้าน มีด้านรวมทั้งหมดหกด้านครับ
- นักเรียน : ปริซึมสามเหลี่ยม มีหน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมสองด้าน มีด้านข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมสามด้าน รวมทั้งหมดมีห้าด้านค่ะ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 ตามหารูปคลี่

#### 1) ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการนำภาพแสดงแทนปริซึมสี่เหลี่ยมติดบนกระดาษ แล้วร่วมสนทนาเกี่ยวกับรูปภาพนั้น



ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจและร่วมกันนำเสนอและอภิปรายแนวคิดค่อนข้างดี เมื่อผู้วิจัยนำรูปเรขาคณิตสองมิติติดบนกระดาษทีละชิ้นแล้วถามนักเรียนว่าจะต้องนำมาเรียงต่อกันอย่างไรถึงจะประกอบกันเป็นปริซึมสี่เหลี่ยมได้ ผลปรากฏว่านักเรียนทุกคนร่วมกันนำเสนอวิธีการที่จะเรียงรูปเรขาคณิตสองมิติให้เป็นปริซึมสี่เหลี่ยมได้ ผู้วิจัยจึงนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งติดบนกระดาษและให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน

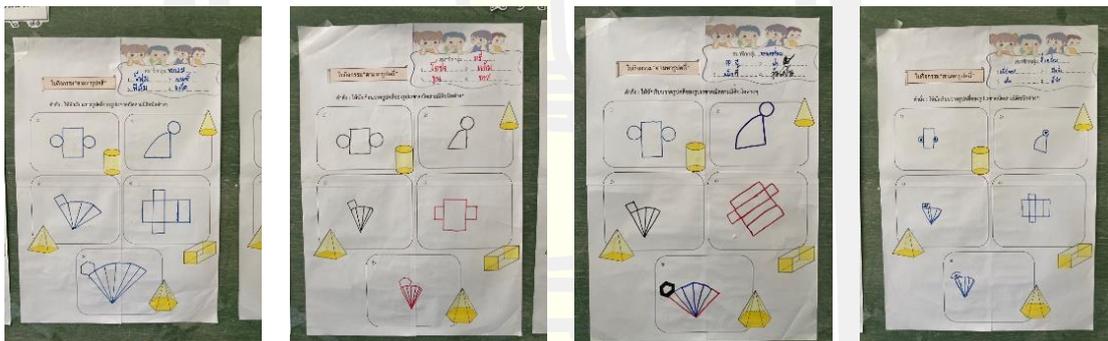
สถานการณ์ปัญหา : ครูต้องการทราบว่ารูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดมีรูปคลี่  
เป็นลักษณะอย่างไรบ้าง

คำสั่ง : ให้นักเรียนวาดรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆ

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และต้องการให้นักเรียนทำอะไร

### 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมค่อนข้างดี มีนักเรียนบางคนพูดคุยกันเสียงดังและหยอกล้อกันบ้างครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจกับกิจกรรมที่กำลังทำ เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนทุกกลุ่มสามารถวาดรูปคลี่ของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติได้ โดยใช้วิธีการตัดแบบจำลองรูปทรงเรขาคณิตสามมิติที่ครูแจกให้ ให้เป็นรูปคลี่ก่อน แล้ววาดรูปให้เหมือนกับที่ตัดได้ลงในใบกิจกรรม ซึ่งผลงานในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “ตามหารูปคลี่”

จากภาพที่ 13 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ ที่เคยเรียนผ่านมา มาใช้ในการออกแบบรูปคลี่ของรูปทรงเรขาคณิตชนิดต่างๆ ตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้

### 3) ขั้นการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการทำใบกิจกรรมได้ในระดับดี นักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มบางคนยังไม่ค่อยกล้าแสดงออก ไม่กล้าพูดนำเสนอเท่าที่ควร ผู้วิจัยต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีความกล้ามากขึ้น เมื่อผู้วิจัยสุ่มถามนักเรียนในชั้นเรียนเกี่ยวกับผลงานที่เพื่อนแต่ละกลุ่มนำเสนอ ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความร่วมมือในการตอบคำถามดีมาก

## ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : กลุ่มวงกลมมีวิธีการวาดรูปคลี่ของทรงกระบอกอย่างไรบ้างคะ
- นักเรียน : ผมวาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าก่อนหนึ่งรูปครับ แล้วก็วาดรูปวงกลมสองรูปไว้ด้านข้างคนละด้านครับ
- ผู้วิจัย : กลุ่มวงรีมีวิธีการวาดรูปคลี่ของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมอย่างไรบ้างคะ
- นักเรียน : ผมวาดฐานก่อนครับ วาดฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมหนึ่งรูป แล้วก็วาดด้านข้างเป็นรูปสามเหลี่ยมออกจากฐานที่ละด้านครับ
- ผู้วิจัย : กลุ่มหลายเหลี่ยมมีวิธีการวาดรูปคลี่ของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมอย่างไรบ้างคะ
- นักเรียน : หนูทำไม่เหมือนกับกลุ่มวงรีนะคะ หนูจะวาดด้านข้างที่เป็นรูปสามเหลี่ยมก่อน วาดต่อกันให้ได้สามเหลี่ยมหกรูปคะ แล้วก็ย่อวาดฐานให้เป็นรูปหกเหลี่ยมหนึ่งรูป
- ผู้วิจัย : กลุ่มสี่เหลี่ยมมีวิธีการวาดรูปคลี่ของปริซึมสี่เหลี่ยมอย่างไรบ้างคะ
- นักเรียน : หนูวาดสี่เหลี่ยมผืนผ้าสี่รูปให้ติดกันก่อน แล้วก็ย่อวาดอีกสองรูปให้อยู่คนละด้านคะ

## 4) ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนและได้ร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทั้ง 4 กิจกรรม ซึ่งนักเรียนทุกคนให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็นและแสดงแนวคิดจากการทำกิจกรรมค่อนข้างดี จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะ ส่วนประกอบ และรูปคลี่ของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆ พร้อมกับเชื่อมโยงแนวคิดจากการอภิปรายของนักเรียนให้สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

## ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : แล้วรูปคลี่หมายถึงอะไรคะ
- นักเรียน : รูปคลี่คือ รูปเรขาคณิตสองมิติหลายๆ รูปมาเรียงต่อกันแล้วประกอบกันให้เป็นรูปทรงได้ครับ
- นักเรียน : รูปคลี่คือรูปที่พับหรือต่อกันให้เป็นรูปสามมิติคะ
- ผู้วิจัย : ใช่แล้วคะ รูปคลี่ คือ รูปเรขาคณิตสองมิติที่สามารถพับหรือประกอบกันให้เป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติได้

เมื่อสิ้นสุดการอภิปราย ผู้วิจัยได้ใช้การถาม-ตอบ เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจหรือข้อสงสัย และนัดหมายนักเรียนให้เตรียมตัวสำหรับการทดสอบเก็บคะแนนครั้งที่ 2 (ทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ)

### ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยได้ดำเนินการสังเกตชั้นเรียนและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5-8 เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยทำการบันทึกข้อมูลในแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนขณะร่วมกิจกรรมในแบบบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยบันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในแบบบันทึกผลหลังการสอน

### ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect)

จากการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของเคมมิสและแมคเทกการ์ท (Kemmis and McTaggart) เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 สามารถสรุปได้ดังนี้

#### 1) การสะท้อนผลของผู้วิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบบันทึกผลหลังการสอนและแบบบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปทรงเรขาคณิตสามมิติมาประยุกต์ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละชั่วโมงได้ นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเองขณะทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนมากขึ้น แต่ยังมีการพูดคุยหยอกล้อกันเสียงดัง ผู้วิจัยต้องคอยกระตุ้นให้มีความสนใจและช่วยเพื่อนในกลุ่มทำใบกิจกรรมให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด ในขั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา นักเรียนให้ความสนใจ ร่วมแสดงความคิดเห็นและแสดงแนวคิดเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆ ตามความเข้าใจของตนเองได้ ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนทุกคนสามารถนำความรู้พื้นฐานเดิมและความรู้จากการทำกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 รวมทั้งประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของตนเองมาใช้ในการอภิปรายในกลุ่ม เพื่อหาแนวคิดที่ถูกต้องของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรม ขั้นการอภิปราย นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของกลุ่มตนเองให้เพื่อนในชั้นเรียนเข้าใจได้และยังสามารถให้เหตุผลเพื่อยืนยันแนวคิดของตนเองเมื่อเพื่อนในชั้นเรียนมีประเด็นที่สงสัย ขั้นการสรุป นักเรียนทุกคนสามารถสรุปแนวคิดที่ได้จากการอภิปรายร่วมกัน จนเกิดเป็นองค์ความรู้หรือแนวคิดที่ถูกต้องได้

## 2) การสะท้อนผลของผู้ร่วมวิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและแบบบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่า ในขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหานักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรมค่อนข้างดี นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น กล้านำเสนอแนวคิดมากยิ่งขึ้น ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนทุกกลุ่มร่วมมือกันแสดงแนวคิดและอภิปรายแนวคิดกันภายในกลุ่มแล้วสรุปลงในใบกิจกรรมดีมาก นักเรียนที่เก่งจะมีบทบาทในการแสดงแนวคิดมากกว่านักเรียนที่เรียนอ่อน ส่งผลในเวลาสรุปแนวคิดลงในใบกิจกรรมจะใช้แนวคิดของนักเรียนที่เก่งและปานกลางมากกว่าแนวคิดของนักเรียนที่เรียนอ่อน ในขั้นการอภิปราย หลังจากที่นักเรียนได้รับทราบข้อตกลงเกี่ยวกับการเลือกตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนแล้ว ผลปรากฏว่านักเรียนทุกคนเริ่มในความสำเร็จและให้ความสนใจในการเตรียมตัวเพื่อที่จะออกมานำเสนอผลงานและตอบคำถามของเพื่อนในชั้นเรียนมากยิ่งขึ้น นักเรียนที่เก่งจะคอยอธิบายแนวคิดของกลุ่มให้เพื่อนที่เรียนอ่อนฟังก่อน เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนที่จะออกไปนำเสนอผลงาน ซึ่งการทำข้อตกลงระหว่างนักเรียนและผู้วิจัยเกี่ยวกับการอภิปรายในแต่ละชั่วโมง ถือเป็น การแก้ปัญหาและพัฒนาให้นักเรียนใหม่มีความกล้าแสดงออกทั้งด้านพฤติกรรมและความคิดได้ดีพอสมควร แต่จะมีนักเรียนบางคนที่พูดคุยกันเสียงดังรบกวนเพื่อน ไม่ตั้งใจฟังในสิ่งที่เพื่อนกำลังนำเสนอ ผู้วิจัยก็สามารถควบคุมชั้นเรียนได้ดีและมีการสอดแทรกแนวคิดในการทำงานเป็นทีมและการอยู่ร่วมในสังคมให้นักเรียนคิดตามและนำไปปฏิบัติ

ในขั้นการสรุป นักเรียนทุกคนสามารถสรุปแนวคิดที่ได้จากการอภิปรายร่วมกัน จนเกิดเป็นองค์ความรู้หรือแนวคิดที่ถูกต้องได้ และผลจากการสัมภาษณ์ผู้ร่วมวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่าผู้ร่วมวิจัยเห็นว่าผู้วิจัยยังมีความกังวลกับเวลาในแต่ละขั้นตอนของการสอนมากเกินไป จนบางครั้งเป็นการเร่งรัดให้นักเรียนรีบทำใบกิจกรรมให้เสร็จภายในเวลาที่ครูกำหนด ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนทำได้ค่อนข้างดี สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ดีมาก สถานการณ์ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่ค่อนข้างใกล้ตัวนักเรียน และผู้วิจัยยังสามารถเลือกใช้สื่อการสอนที่อยู่ใกล้ตัวที่นักเรียนเคยพบเห็นมาใช้ประกอบการสอนได้ดีมาก ในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยมีการเดินสำรวจและสังเกตแนวคิดของนักเรียนทุกกลุ่มดีมาก ในขั้นการอภิปรายและสรุป ผู้วิจัยยังพูดเร็วและออกเสียงไม่ค่อยชัดเจนในบางคำ ควรปรับการพูดให้ช้าลงและมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น และอยากรแนะนำผู้วิจัยเกี่ยวกับการใช้กระดานในขั้นการอภิปรายและสรุป ผู้วิจัยควรเขียนแนวคิดหรือคำตอบจากการสนทนาถาม-ตอบ ของนักเรียนไว้บนกระดานด้วย อาจจะใช้พื้นที่ด้านล่างผลงานหรือพื้นที่ว่างบนกระดาน เพื่อที่จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในขั้นสรุปเพื่อให้เกิดแนวคิดที่ถูกต้องและเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

## 3) ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและสะท้อนผลของผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่าปัญหาที่ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยได้รวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ หาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข และนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 3 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ปัญหาระหว่างการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และแนวทางแก้ไข

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
<p><b>ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา</b></p> <p>1. ผู้วิจัยยังคงมีความกังวลกับขั้นตอนของการสอน</p>	<p>1. ผู้วิจัยต้องใช้เวลาในการเตรียมความพร้อมสำหรับการสอนในแต่ละกิจกรรมมากยิ่งขึ้น</p>
<p><b>ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง</b></p> <p>2. ผู้วิจัยเร่งรัดให้นักเรียนทำใบกิจกรรมจนเกินไป อาจเนื่องมาจากกลัวนักเรียนทำกิจกรรมไม่ทันเวลาตามที่กำหนดในแผนการจัดการจัดการเรียนรู้</p>	<p>2. ผู้วิจัยต้องวางแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ให้เวลาในแต่ละขั้นตอนของการจัดการจัดการมีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น</p>
<p><b>ขั้นการอภิปราย</b></p> <p>3. นักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนบางคนยังมีความเขินอาย ไม่กล้าแสดงออก ไม่ค่อยกล้าพูดนำเสนอเท่าที่ควร การตอบคำถามหรือร่วมอภิปรายแนวคิดยังถือน้อย อาจเป็นเพราะนักเรียนยังกลัวว่าคำตอบจะผิด</p> <p>4. ผู้วิจัยไม่เขียนแนวคิดของนักเรียนจากการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนและคำตอบที่ได้จากการร่วมกันอภิปราย</p>	<p>3. ผู้วิจัยควรกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนกล้าพูด กล้าแสดงความคิดเห็น กล้านำเสนอแนวคิด กล้าอภิปรายแนวคิดร่วมกันมากยิ่งขึ้น</p> <p>4. ผู้วิจัยควรศึกษาการใช้กระดานตามวิธีการของการสอนแบบเปิดเพิ่มเติม และควรมีการเขียนแนวคิดของนักเรียนขณะนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนรวมทั้งการอภิปรายแนวคิดหรือการถาม-ตอบ</p>
<p><b>ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด</b></p> <p>5. ผู้วิจัยเร่งเวลาในการสรุปมากเกินไป ยังพูดเร็วและออกเสียงไม่ค่อยชัดเจน</p>	<p>5. ผู้วิจัยควรปรับการพูดให้ช้าลงและออกเสียงให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น</p>

## 2. ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ทักษะ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ประกอบด้วยทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1) การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5-8 พบว่านักเรียนสามารถสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ สังเกตได้จากการทำกิจกรรมกลุ่มที่นักเรียนร่วมกันแสดงแนวคิดและอภิปรายแนวคิดในการทำกิจกรรม รวมทั้งการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน การอภิปรายในชั้นเรียนที่นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิด อธิบายแนวคิดทั้งของตนเองและของกลุ่มให้เพื่อนในชั้นเรียนเข้าใจได้

### 2) การเชื่อมโยง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5-8 พบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวความรู้จากที่เคยเรียนมา รวมทั้งเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวันมาประยุกต์ใช้ในการทำใบกิจกรรมและสร้างชิ้นงานได้

### 3) การให้เหตุผล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5-8 พบว่านักเรียนสามารถเขียนแสดงแนวคิดและอธิบายเหตุผลประกอบการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมได้ รวมทั้งสามารถตอบคำถามพร้อมอธิบายข้อสงสัยของเพื่อนในชั้นเรียนได้

### 4) การคิดสร้างสรรค์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5-8 พบว่านักเรียนสามารถนำความรู้จากที่เคยเรียนมา รวมทั้งนำความรู้จากประสบการณ์หรือสิ่งที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวันมาประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงานตามสถานปัญหาและคำสั่งได้

## 3. ผลการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ 3 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## 1) มีวินัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5-8 พบว่านักเรียนสามารถปฏิบัติตนตามข้อตกลงในชั้นเรียน ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น ตรงต่อเวลา ในการปฏิบัติกิจกรรมและรับผิดชอบในการทำงานได้ในระดับดี แต่ยังมีการพูดคุยหยอกล้อกันเสียงดัง บ้างเล็กน้อย

## 2) ใฝ่เรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5-8 พบว่านักเรียนสามารถเข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน ตั้งใจทำกิจกรรมในทุกๆ ขั้นตอน เอาใจใส่ในการเรียน และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

## 3) มุ่งมั่นในการทำงาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5-8 พบว่านักเรียนมีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติกิจกรรมและทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นภายในเวลาที่กำหนด

## ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ (20 คะแนน) ซึ่งมีผลการทดสอบดังตารางที่ 23

## ตารางที่ 23 ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2

จำนวนนักเรียนทั้งหมด	คะแนน			คะแนนเฉลี่ย		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์		
	เต็ม	ผ่านเกณฑ์	สูงสุด	ต่ำสุด	คะแนน		ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
16	20	14	18	6	14.56	72.81	3.52	10	62.50

จากตารางที่ 23 พบว่า ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 16 คน คะแนนเต็ม 20 คะแนน คะแนนผ่านเกณฑ์ 14 คะแนน มีนักเรียนที่ทำแบบทดสอบได้คะแนนสูงสุด 18 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 6 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 14.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.81 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.52 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 10 คน คิดเป็นร้อยละ

62.50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด (ภาคผนวก ค หน้า 231) เนื่องจากในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์และพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปพร้อมกัน จากผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังตารางข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งถือว่าบรรลุความมุ่งหมายของการวิจัยแล้ว แต่เนื่องจากผู้วิจัยต้องการที่จะพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งต้องการที่จะพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นและสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยจึงนำข้อมูล ทั้งที่เป็นข้อดีและข้อที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ที่พบระหว่างการดำเนินกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาวิเคราะห์และวางแผนการดำเนินกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

### ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของเคมมิสและแมคเทกการ์ท (Kemmis and McTaggart) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แล้วทำการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9-12 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 1. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3

##### ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan)

การดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้นำข้อค้นพบในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาวิเคราะห์เพื่อค้นหาจุดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขและจุดที่ต้องพัฒนาเพิ่มเติม ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จะเป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยเริ่มจากการใช้รูปภาพเป็นสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์และแก้ปัญหาจากข้อมูลที่มีในรูปภาพ ผู้วิจัยจึงนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 4 แผน แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาร่วมกันพิจารณาและวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับผู้ร่วมวิจัย รวมทั้งสร้างแบบบันทึกคะแนน และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนขณะทำกิจกรรมกลุ่มและขณะนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

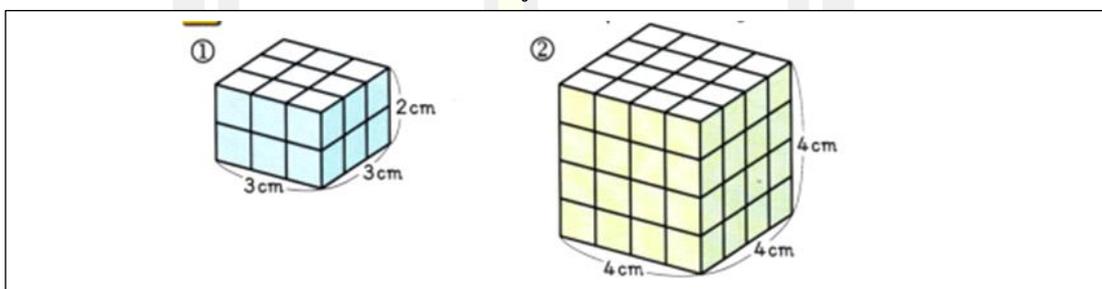
## ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 9-12 โดยมีผลการปฏิบัติในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด ดังนี้

### แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 หาปริมาตรได้อย่างไร

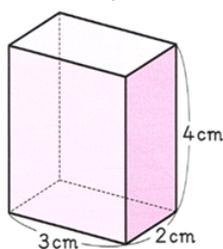
#### 1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการนำรูปภาพแสดงความสัมพันธ์ของการหาปริมาตรติดบนกระดานและสนทนาเกี่ยวกับรูปภาพนั้น



ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจและร่วมกันนำเสนอแนวคิดค่อนข้างดี ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มสามารถบอกจำนวนลูกบาศก์ที่แสดงในแต่ละรูปได้โดยใช้การนับช่องที่มองเห็นด้านหน้าและด้านบนของรูป บอกความสัมพันธ์ของจำนวนด้านที่ปรากฏให้เห็นกับการหาปริมาตรของรูปภาพได้ ผู้วิจัยจึงนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งของชั่วโมงนี้ติดบนกระดานและให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน

สถานการณ์ปัญหา : ช่วยกันคิดเกี่ยวกับวิธีการเพื่อหาปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก



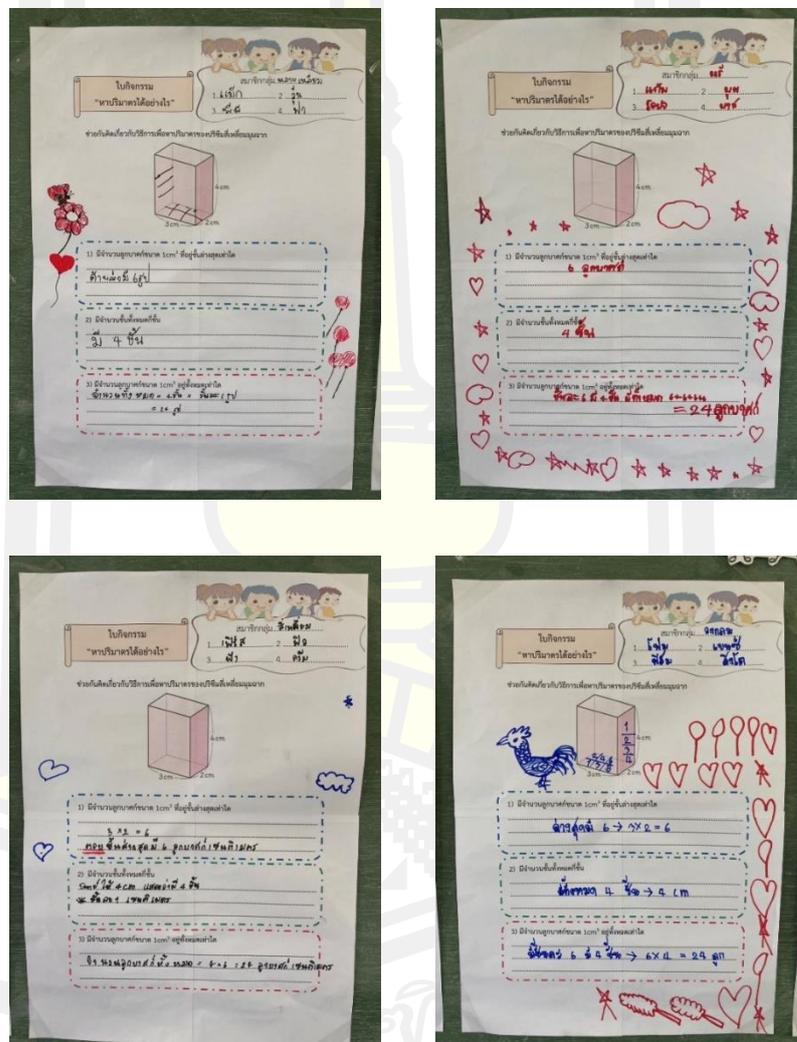
คำสั่ง :

- 1) มีจำนวนลูกบาศก์ขนาด  $1\text{cm}^3$  ที่อยู่ชั้นล่างสุดเท่าใด
- 2) มีจำนวนชั้นทั้งหมดกี่ชั้น
- 3) มีจำนวนลูกบาศก์ขนาด  $1\text{cm}^3$  อยู่ทั้งหมดเท่าใด

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และต้องการให้นักเรียนทำอะไร

## 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมค่อนข้างดี มีนักเรียนบางคนพูดคุยกันเสียงดังและหยอกล้อกันบ้างครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจกับกิจกรรมที่กำลังทำ เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนสามารถหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้โดยการพิจารณาจากจำนวนที่ปรากฏในรูปภาพ บางกลุ่มใช้การวาดส่วนของเส้นตรงเพิ่มเติม เพื่อแสดงให้เห็นจำนวนชั้นของลูกบาศก์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งผลงานในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “หาปริมาตรได้อย่างไร”

จากภาพที่ 14 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดจากการร่วมกันอภิปรายในขั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา มาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมได้ และนักเรียนสามารถเขียนอธิบายและให้เหตุผลตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้ค่อนข้างดี

### 3) ขั้นการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการทำใบกิจกรรมได้ในระดับดี นักเรียนที่เป็นตัวแทนนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่มสามารถอธิบายเหตุผล ตอบข้อสงสัยของเพื่อนในชั้นเรียนได้ค่อนข้างดี นักเรียนในชั้นเรียนกล้าพูดนำเสนอ กล้าที่จะถามข้อสงสัยของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น จนเกิดการสนทนากลุ่ม-ตอบ ในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจในหลายๆ ประเด็น ทำให้การนำเสนอหน้าชั้นเรียนและการอภิปรายในชั่วโมงนี้สนุกและได้แนวคิดที่หลากหลายมากขึ้น

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการหาปริมาตรในใบกิจกรรมอย่างไรคะ  
 นักเรียน : หาข้างล่างสุดก่อนครับ หาได้ 6 รูปครับ แล้วก็คูณจำนวนชั้นครับ แล้วก็เอามาคูณกันครับ จะได้จำนวนทั้งหมดครับ  
 นักเรียน : เอาตัวเลขที่อยู่ด้านล่างมาคูณกันก่อนคะ ได้ 6 ค่ะ แล้วก็เอาไปคูณกับจำนวนชั้นคะ จะได้ทั้งหมดเป็น 24 รูปคะ

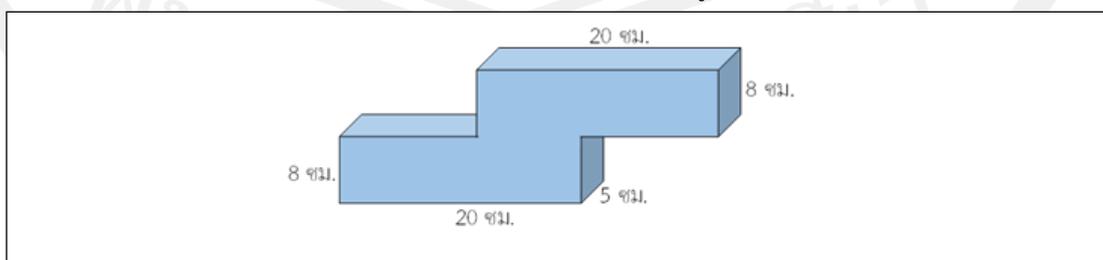
### 4) ขั้นการสรุปทบทวนโดยเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากทำกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก รวมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นว่า เมื่อรู้ความกว้าง ความยาว และความสูงของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ แล้ว จะสามารถหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากนั้นได้จาก ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง และเชื่อมโยงแนวคิดจากการสรุปให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10 มีปริมาตรเท่าใด

#### 1) ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการนำรูปภาพแสดงแทนรูปเรขาคณิตสามมิติติดบนกระดาน และร่วมสนทนาเกี่ยวกับการหาปริมาตรของรูปภาพนั้น



ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจและร่วมกันนำเสนอแนวคิดในการหาปริมาตรของรูปที่อยู่บนกระดานค่อนข้างดี บางคนบอกให้นำจำนวนคูณกันทั้งหมด บางคนบอกให้แยกรูปเป็นสองส่วน บางคนบอกให้แยกรูปเป็นสามส่วน เมื่อนักเรียนได้ข้อสรุปจากการสนทนาถาม-ตอบ ผู้วิจัยจึงนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งติดบนกระดานและให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน

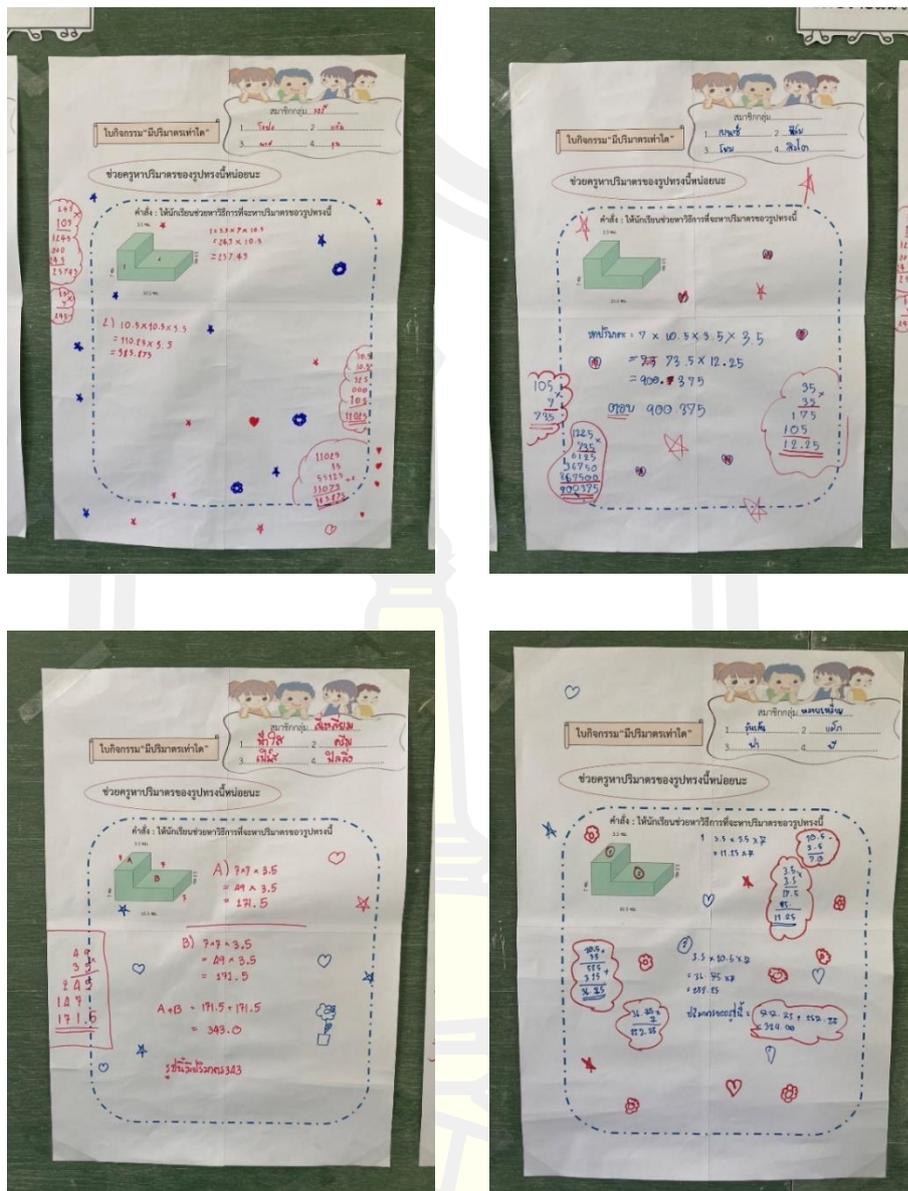
สถานการณ์ปัญหา : ช่วยครูหาปริมาตรของรูปทรงนี้หน่อยนะ

คำสั่ง : ให้นักเรียนช่วยหาวิธีการที่จะหาปริมาตรของรูปทรงนี้

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และต้องการให้นักเรียนทำอะไร

## 2) ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมค่อนข้างดี มีนักเรียนบางคนพูดคุยกันเสียงดังและหยอกล้อกันบ้างครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจกับกิจกรรมที่กำลังทำ เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมได้โดยนำแนวคิดที่ได้จากชั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหามาใช้ในกระบวนการหาคำตอบ คือมองรูปในสถานการณ์ปัญหาให้เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากสองรูป จากนั้นก็คำนวณหาปริมาตรของแต่ละรูปแล้วนำผลลัพธ์มารวมกัน แต่ในระหว่างที่นักเรียนกำลังช่วยกันทำกิจกรรมอยู่นั้น มีประเด็นที่นักเรียนไม่มั่นใจในการคำนวณเพื่อหาคำตอบคือการคำนวณเกี่ยวจำนวนที่เป็นทศนิยม ผู้วิจัยจึงแนะนำแนวทาง อธิบายและยกตัวอย่างการคูณจำนวนที่เป็นทศนิยมให้นักเรียนทุกกลุ่มมีความเข้าใจที่ตรงกันก่อน จึงทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความมั่นใจในการคำนวณเพิ่มขึ้น จนสามารถเขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมได้จนสำเร็จ ซึ่งผลงานในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “มีปริมาตรเท่าใด”

จากภาพที่ 15 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดจากการทำกิจกรรมในช่วงเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งแนวคิดจากการร่วมกันอภิปรายในชั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา มาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมได้ และนักเรียนสามารถเขียนอธิบายและให้เหตุผลตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้ค่อนข้างดี

3) ชั้นการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการทำใบกิจกรรมได้ในระดับดี นักเรียนที่เป็นตัวแทนนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่มสามารถอธิบายเหตุผล ตอบข้อสงสัยของเพื่อนในชั้นเรียนได้ค่อนข้างดี

นักเรียนในชั้นเรียนกล้าพูดนำเสนอ กล้าที่จะถามข้อสงสัยของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น จนเกิดการสนทนาถาม-ตอบ ในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจ คือ การคูณจำนวนที่เป็นทศนิยม อาจเนื่องมาจากหน่วยการเรียนรู้เรื่องทศนิยม เป็นหน่วยการเรียนรู้ที่เรียนแล้วในภาคเรียนที่ 1 จึงอาจจะทำให้นักเรียนลืมหลักการในการดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนที่เป็นทศนิยมได้ ผู้วิจัยจึงอธิบายเพิ่มเติม ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น ทำให้การนำเสนอหน้าชั้นเรียนและการอภิปรายในช่วงนี้สนุก และได้แนวคิดที่หลากหลายมากขึ้น

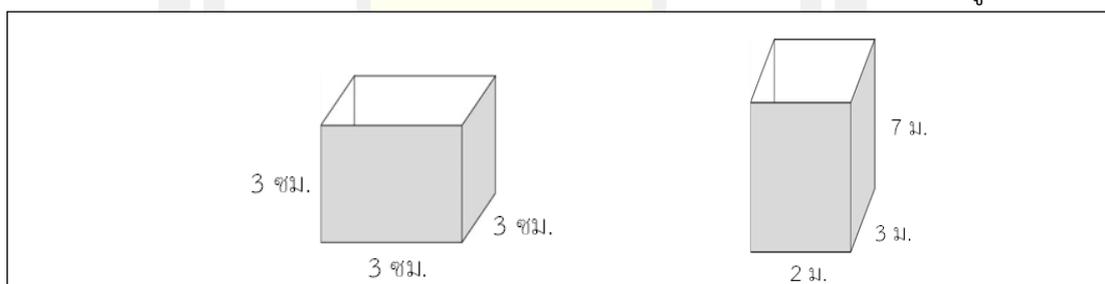
#### 4) ขั้นการสรุปทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ จากทำกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก รวมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นว่า เมื่อรู้ความกว้าง ความยาว และความสูงของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ แล้ว จะสามารถหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากนั้นได้จาก ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง และเชื่อมโยงแนวคิดจากการสรุปให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

#### แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 11 ขึ้นใหม่ได้เยอะ

##### 1) ขึ้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการนำรูปภาพแสดงแทนรูปเรขาคณิตสามมิติติดบนกระดาน และร่วมสนทนาเกี่ยวกับการหาปริมาตรและเปรียบเทียบปริมาตรของรูปภาพนั้น



ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจและร่วมกันนำเสนอแนวคิดในการหาปริมาตรของรูปที่อยู่บนกระดานค่อนข้างดี

ตัวอย่างบทสนทนา

ผู้วิจัย : ภาพที่ครูติดบนกระดานนักเรียนลองทายซิว่า รูปไหนจะมีปริมาตรมากกว่ากัน

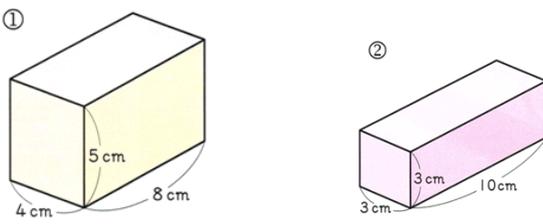
นักเรียน : หนูว่ารูปแรกค่ะ เพราะดูจากรูปมันใหญ่กว่า

นักเรียน : หนูก็เดาว่ารูปแรกค่ะ

นักเรียน : พวกผม เดาว่ารูปที่สองครับ มันสูงกว่ารูปแรก

ผู้วิจัยจึงนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งติดบนกระดานและให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน

สถานการณ์ปัญหา : ครูซื้อขนมปังมาสองชิ้น ช่วยครูกัดหน้าหน่อยว่า  
ชิ้นไหนได้เยอะกว่า

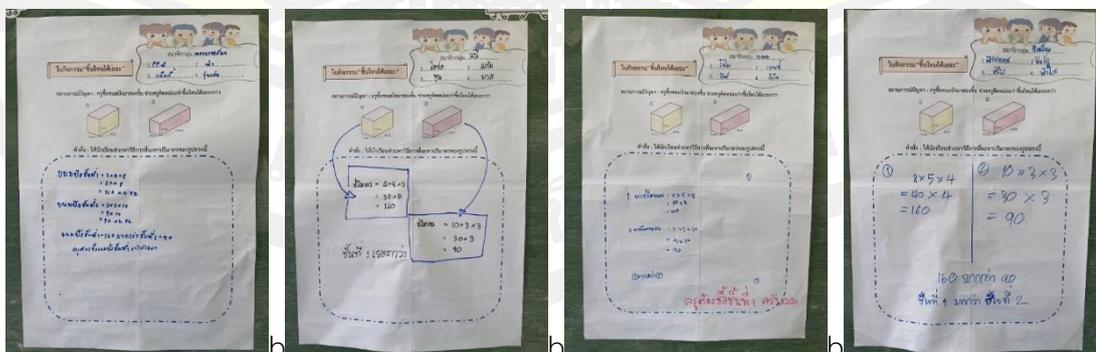


คำสั่ง : ให้นักเรียนช่วยหาวิธีการที่จะหาปริมาตรของรูปทรงนี้

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และต้องการให้นักเรียนทำอะไร

## 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมค่อนข้างดี มีนักเรียนบางคนพูดคุยกันเสียงดังและหยอกล้อกันบ้างครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจกับกิจกรรมที่กำลังทำ เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมได้ค่อนข้างดี มีบางกลุ่มที่สนทนาและมีการทายกันก่อนว่ารูปไหนมีปริมาตรเยอะกว่ากัน ก่อนที่จะทำการคิดคำนวณเพื่อหาปริมาตร เป็นการสร้างความสนใจ ทำให้นักเรียนสนุก ตื่นเต้น ว่ารูปที่ตัวเองเลือกจะมากกว่าหรือน้อยกว่า โดยในการคำนวณเพื่อหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากในสถานการณ์ปัญหานักเรียนทุกกลุ่มสามารถเชื่อมโยงแนวคิดที่ได้จากกิจกรรมที่ร่วมกันทำในช่วงที่ผ่านมา มาใช้ในแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาได้ ซึ่งผลงานในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “ชิ้นไหนได้เยอะ”

จากภาพที่ 16 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดจากการทำกิจกรรมในช่วงเวลาที่ผ่านมา รวมทั้งแนวคิดจากการร่วมกันอภิปรายในชั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา มาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมได้ และนักเรียนสามารถเขียนอธิบายและให้เหตุผลตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้ค่อนข้างดี

### 3) ชั้นการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการทำใบกิจกรรมได้ในระดับดี นักเรียนที่เป็นตัวแทนนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่มสามารถอธิบายเหตุผล ตอบข้อสงสัยของเพื่อนในชั้นเรียนได้ค่อนข้างดี นักเรียนในชั้นเรียนกล้าพูดนำเสนอ กล้าที่จะถามข้อสงสัยของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ทำให้การนำเสนอหน้าชั้นเรียนและการอภิปรายในช่วงนี้สนุกและได้แนวคิดที่หลากหลายมากขึ้น

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : ก่อนทำการคำนวณหาปริมาตร นักเรียนทายว่าขนมปังขึ้นไหนได้  
เยอะคะ
- นักเรียน : ตอนแรกผมทายว่าขึ้นที่สองได้เยอะกว่าครับ เพราะในรูปยาวมากกว่า พอลองหาปริมาตรทั้งสองขึ้นแล้ว ขึ้นที่หนึ่งได้เยอะกว่าครับ
- นักเรียน : ตอนแรกกลุ่มพวกผมทายว่าขึ้นสี่ชมพูได้เยอะกว่าครับ แต่ตอบผิด
- นักเรียน : ตอนแรกหนูทายว่าขึ้นสี่เหลืองได้เยอะคะ เพราะดูจากรูปแล้วสี่เหลืองใหญ่กว่าสี่ชมพูคะ

### 4) ชั้นการสรุปทบทวนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากทำกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก รวมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นว่า เมื่อรู้ความกว้าง ความยาว และความสูงของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ แล้ว จะสามารถหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากนั้นได้จาก ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง และเชื่อมโยงแนวคิดจากการสรุปให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ตัวอย่างบทสนทนา

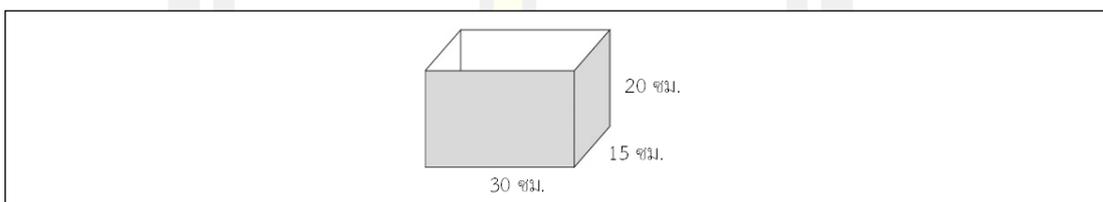
- ผู้วิจัย : จากใบกิจกรรมที่นักเรียนทุกกลุ่มทำ เราสามารถร่วมกันพิจารณาและสรุปวิธีการหาปริมาตรกันอีกรอบนะคะ
- ผู้วิจัย : ลองตอบพร้อมกันด้วยซิว่า ครูควรซื้อขนมปังขึ้นไหนคะ

- นักเรียน : ชั้นที่หนึ่งครับ/ค่ะ  
 ผู้วิจัย : สูตรการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากคืออะไรคะ  
 นักเรียน : ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง ครับ/ค่ะ  
 ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ เราจะหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ ได้จาก  
 ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 12 เท่ากันหรือไม่

1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการนำรูปภาพแสดงแทนรูปเรขาคณิตสามมิติติดบนกระดาน และร่วมสนทนาเกี่ยวกับการหาปริมาตรและเปรียบเทียบปริมาตรของรูปภาพนั้น



รวมทั้งร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาในตู้กระจก ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจและร่วมกันนำเสนอแนวคิดในการหาปริมาตรของรูปที่อยู่บนกระดานค่อนข้างดี

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : ภาพที่ครูติดบนกระดาน นักเรียนลองคำนวณหาปริมาตรดูซิคะ  
 นักเรียน : ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง เท่ากับ 9,000 ครับ/ค่ะ  
 ผู้วิจัย : นักเรียนเคยเลี้ยงปลาในอ่างหรือในตู้กระจกหรือไม่คะ  
 นักเรียน : ผมเคยเลี้ยงปลากัดในขวดแก้วครับ  
 นักเรียน : ที่บ้านหนูมีตู้ปลาที่เป็นกระจกค่ะ แต่ตอนนี้ปลาตายหมดแล้ว

ผู้วิจัยจึงนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งติดบนกระดานและให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน

สถานการณ์ปัญหา : ต้องการเทน้ำจากถัง A ลงในอ่างปลา (ถัง B) ช่วยครูกำลังช่วยคิดหน่อยว่าจะสามารถเทน้ำได้พอดีหรือไม่

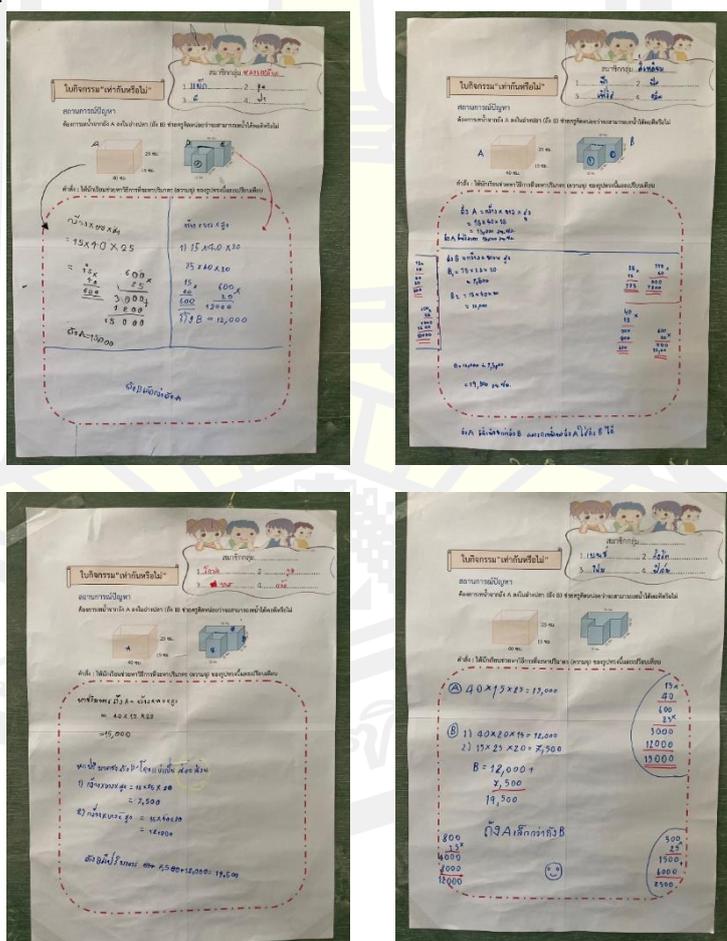


คำสั่ง : ให้นักเรียนช่วยหาวิธีการที่จะหาปริมาตร (ความจุ) ของรูปทรงนี้และเปรียบเทียบ

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และต้องการให้นักเรียนทำอะไร

2) **ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง**

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมค่อนข้างดี มีนักเรียนบางคนพูดคุยกันเสียงดังและหยอกล้อกันบ้างครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจกับกิจกรรมที่กำลังทำ เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมโดยนำแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการหาปริมาตรและสูตรการหาปริมาตรที่ได้จากการทำกิจกรรมในช่วงที่ผ่านมา มาใช้ในการแก้ปัญหาหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ และมีบางกลุ่มที่สนทนาและมีการทายกันก่อนว่าสองรูปที่ให้หามีปริมาตรเท่ากันหรือไม่ ก่อนที่จะทำการคิดคำนวณเพื่อหาปริมาตร เป็นการสร้างความสนใจ ทำให้นักเรียนสนุก ตื่นเต้น ว่ารูปที่ตัวเองเลือกจะมากกว่าหรือน้อยกว่าซึ่งผลงานในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “เท่ากันหรือไม่”

จากภาพที่ 17 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดจากการทำกิจกรรมในช่วงที่ผ่านมารวมทั้งแนวคิดจากการร่วมกันอภิปรายในชั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา มาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมได้ และนักเรียนสามารถเขียนอธิบายและให้เหตุผลตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้ค่อนข้างดี

### 3) ชั้นการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการทำใบกิจกรรมได้ในระดับดี นักเรียนที่เป็นตัวแทนนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่มสามารถอธิบายเหตุผล ตอบข้อสงสัยของเพื่อนในชั้นเรียนได้ค่อนข้างดี นักเรียนในชั้นเรียนกล้าพูดนำเสนอ กล้าที่จะถามข้อสงสัยของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ทำให้การนำเสนอหน้าชั้นเรียนและการอภิปรายในช่วงนี้สนุกและได้แนวคิดที่หลากหลายมากขึ้น

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการหาปริมาตรในใบกิจกรรมอย่างไรคะ  
 นักเรียน : ทารูป A ก่อนแล้วค่อยหารูป B แล้วเปรียบเทียบกันครับ  
 ผู้วิจัย : รูป B มีวิธีการหาปริมาตรอย่างไรคะ  
 นักเรียน : แบ่งเป็น 2 รูปครับ แล้วหาที่ละรูปสุดท้ายเอามาบวกกันครับ  
 ผู้วิจัย : กลุ่มพวกเรามีวิธีการหาปริมาตรในใบกิจกรรมอย่างไรคะ  
 นักเรียน : ทารูป A แล้วค่อยหารูป B ค่ะ แต่กลุ่มพวกหนูหารูป B ไม่ครบ  
 คำตอบก็เลยไม่ถูกค่ะ

### 4) ชั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากทำกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก รวมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นว่า เมื่อรู้ความกว้าง ความยาว และความสูงของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ แล้วจะสามารถหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากนั้นได้จาก ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง และเชื่อมโยงแนวคิดจากการสรุปให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : จากใบกิจกรรมที่นักเรียนทุกกลุ่มทำ เรามาร่วมกันพิจารณาและสรุปวิธีการหาปริมาตรกันอีกรอบนะคะ  
 ผู้วิจัย : สรุปแล้วถึงไหนใส่น้ำได้มากกว่ากันคะ  
 นักเรียน : ถึง B ครับ/ค่ะ

- ผู้วิจัย : นักเรียนจะสามารถเพน้าในถัง A ใส่ใน ถัง B ได้พอดีหรือไม่คะ
- นักเรียน : เทใส่ได้ครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : ใส่ได้หมดหรือไม่หมดคะ
- นักเรียน : เทได้หมดถึงเลยครับ/ค่ะ แล้วยังน้ำก็ไม่เต็มถึง B ด้วยครับ/ค่ะ เพราะถัง B ใส่น้ำได้มากกว่าถัง A
- ผู้วิจัย : ลองบอกสูตรการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากต่างๆ ให้ฉันใจหน่อยสิคะ
- นักเรียน : ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง ครับ/ค่ะ

เมื่อสิ้นสุดการอภิปราย ผู้วิจัยได้ใช้การถาม-ตอบ เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ยังไม่เข้าใจหรือข้อสงสัย และนัดหมายนักเรียนให้เตรียมตัวสำหรับการทดสอบเก็บคะแนนครั้งที่ 3 (ทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ)

### ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยได้ดำเนินการสังเกตชั้นเรียนและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9-12 เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยทำการบันทึกข้อมูลในแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนขณะร่วมกิจกรรมในแบบบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยบันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในแบบบันทึกหลังการสอน

### ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect)

จากการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของเคมมิสและแมคเทกการ์ท (Kemmis and McTaggart) เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 สามารถสรุปได้ดังนี้

#### 1) การสะท้อนผลของผู้วิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบบันทึกหลังการสอนและแบบบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปทรงเรขาคณิตสามมิติมาประยุกต์ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละชั่วโมงได้ นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเองขณะทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนมากขึ้น แต่ยังมีการพูดคุยหยอกล้อกันเสียงดัง ผู้วิจัยต้องคอยกระตุ้นให้มีความสนใจและช่วยเพื่อนในกลุ่มทำใบกิจกรรมให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด ในขั้น

นำเสนอสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้จากการสังเกตข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหา ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองนักเรียนเก่งยังคงมีบทบาทในการแสดงแนวคิดหรือแสดงวิธีการแก้ปัญหามากกว่านักเรียนอ่อน ชั้นการอภิปรายนักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มกล้าพูดนำเสนอแนวคิดหรืออภิปรายแนวคิดมากขึ้น กล้าตอบคำถามหรือซักถามข้อสงสัยมากขึ้น ชั้นการสรุปนักเรียนทุกคนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมแล้วสรุปเป็นแนวคิดและวิธีการในการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ แต่ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประเด็นที่นักเรียนไม่มั่นใจในการคิดคำนวณ คือ การคูณจำนวนที่เป็นทศนิยม ผู้วิจัยจึงอธิบายหลักการและวิธีการในการดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนที่เป็นทศนิยมเพิ่มเติม เพื่อเป็นการทบทวนและทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่อีกครั้ง จากปัญหาที่พบจึงเป็นเป้าหมายใหม่ที่ผู้วิจัยจะต้องวางแผน และดำเนินการสอนเสริมให้กับนักเรียนเพิ่มเติม

## 2) การสะท้อนผลของผู้ร่วมวิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและแบบบันทึก

คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรมค่อนข้างดี ในขณะที่ทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนทุกกลุ่มร่วมมือกันแสดงแนวคิดและอภิปรายแนวคิดกันภายในกลุ่มแล้วสรุปลงในใบกิจกรรมดีมาก ในชั้นการอภิปรายนักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนในแต่ละชั่วโมงเริ่มมีความมั่นใจ กล้าพูด กล้านำเสนอแนวคิด กล้าตอบคำถามมากขึ้น จะมีนักเรียนบางคนที่พูดคุยกันเสียงดังรบกวนเพื่อน ไม่ตั้งใจฟังในสิ่งที่เพื่อนกำลังนำเสนอ แต่ผู้วิจัยก็สามารถควบคุมชั้นเรียนได้ดีและมีการสอดแทรกแนวคิดในการทำงานเป็นทีมและการอยู่ร่วมในสังคมให้นักเรียนคิดตามและนำไปปฏิบัติ และผลจากการสัมภาษณ์ผู้ร่วมวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่าผู้ร่วมวิจัยเห็นว่า ผู้วิจัยมีความเข้าใจในกระบวนการของสอนมากขึ้น ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียนทำได้ค่อนข้างดี สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ดีมาก สถานการณ์ปัญหาค่อนข้างที่จะใกล้ตัวนักเรียนทำให้นักเรียนให้เกิดความสนใจรวมทั้งมีการให้นักเรียนคาดเดาคำตอบจากการสังเกตก่อนการคำนวณทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นว่าสิ่งที่ตนเองคาดเดานั้นจะถูกต้องหรือไม่ ถือเป็นภาระกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดีมาก ในชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยควรเดินสังเกตแนวคิดของนักเรียนให้มากขึ้น และไม่ควรเร่งเวลาในการทำกิจกรรมของนักเรียนมากเกินไป ในชั้นการอภิปราย ผู้วิจัยทำได้ดี มีการสรุปแนวคิดของนักเรียนจากการนำเสนอ และร่วมอภิปรายกับนักเรียนเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และในชั้นสรุป ผู้วิจัยสรุปได้ชัดเจน นักเรียนมีความเข้าใจหลักการในการนำข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาคำนวณเพื่อหาปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ทุกกลุ่ม ปัญหาเรื่องการพูดเร็ว ผู้วิจัยปรับการพูดได้ดีขึ้น แต่ก็ยังมีบางช่วงที่พูดเร็วและออกเสียงไม่ค่อยชัดเจน

## 3) ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและสะท้อนผลของผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่าปัญหาที่ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยได้รวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ หาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข และนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 4 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ปัญหาระหว่างการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และแนวทางแก้ไข

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
<b>ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา</b> -	
<b>ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง</b> 1. ผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดของนักเรียนค่อนข้างน้อย 2. ผู้วิจัยไม่ควรง่วงเวลาในการทำกิจกรรมของนักเรียนมากเกินไป	1. ผู้วิจัยควรเดินสังเกตแนวคิดของนักเรียนให้มากขึ้น 2. ผู้วิจัยต้องวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เวลาในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมมีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น
<b>ชั้นการอภิปราย</b> 3. นักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนบางคนยังมีความเขินอาย ไม่กล้าแสดงออก ไม่ค่อยกล้าพูดนำเสนอเท่าที่ควร 4. นักเรียนในชั้นเรียนที่ไม่ใช่ตัวแทนกลุ่มไม่ค่อยกล้าตอบคำถามหรือร่วมอภิปรายแนวคิด เพราะยังกลัวคำตอบจะผิด	3. ผู้วิจัยควรกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนกล้าพูด กล้าแสดงความคิดเห็น กล้านำเสนอแนวคิด กล้าอภิปรายแนวคิดร่วมกันมากยิ่งขึ้น
<b>ชั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด</b> 5. ผู้วิจัยเร่งเวลาในการสรุปมากเกินไป ยังพูดเร็วและออกเสียงไม่ค่อยชัดเจน	4. ผู้วิจัยควรปรับการพูดให้ช้าลงและออกเสียงให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

## 2. ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ทักษะ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ประกอบด้วย การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง และการให้เหตุผล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1) การแก้ปัญหา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9-12 พบว่านักเรียนสามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหารวมทั้งนำความรู้จากที่เรียนผ่านมา มาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหที่เริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหาซึ่งนักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ การวางแผนแก้ปัญหานักเรียนใช้การอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญห ในการหาคำตอบยังมีการคำนวณผิดพลาดบ้างเล็กน้อย การเขียนแสดงวิธีการในการหาคำตอบยังไม่ค่อยชัดเจน การตรวจคำตอบนักเรียนทุกกลุ่มไม่มีการดำเนินการตรวจสอบคำตอบ ผู้วิจัยจึงอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหเพื่อเป็นการทบทวนและเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้นำไปใช้ในการทำกิจกรรมอื่นๆ ได้อย่างถูกต้อง

### 2) การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9-12 พบว่านักเรียนสามารถสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ สังเกตได้จากการทำกิจกรรมกลุ่มที่นักเรียนร่วมกันแสดงแนวคิดและอภิปรายแนวคิดในการทำกิจกรรม และการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน การอภิปรายในชั้นเรียนที่นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิด อธิบายแนวคิดทั้งของตนเองและของกลุ่มให้เพื่อนในชั้นเรียนเข้าใจได้

### 3) การเชื่อมโยง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9-12 พบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวความรู้จากที่เคยเรียนมารวมทั้งเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวันมาประยุกต์ใช้ในการทำใบกิจกรรมได้ สังเกตได้จากการที่นักเรียนนำแนวคิดเกี่ยวกับการนับขั้นของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 แล้วเชื่อมโยงจนเกิดเป็นแนวคิดในการหาปริมาตรได้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10 และยังเชื่อมโยงแนวคิดนั้นมาใช้ในการหาคำตอบเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากในสถานการณ์ปัญหาอื่นได้

#### 4) การให้เหตุผล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9-12 พบว่านักเรียนสามารถเขียนแสดงแนวคิดและอธิบายเหตุผลประกอบการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรม รวมทั้งสามารถตอบคำถาม อธิบายข้อสงสัยของเพื่อนในชั้นเรียน และให้เหตุผลเพื่อยืนยันแนวคิดของตนเองได้

### 3. ผลการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ 3 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1) มีวินัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9-12 พบว่านักเรียนสามารถปฏิบัติตนตามข้อตกลงในชั้นเรียน ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น ตรงต่อเวลา ในการปฏิบัติกิจกรรมและมีความรับผิดชอบในการทำงานในระดับดี แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังเล่นหยอกล้อกันเสียงดัง ผู้วิจัยต้องคอยตักเตือนและกระตุ้นให้มีความตั้งใจทำกิจกรรมอยู่เรื่อยๆ

#### 2) ใฝ่เรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9-12 พบว่านักเรียนสามารถเข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน ตั้งใจทำกิจกรรมในทุกๆ ขั้นตอน เอาใจใส่ในการเรียน และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

#### 3) มุ่งมั่นในการทำงาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9-12 พบว่านักเรียนมีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติกิจกรรมและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นภายในเวลาที่กำหนด

### ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ (30 คะแนน) ซึ่งมีผลการทดสอบดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

จำนวน นักเรียน ทั้งหมด	คะแนน				คะแนนเฉลี่ย		ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	จำนวนนักเรียน ที่ผ่านเกณฑ์	
	เต็ม	ผ่าน เกณฑ์	สูงสุด	ต่ำสุด	คะแนน	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อย ละ
16	30	21	26	14	20.63	68.75	3.20	10	62.50

จากตารางที่ 25 พบว่า ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 16 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน คะแนนผ่านเกณฑ์ 21 คะแนน มีนักเรียนที่ทำแบบทดสอบได้คะแนนสูงสุด 26 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 14 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 20.63 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.75 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.20 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 10 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด (ภาคผนวก ค หน้า 232) เนื่องจากในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่เป็นรูปภาพ จากผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังตารางข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งถือว่าบรรลุความมุ่งหมายของการวิจัยแล้ว แต่เนื่องจากผู้วิจัยต้องการที่จะพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสถานการณ์ปัญหาที่ให้เป็นรูปภาพซึ่งมีข้อมูลครบถ้วน สถานการณ์ปัญหาที่ให้ข้อมูลบางส่วน และสถานการณ์ปัญหาที่เป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนจะต้องดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์ปัญหานั้นด้วยตนเอง รวมทั้งต้องการที่จะพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรขาคณิตสามมิติ ให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นและสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยจึงนำข้อมูล ทั้งที่เป็นข้อดีและข้อที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ที่พบระหว่างการดำเนินกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาวิเคราะห์และวางแผนการดำเนินกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 4 เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของเคมมิสและแมคเทกการ์ท (Kemmis and McTaggart) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แล้วทำการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13-15 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

## 1. ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4

### ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan)

การดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ผู้วิจัยได้นำข้อค้นพบในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาวิเคราะห์เพื่อค้นหาจุดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขและจุดที่ต้องพัฒนาเพิ่มเติม ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 4 จะเป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เป็นข้อความหรือโจทย์ปัญหาให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์และแก้ปัญหานั้นโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ผู้วิจัยจึงนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 แผน แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4 ที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาร่วมกันพิจารณาและวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับผู้ร่วมวิจัย รวมทั้งสร้างแบบบันทึกคะแนน และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนขณะทำกิจกรรมกลุ่มและขณะนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

### ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13-15 โดยมีผลการปฏิบัติในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของวิธีการแบบเปิดดังนี้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13 แบบนี้จะหาอย่างไร

#### 1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการสนทนาเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและการเปรียบเทียบหน่วยปริมาตร

1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1 มิลลิลิตร เท่ากับ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1,000 ลิตร เท่ากับ 1 ลูกบาศก์เมตร

ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจค่อนข้างดีเมื่อผู้วิจัยเริ่มสนทนาเกี่ยวกับการเลี้ยงปลา นักเรียนก็เริ่มให้ความสนใจมากยิ่งขึ้น อาจเนื่องมาจากนักเรียนชายบางคนชอบเลี้ยงปลากัด

## ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : หยุดเรียนปีใหม่หลายวัน นักเรียนยังจำได้หรือไม่ว่าสูตรการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากคืออะไร
- นักเรียน : ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง ครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : นักเรียนลองพิจารณาสิ่งที่ครูติดบนกระดาน นี่คือความสัมพันธ์ของหน่วยปริมาตร จำให้ได้ จำให้ดี มีในข้อสอบ
- ผู้วิจัย : ย้อนกลับไปเรื่องเลี้ยงปลาที่เราเคยคุยกันเมื่อช่วงเวลาที่แล้ว เวลาที่นักเรียนเลี้ยงปลา นักเรียนจะใส่น้ำในอ่างเต็มอ่างปลาหรือไม่คะ
- นักเรียน : ใสไม่เต็มครับ เต็มวปลาจะกระโดดออกจากอ่าง
- ผู้วิจัย : ถ้าครูมีตู้ปลาหนึ่งตู้ ครูรู้ความกว้าง ความยาว ความสูงของตู้แล้ว แต่ครูต้องการใส่น้ำแค่ครึ่งถัง นักเรียนลองช่วยครูหาหน่วยสิคะว่าครูต้องใส่น้ำในปริมาตรเท่าใด

เมื่อนักเรียนมีความสนใจกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยจึงนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งติดบนกระดานและให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน

สถานการณ์ปัญหา : “ครูซื้อตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความกว้างภายใน 80 เซนติเมตร ความยาวภายใน 150 เซนติเมตร และความสูงภายใน 60 เซนติเมตร ถ้าต้องการใส่น้ำครึ่งหนึ่งของตู้ปลา จะต้องใส่น้ำกี่ลิตร”

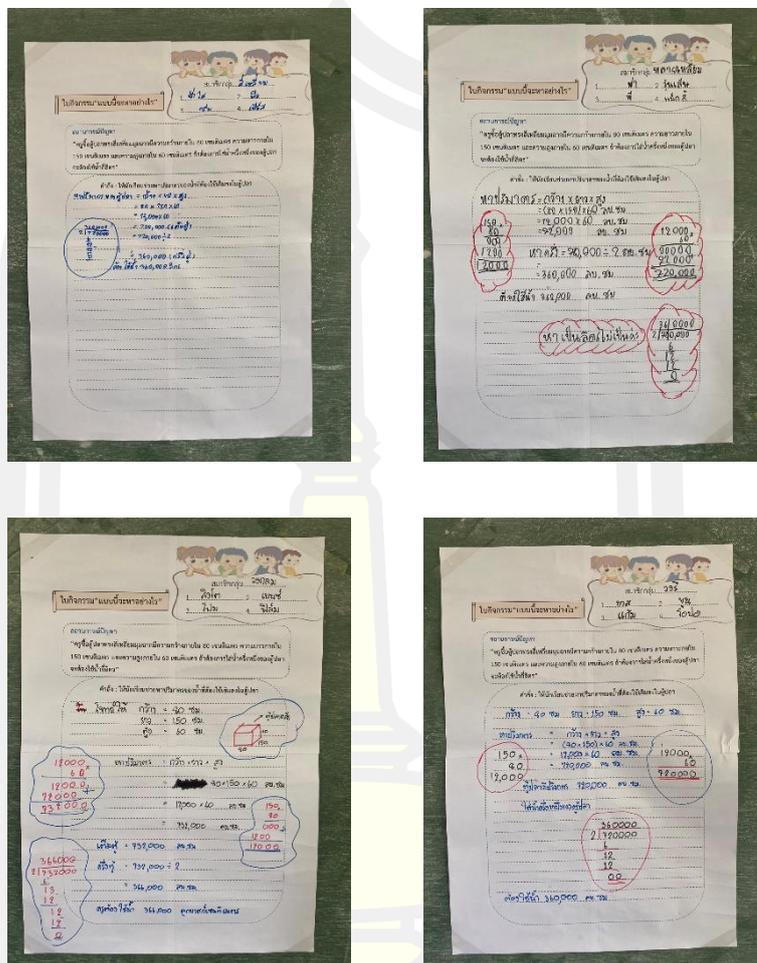
คำสั่ง : ให้นักเรียนช่วยหาปริมาตรของน้ำที่ต้องใช้เติมลงในตู้ปลา

จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และต้องการให้นักเรียนทำอะไร

## 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมค่อนข้างดี มีนักเรียนบางคนพูดคุยกันเสียงดังและหยอกล้อกันบ้างครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจกับกิจกรรมที่กำลังทำ เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากในสถานการณ์ปัญหาที่ให้ได้โดยนำแนวคิดในการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมจากช่วงเวลาที่ผ่าน มาใช้ในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ แต่ในการแก้ปัญหาอย่างไม่เป็นไปตามขั้นตอนการแก้ปัญหา และปัญหาที่พบคืออีกหนึ่งปัญหาคือ นักเรียนเปรียบเทียบหน่วยของ

ปริมาตรไม่ได้ ซึ่งในสถานการณ์ปัญหาให้หน่วยเป็นเซนติเมตร แต่คำถามถามหน่วยเป็นลิตร ซึ่งผลงานในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “แบบนี้จะหาอย่างไร”

จากภาพที่ 18 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ ที่เคยเรียนผ่านมา มาใช้ในการหาปริมาตรในสถานการณ์ปัญหาได้แต่ยังเปรียบเทียบหรือเปลี่ยนหน่วยของปริมาตรไม่ได้ สังเกตได้จากผลงานนักเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้ง 4 กลุ่มมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเปรียบเทียบหรือเปลี่ยนหน่วยของปริมาตรค่อนข้างน้อย ควรมีการสอนเสริมให้นักเรียนในเนื้อหาเพิ่มเติม

### 3) ขั้นตอนการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวความคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการทำใบกิจกรรมได้ในระดับดี นักเรียนที่เป็นตัวแทนนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่มสามารถอธิบายเหตุผล ตอบข้อสงสัยของเพื่อนในชั้นเรียนได้ค่อนข้างดี

นักเรียนในชั้นเรียนกล้าพูดนำเสนอ กล้าที่จะถามข้อสงสัยของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ทำให้การนำเสนอหน้าชั้นเรียนและการอภิปรายในชั่วโมงนี้สนุกและได้แนวคิดที่หลากหลายมากขึ้น

ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : สถานการณ์ปัญหานี้ถามอะไรคะ  
 นักเรียน : ปริมาตรของน้ำครับ  
 นักเรียน : หาปริมาตรน้ำครึ่งตู้ปลาคะ  
 ผู้วิจัย : แล้วสถานการณ์ปัญหานี้ให้ข้อมูลอะไรมาให้บ้างคะ  
 นักเรียน : ให้ความกว้าง ความยาว และความสูง ครับ/คะ  
 ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการในการหาปริมาตรของตู้ปลาอย่างไรคะ  
 นักเรียน : แทนค่าในสูตรการหาปริมาตรครับ  
 นักเรียน : เอาความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง ก่อนคะ  
 จะได้ปริมาตรทั้งหมดของตู้ปลา แล้วก็นำไปหารสองอีกคะ  
 เพราะโจทย์ถามน้ำครึ่งตู้  
 ผู้วิจัย : แล้วสรุปคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไรคะ  
 นักเรียน : โจทย์ถามหน่วยเป็นลิตรคะ แต่โจทย์ให้หน่วยเป็นเซนติเมตรมา  
 หนูยังตอบไม่ได้คะ

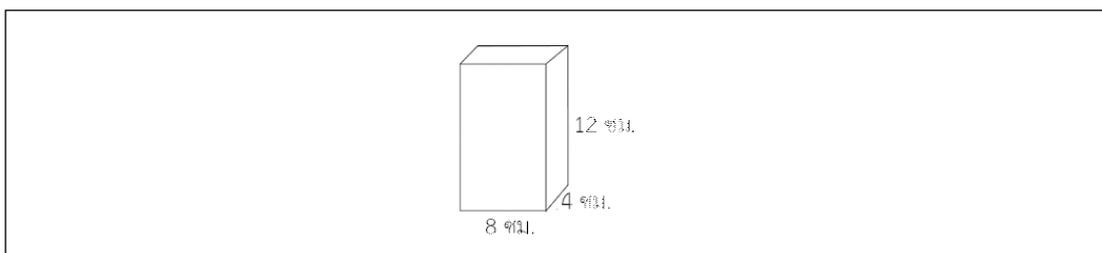
#### 4) ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ จากทำกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก รวมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นว่า เมื่อรู้ความกว้าง ความยาว และความสูงของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ แล้ว จะสามารถหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากนั้นได้จาก ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง และอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับหน่วยของปริมาตร การเปรียบเทียบหรือการเปลี่ยนหน่วยของปริมาตร พร้อมทั้งพยายามเชื่อมโยงแนวคิดจากการสรุปให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 14 มีปริมาตรเท่าไร

##### 1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการนำภาพทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากติดบน กระดาน แล้วร่วมกันหาปริมาตรของรูปนั้น ผลปรากฏว่านักเรียนสามารถบอกสูตรการหาปริมาตร คำนวณหาปริมาตร และ บอกคำตอบได้ถูกต้อง



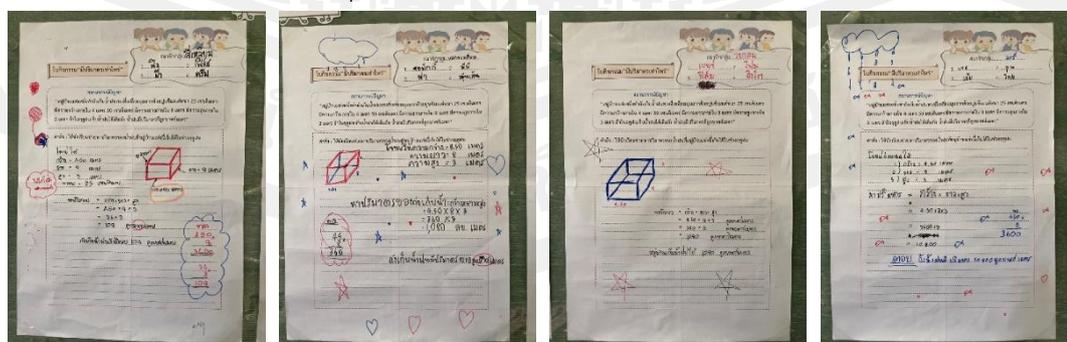
ผู้วิจัยจึงนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งติดบนกระดานและให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และต้องการให้นักเรียนทำอะไร

สถานการณ์ปัญหา : “หมู่บ้านแห่งหนึ่งทำถังเก็บน้ำฝนทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากด้วยปูนซีเมนต์หนา 25 เซนติเมตร มีความกว้างภายใน 4 เมตร 50 เซนติเมตร มีความยาวภายใน 8 เมตร มีความสูงภายใน 3 เมตร ถ้านิเวศผู้ฝนเก็บน้ำฝนได้เต็มถัง น้ำฝนมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เมตร”

คำสั่ง : ให้นักเรียนช่วยหาปริมาตรของน้ำฝนที่หมู่บ้านแห่งนี้เก็บได้ในช่วงฤดูฝน

## 2) ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมค่อนข้างดี เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิดและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากในสถานการณ์ปัญหาที่ได้โดยนำแนวคิดในการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมจากชั่วโมงที่ผ่านมา มาใช้ในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ แต่ปัญหาที่พบคือ นักเรียนยังมีความสับสนเกี่ยวกับหน่วยของความยาวที่สถานการณ์ปัญหาให้มา ที่มีทั้งหน่วยเป็นเมตรและเซนติเมตร ซึ่งผลงานในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “มีปริมาตรเท่าไร”

จากภาพที่ 19 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ ที่เคยเรียนผ่านมา มาใช้ในการหาปริมาตรในสถานการณ์ปัญหาได้ แต่ยังมีความสับสนเกี่ยวกับการเปรียบเทียบหรือการเปลี่ยนหน่วยการวัดความยาว ควรมีการสอนเสริมให้นักเรียนในเนื้อหาเพิ่มเติม

### 3) ชั้นการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการทำใบกิจกรรมได้ในระดับดี นักเรียนที่เป็นตัวแทนนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่มสามารถอธิบายเหตุผล ตอบข้อสงสัยของเพื่อนในชั้นเรียนได้ค่อนข้างดี นักเรียนในชั้นเรียนกล้าพูดนำเสนอ กล้าที่จะถามข้อสงสัยของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ทำให้การนำเสนอหน้าชั้นเรียนและการอภิปรายในชั่วโมงนี้สนุกและได้แนวคิดที่หลากหลายมากขึ้น

ตัวอย่างบทสนทนา

ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการหาปริมาตรในใบกิจกรรมอย่างไรคะ

นักเรียน : เอา  $4.50 \times 8 \times 3$  ครับ จะได้คำตอบ 108 ครับ

นักเรียน : กลุ่มหนูได้คำตอบ 10,800 ค่ะ คุณมาถูกแล้ว แต่ตอนตอบลืมเติมจุดค่ะ ก็เลยตอบผิด

นักเรียน : กลุ่มผมก็เติมจุดผิดตำแหน่งครับ คำตอบก็เลยเป็น 1,080 ครับ

### 4) ชั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากทำกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก รวมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นว่า เมื่อรู้ความกว้าง ความยาว และความสูงของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ แล้ว จะสามารถหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากนั้นได้จากความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง และอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับหน่วยการวัดความยาว หน่วยของปริมาตรและความจุ การเปรียบเทียบหรือการเปลี่ยนหน่วยการวัดความยาว และการเปรียบเทียบหรือการเปลี่ยนหน่วยของปริมาตร พร้อมกับพยายามเชื่อมโยงแนวคิดจากการสรุปให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ตัวอย่างบทสนทนา

ผู้วิจัย : จากใบกิจกรรมที่นักเรียนทุกกลุ่มทำ เราาร่วมกันพิจารณาและสรุปวิธีการหาปริมาตรกันอีกรอบนะคะ

ผู้วิจัย : ลองตอบพร้อมกันด้วยซิว่า เรามีวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้อย่างไรคะ

- นักเรียน : ความกว้าง คุณ ความยาว คุณ ความสูง ครับ/ค่ะ  
 ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ เราจะหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้จาก  
 ความกว้าง คุณ ความยาว คุณ ความสูง  
 ผู้วิจัย : เรื่องการเปรียบเทียบหน่วยปริมาตรหรือการเปลี่ยนหน่วยของ  
 ปริมาตร รวมทั้งหน่วยของการวัดความยาว แล้วก็การคำนวณ  
 จำนวนที่เป็นทศนิยมด้วย ครูจะทบทวนให้พวกเราอีกครั้งในช่วง  
 ชุมนุม หรือชั่วโมง PLC นะคะ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 15 สัมพันธ์กันอย่างไร

1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการสนทนาเกี่ยวกับขนมไทยที่นักเรียน  
 ชอบกิน จากนั้นผู้วิจัยนำภาพขนมชั้นติดบนกระดาน และร่วมสนทนาเกี่ยวกับขั้นตอนการทำและการ  
 ขายขนมชั้น ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความสนใจและร่วมกันนำเสนอและอภิปรายแนวคิดในการทำ  
 ขนมชั้นและกำหนดราคาขายดีมาก



ตัวอย่างบทสนทนา

- ผู้วิจัย : นักเรียนรู้จักหรือเคยทานขนมไทย อะไรบ้างค่ะ  
 นักเรียน : ขนมหม้อแกงค่ะ  
 นักเรียน : ขนมทองหยิบ ทองหยอด ค่ะ  
 นักเรียน : ขนมฝอยทองครับ เค้กหน้าฝอยทองอร่อยมากครับ  
 ผู้วิจัย : นักเรียนรู้จักขนมชั้น หรือไม่คะ  
 นักเรียน : รู้จักครับ/ค่ะ ขนมที่มีหลายๆ ชั้น หลายๆ สี  
 ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ แล้วนักเรียนรู้หรือไม่ ว่าขนมชั้นมีวิธีการทำอย่างไร  
 นักเรียน : ทำเหมือนวุ้นไหมคะครู ที่เอาไปต้มก่อนแล้วค่อยเทใส่ในถาด  
 ทีละชั้น ทีละสีค่ะ  
 ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ เมื่อเทใส่ในถาดครบทุกชั้นแล้ว แม่ค้าก็จะตัดให้เป็นรูป  
 สี่เหลี่ยมชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปขาย ถ้านักเรียนเป็นแม่ค้าขายขนมชั้น  
 นักเรียนจะขายในราคาชิ้นละกี่บาทคะ  
 นักเรียน : ชิ้นเล็กๆ ชิ้นละ 2 บาทครับ

- นักเรียน : ชายชั้นละ 5 บาทค่ะ รวมค่ากล่องด้วย  
 นักเรียน : ถ้าใส่กล่องชาย กล่องละ 4 ชั้น ชาย 10 บาทครับ  
 ผู้วิจัย : ครูรู้จักแม่ค้าขายขนมไทยอยู่คนหนึ่ง แต่ละวันแม่ค้าจะทำขนมชั้น  
 ชายวันละ 1 ถาด นักเรียนลองช่วยแม่ค้าคิดหน่อยสิคะว่า ขนม  
 ชั้นหนึ่งถาดของแม่ค้ามีปริมาตรเท่าไร แล้วถ้าเขาขายหมดเขาจะ  
 ได้เงินกี่บาท

เมื่อนักเรียนให้ความสนใจในกิจกรรมมากขึ้นแล้ว ผู้วิจัยจึงนำแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่ง  
 ของชั่วโมงนี้ติดบนกระดานและให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน จากนั้นผู้วิจัยได้ถามเพื่อตรวจสอบความ  
 เข้าใจในสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าสถานการณ์ปัญหานั้นคืออะไร และ  
 ต้องการให้นักเรียนทำอะไร

สถานการณ์ปัญหา : “ขนมชั้นเป็นขนมไทยที่มีรสชาติดหวานมีสีส้มสวยงามแบ่งเป็น  
 ชั้นๆ บรรจุในถาดทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยม  
 จัตุรัสยาวด้านละ 30 เซนติเมตรสูง 5 เซนติเมตร”

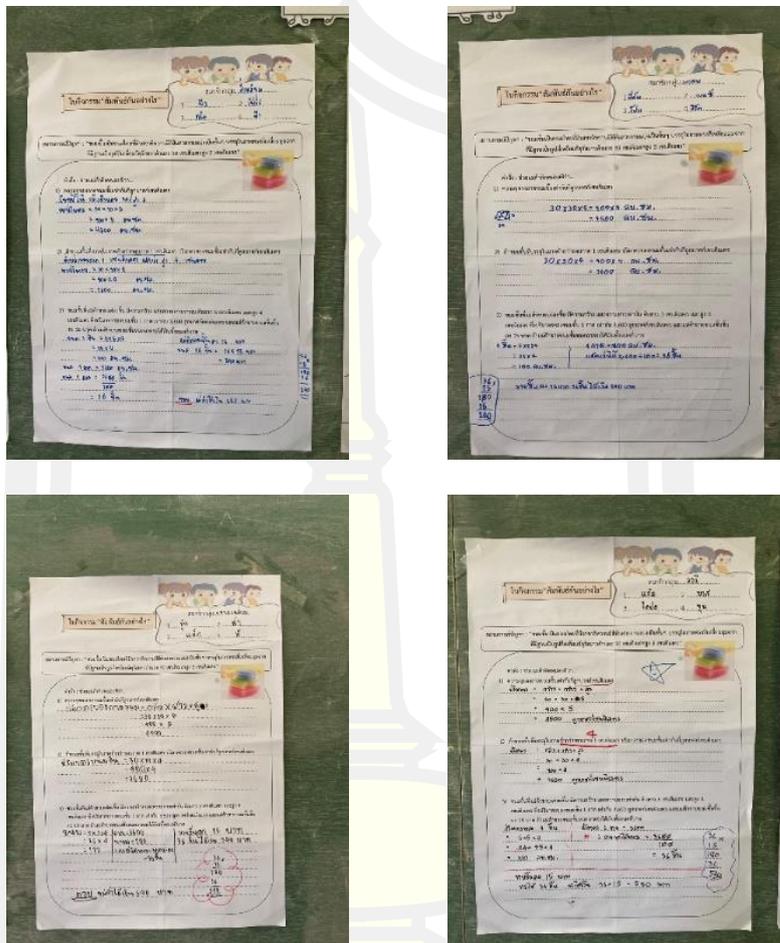
คำสั่ง : ช่วยแม่ค้าคิดหน่อยซิว่า...

- 1) ความจุของถาดขนมชั้นเท่ากับกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 2) ถ้าขนมชั้นที่บรรจุในถาดต่ำกว่าขอบถาด 1 เซนติเมตร  
 ปริมาตรของขนมชั้นเท่ากับกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 3) ขนมชั้นที่แม่ค้าขายแต่ละชั้น มีความกว้าง และความยาว  
 เท่ากัน คือยาว 5 เซนติเมตร และสูง 4 เซนติเมตร ซึ่งปริมาตรของ  
 ขนมชั้น 1 ถาด เท่ากับ 3,600 ลูกบาศก์เซนติเมตร และแม่ค้าขาย  
 ขนมชั้นชั้นละ 15 บาท ถ้าแม่ค้าขายขนมชั้นหมดถาดจะได้เงิน  
 ทั้งหมดกี่บาท

## 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจบ จึงให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองภายในกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมค่อนข้างดี เมื่อผู้วิจัยเดินสังเกตแนวคิด  
 และสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของสถานการณ์  
 ปัญหาที่ให้ได้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาพร้อมกับการอภิปรายกันภายในกลุ่ม โดยนักเรียนสามารถ  
 บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ และยังสามารถวางแผนในการแก้ปัญหาได้อย่าง

ถูกต้อง นักเรียนเก่งยังมีบทบาทมากกว่านักเรียนอ่อน ซึ่งผลงานในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 ผลงานนักเรียน กิจกรรม “สัมพันธ์กันอย่างไร”

จากภาพที่ 20 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ ที่เคยเรียนผ่านมา มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มาเชื่อมโยงความสัมพันธ์และหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมได้ และนักเรียนสามารถเขียนอธิบายและให้เหตุผลตามสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งได้

### 3) ขั้นการอภิปราย

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มของนักเรียนเพื่อออกไปนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายวิธีการในการทำใบกิจกรรมได้ในระดับดี นักเรียนที่เป็นตัวแทนนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่มสามารถอธิบายเหตุผล ตอบข้อสงสัยของเพื่อนในชั้นเรียนได้ค่อนข้างดี นักเรียนในชั้นเรียนกล้าพูดนำเสนอ กล้าที่จะถามข้อสงสัยของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ทำให้การนำเสนอหน้าชั้นเรียนและการอภิปรายในชั่วโมงนี้สนุกและได้แนวคิดที่หลากหลายมากขึ้น

#### 4) ขั้นการสรุปทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอของนักเรียน ผู้วิจัยจึงถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากทำกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก รวมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นว่า เมื่อรู้ความกว้าง ความยาว และความสูงของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ แล้ว จะสามารถหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากนั้นได้จากความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง พร้อมกับเชื่อมโยงแนวคิดจากการสรุปให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ พร้อมนัยต์หมายเกี่ยวกับการทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติการ

#### ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยได้ดำเนินการสังเกตชั้นเรียนและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13-15 เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยทำการบันทึกข้อมูลในแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนขณะร่วมกิจกรรมในแบบบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยบันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในแบบบันทึกหลังการสอน

#### ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect)

จากการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของเคมมิสและแมคเทกการ์ท (Kemmis and McTaggart) เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4 สามารถสรุปได้ดังนี้

##### 1) การสะท้อนผลของผู้วิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบบันทึกหลังการสอนและแบบบันทึกคะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มาประยุกต์ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละชั่วโมงได้ค่อนข้างดี นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเองขณะทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนมากขึ้น แต่ยังมีอุปสรรคที่ยกข้อสงสัยมา ผู้วิจัยต้องคอยกระตุ้นให้มีความสนใจและช่วยเพื่อนในกลุ่มทำใบกิจกรรมให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด ในขั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาผู้วิจัยใช้การสนทนาเกี่ยวกับเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียนและเป็นเรื่องที่นักเรียนเคยเห็นเพื่อให้นักเรียนนิยามตามสถานการณ์ปัญหาได้ ซึ่งนักเรียนค่อนข้างสนใจพอสมควร ในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองนักเรียนสามารถนำแนวคิดในการหาปริมาตรมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่ยังใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างไม่ครบทุกขั้นตอน ยังขาดการตรวจสอบคำตอบ ขั้นการอภิปราย

นักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มกล้าพูดนำเสนอแนวคิดหรืออภิปรายแนวคิดมากขึ้น กล้าตอบคำถามหรือซักถามข้อสงสัยมากขึ้น สามารถให้เหตุผลและอธิบายเหตุผลนั้นเพื่อยืนยันแนวคิดของตนเองได้ ชั้นสรุปบทเรียนนักเรียนสามารถสรุปแนวคิดจากการทำกิจกรรมจนเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประเด็นที่นักเรียนไม่มั่นใจในการตอบคือ หน่วยการวัดความยาว การเปรียบเทียบหรือการเปลี่ยนหน่วยการวัดความยาว หน่วยของปริมาตร และการเปรียบเทียบหรือการเปลี่ยนหน่วยของปริมาตร ผู้วิจัยจึงอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้เด็กมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น รวมทั้งเป็นการทบทวนและทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่อีกครั้ง จากปัญหาที่พบจึงเป็นเป้าหมายใหม่ที่ผู้วิจัยจะต้องวางแผนดำเนินการสอนเสริมให้กับนักเรียนเพิ่มเติม

## 2) การสะท้อนผลของผู้ร่วมวิจัย

เครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติคือ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและแบบบันทึก

คะแนนพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรมค่อนข้างดี ในขณะที่ทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนทุกกลุ่มร่วมมือกันแสดงแนวคิดและอภิปรายแนวคิดกันภายในกลุ่มแล้วสรุปลงในใบกิจกรรมดีมาก ในขั้นการอภิปรายนักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนในแต่ละชั่วโมงเริ่มมีความมั่นใจมากขึ้น จะมีนักเรียนบางคนที่พูดคุยกันเสียงดังรบกวนเพื่อน ไม่ตั้งใจฟังในสิ่งที่เพื่อนกำลังนำเสนอ แต่ผู้วิจัยก็สามารถควบคุมชั้นเรียนได้ค่อนข้างดี และผลจากการสัมภาษณ์ผู้ร่วมวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 พบว่าผู้ร่วมวิจัยเห็นว่า ผู้วิจัยมีความเข้าใจในกระบวนการสอนมากขึ้น ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนผู้วิจัยทำได้ดี กิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชั่วโมงสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ดีมาก ในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยมีการเดินสังเกตแนวคิดของนักเรียนทุกกลุ่มเพื่อจัดกลุ่มสำหรับการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน ซึ่งทำได้ค่อนข้างดี ในขั้นการอภิปราย ผู้วิจัยทำได้ดี มีการสรุปแนวคิดของนักเรียนจากการนำเสนอและตอบคำถามของเพื่อนในชั้นเรียน และร่วมอภิปรายกับนักเรียนเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และในขั้นสรุป ผู้วิจัยสรุปได้ค่อนข้างชัดเจน นักเรียนสามารถบอกสูตรในการหาปริมาตร นักเรียนมีความเข้าใจหลักการในการนำข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ มาแทนค่าเพื่อคำนวณหาปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ นอกจากนั้นสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยเลือกใช้ เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ค่อนข้างใกล้ตัวนักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีมาก นอกจากนักเรียนจะได้เรียนรู้ในเนื้อหาวิชาแล้ว นักเรียนยังได้รู้วิธีการนำความรู้จากการเรียนไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตจริง

## 3) ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและสะท้อนผลของผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 พบว่าปัญหาที่ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยได้รวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ หาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข และนำไปพัฒนากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ของผู้วิจัย ครู บุคลากรทางการศึกษา และผู้ที่มีความสนใจในการนำวิธีการแบบเปิดไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ปัญหาระหว่างการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 4 และแนวทางแก้ไข

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
<p><b>ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา</b></p> <p>-</p>	
<p><b>ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง</b></p> <p>1. นักเรียนบางคนยังพูดคุยกัยออกเสียงดัง ไม่ให้ความสนใจในการทำใบกิจกรรม</p> <p>2. นักเรียนไม่มั่นใจในเนื้อหาเกี่ยวกับ หน่วย การวัดความยาว การเปรียบเทียบหรือการเปลี่ยนหน่วยการวัดความยาว หน่วยของ ปริมาตร และการเปรียบเทียบหรือการเปลี่ยนหน่วยของปริมาตร</p>	<p>1. ผู้วิจัยควรมีวิธีการในการกระตุ้นความสนใจ ของนักเรียนในการร่วมทำกิจกรรมมากขึ้น</p> <p>2. ผู้วิจัยต้องจัดให้มีการสอนซ่อมเสริมในเนื้อหา หรือเรื่องที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ</p>
<p><b>ขั้นการอภิปราย</b></p> <p>3. นักเรียนบางคนไม่ตั้งใจฟังในสิ่งที่เพื่อนกำลัง นำเสนอ</p>	<p>3. ผู้วิจัยควรกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ กิจกรรมในชั้นเรียนมากขึ้น ควรกระตุ้นให้ นักเรียนกล้าพูด กล้าแสดงความคิดเห็น กล้า นำเสนอแนวคิด กล้าตอบคำถามมากยิ่งขึ้น</p>
<p><b>ขั้นการสรุปทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด</b></p> <p>-</p>	

## 2. ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ทักษะ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทาง

คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ประกอบด้วย การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง และการให้เหตุผล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1) การแก้ปัญหา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13-15 พบว่านักเรียนสามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหาพร้อมทั้งนำความรู้จากที่เรียนผ่านมา มาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่เริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหาซึ่งนักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ การวางแผนแก้ปัญหานักเรียนใช้การอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา ในการหาคำตอบยังมีการคำนวณผิดพลาดบ้างเล็กน้อย การเขียนแสดงวิธีการในการหาคำตอบยังไม่ค่อยชัดเจน การตรวจคำตอบนักเรียนทุกกลุ่มไม่มีการดำเนินการตรวจสอบคำตอบ ผู้วิจัยจึงอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อเป็นการทบทวนและเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้นำไปใช้ในการทำกิจกรรมอื่นๆ ได้อย่างถูกต้อง

#### 2) การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13-15 พบว่านักเรียนสามารถสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ สังเกตได้จากการทำกิจกรรมกลุ่มที่นักเรียนร่วมกันแสดงแนวคิดและอภิปรายแนวคิดในการทำกิจกรรม และการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน การอภิปรายในชั้นเรียนที่นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิด อธิบายแนวคิดทั้งของตนเองและของกลุ่มให้เพื่อนในชั้นเรียนเข้าใจได้

#### 3) การเชื่อมโยง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13-15 พบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวความรู้จากที่เคยเรียนมารวมทั้งเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวันมาประยุกต์ใช้ในการทำใบกิจกรรมได้ สังเกตได้จากการที่นักเรียนนำแนวคิดเกี่ยวกับการนับชั้นของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 แล้วเชื่อมโยงจนเกิดเป็นแนวคิดในการหาปริมาตรได้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10 และยังเชื่อมโยงแนวคิดนั้นมาใช้ในการหาคำตอบเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากในสถานการณ์ปัญหาอื่นได้

#### 4) การให้เหตุผล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13-15 พบว่านักเรียนสามารถเขียนแสดงแนวคิดและอธิบายเหตุผลประกอบการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมได้ รวมทั้งสามารถตอบคำถามพร้อมอธิบายข้อสงสัยของเพื่อนในชั้นเรียนได้

### 3. ผลการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ 3 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1) มีวินัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13-15 พบว่านักเรียนสามารถปฏิบัติตนตามข้อตกลงในชั้นเรียน ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมและรับผิดชอบในการทำงานได้ในระดับดี แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังเล่นหยอกล้อกันเสียงดัง ผู้วิจัยต้องคอยตักเตือนและกระตุ้นให้มีความตั้งใจทำกิจกรรมอยู่เรื่อยๆ

#### 2) ใฝ่เรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13-15 พบว่านักเรียนสามารถเข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน ตั้งใจทำกิจกรรมในทุกๆ ขั้นตอน เอาใจใส่ในการเรียน และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

#### 3) มุ่งมั่นในการทำงาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13-15 พบว่านักเรียนมีความตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติกิจกรรมและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นภายในเวลาที่กำหนด

### ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ (30 คะแนน) ซึ่งมีผลการทดสอบดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4

จำนวนนักเรียนทั้งหมด	คะแนน				คะแนนเฉลี่ย		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	
	เต็ม	ผ่านเกณฑ์	สูงสุด	ต่ำสุด	คะแนน	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ
16	30	21	28	8	21.06	70.21	5.77	13	81.25

จากตารางที่ 27 พบว่า ผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 16 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน คะแนนผ่านเกณฑ์ 21 คะแนน มีนักเรียนที่ทำแบบทดสอบได้คะแนนสูงสุด 28 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 8 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 21.06 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.21 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.77 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 13 คน คิดเป็นร้อยละ 81.25 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด (ภาคผนวก ค หน้า 233) เนื่องจากในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่เป็นโจทย์ปัญหา จากผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4 ดังตารางข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งถือว่าบรรลุความมุ่งหมายของการวิจัยแล้ว และเนื่องจากผู้วิจัยต้องการที่จะพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นและสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการครบถ้วนแล้วในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ผู้วิจัยจึงนำข้อมูล ทั้งที่เป็นข้อดีและข้อที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ที่พบระหว่างการดำเนินกิจกรรม มาวิเคราะห์เพื่อสรุปและอภิปรายผล รวมทั้งหาแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

### สรุปผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ

จากผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ ตั้งแต่วงจรปฏิบัติการที่ 1-4 ผู้วิจัยนำข้อมูลผลการทดสอบมาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ปรากฏผลดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 วงจร

รายการเปรียบเทียบ	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	วงจรปฏิบัติการที่ 4
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	77.19	72.81	68.75	70.21
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.15	3.52	3.20	5.77
จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	13	10	10	13
ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	81.25	62.50	62.50	81.25

จากตารางที่ 28 พบว่า แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 77.19 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.15 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 13 คน คิดเป็นร้อยละ 81.25 ของนักเรียนทั้งหมด ภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมค่อนข้างดี แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย ให้นักเรียนเขียนอธิบายประกอบการให้เหตุผล ผลการทำแบบทดสอบพบว่านักเรียนส่วนมากสามารถเขียนอธิบายประกอบการให้เหตุผลตามสถานการณ์ปัญหาได้ แต่ยังมีนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มพอใช้ ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีทักษะการอ่าน การเขียนค่อนข้างอ่อน เขียนอธิบายประกอบการให้เหตุผลได้เพียงบางส่วนทำให้ได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 72.81 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.52 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 10 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 ของนักเรียนทั้งหมด ผลการทำแบบทดสอบพบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนลดลง และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ลดลงจากการทดสอบครั้งที่ 1 เนื่องจากแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย ให้นักเรียนวาดภาพและเขียนอธิบายประกอบการให้เหตุผล ซึ่งนักเรียนบางคนอาจจะนึกภาพที่เป็นทรงสามมิติ ภาพร่างหรือรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ออก จึงทำให้วาดภาพแสดงแทนและเขียนแสดงแนวคิดได้น้อย โดยนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ยังคงเป็นนักเรียนกลุ่มเดิม และนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ส่วนมากจะเป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มพอใช้ ภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ให้ความสนใจกิจกรรมและเข้าใจบทบาทของตนเองมากขึ้น แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 68.75 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.20 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 10 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 ของนักเรียนทั้งหมด ผลการทำแบบทดสอบพบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนลดลงจากการทดสอบครั้งที่ผ่านมา แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่เป็นรูปภาพและมีข้อมูลให้ครบถ้วน โดยนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ยังคงเป็นนักเรียนกลุ่มเดิม และนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะเป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มพอใช้ที่มีทักษะการอ่าน การเขียน และการคิดคำนวณค่อนข้างอ่อน จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดได้น้อย การคำนวณผิดพลาด คำตอบไม่ถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนการทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70.21 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.77 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 13 คน คิดเป็นร้อยละ 81.25 ของนักเรียนทั้งหมด ผลการทำแบบทดสอบพบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการทดสอบครั้งที่ 3 ที่มีลักษณะของแบบทดสอบคล้ายกัน คือ ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดหรือวิธีการในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่เป็นโจทย์ปัญหา อาจเนื่องมาจากนักเรียนเริ่มมีความเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหามากขึ้น สถานการณ์ปัญหาในแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4 ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมที่ได้เรียนรู้

ร่วมกันในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ทำให้นักเรียนนำแนวคิดและประสบการณ์จากการทำกิจกรรมมาใช้ในการทำแบบทดสอบได้ และเมื่อเทียบกับการทดสอบครั้งที่ 1 ที่มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์เท่ากันคือ 13 คน แต่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนยังน้อยกว่าการทดสอบครั้งที่ 1 อาจเนื่องมาจากแบบทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดประกอบการให้เหตุผล ซึ่งไม่มีการการคำนวณ จึงส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 4 ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหา ต้องมีการคำนวณเพื่อหาคำตอบ โดยนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ยังคงเป็นนักเรียนกลุ่มเดิม และนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะเป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มพอใช้ที่มีทักษะการอ่าน การเขียน และการคิดคำนวณค่อนข้างอ่อน (ภาคผนวก ค หน้า 234)

### สรุปผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติการวิจัยทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ (30 คะแนน) แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ นักเรียนจะต้องมีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอได้ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จำนวนนักเรียนทั้งหมด	คะแนน				คะแนนเฉลี่ย		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	
	เต็ม	ผ่านเกณฑ์	สูงสุด	ต่ำสุด	คะแนน	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ
16	30	21	27	12	22.25	74.17	3.89	13	81.25

จากตารางที่ 29 พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 16 คน มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน มีนักเรียนที่ทำแบบทดสอบได้คะแนนสูงสุด 27 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 12 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 22.25 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.17 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.89 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 13 คน คิดเป็นร้อยละ 81.25 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด สรุปได้ว่า นักเรียนร้อยละ 81.25 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป (ภาคผนวก ค หน้า 235) จากผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตารางข้างต้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถนำแนวคิดหรือหลักการในการ

หาคำตอบของสถานการณ์ปัญหามาใช้ในการทำแบบทดสอบได้ ทำให้นักเรียนส่วนมากสามารถทำแบบทดสอบได้และมีคะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 13 คน โดยเป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มเรียนดีและปานกลาง แต่ยังมีนักเรียนที่ยังทำแบบทดสอบแล้วมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 3 คน ซึ่งนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์เป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มที่เรียนค่อนข้างช้า การอ่าน-การเขียนไม่ค่อยคล่อง อาจจะส่งผลให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาแล้วไม่เข้าใจ เขียนแสดงแนวคิดได้น้อย แต่เมื่อนำคะแนนของนักเรียนทั้งห้องมาคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ย ผลที่ได้คือนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยแล้วเท่ากับ 74.17 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 ถือว่าบรรลุความมุ่งหมายของการวิจัย

### สรุปผลการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

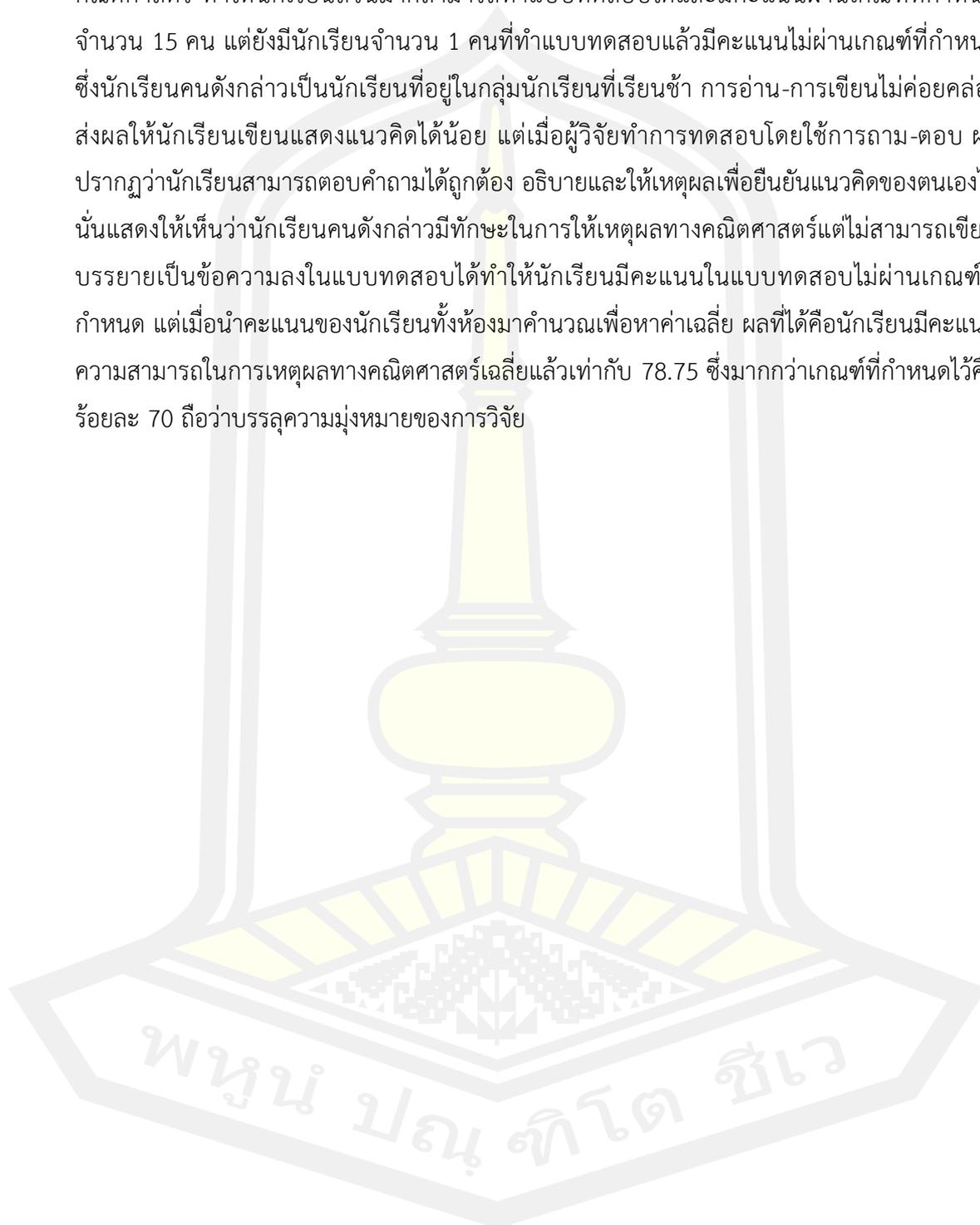
เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติการวิจัยทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ (10 คะแนน) แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือนักเรียนจะต้องมีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอได้ดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ผลการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จำนวนนักเรียนทั้งหมด	คะแนน				คะแนนเฉลี่ย		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	
	เต็ม	ผ่านเกณฑ์	สูงสุด	ต่ำสุด	คะแนน	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ
16	10	7	9	6	7.88	78.75	0.99	15	93.75

จากตารางที่ 30 พบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 16 คน มีคะแนนเต็ม 10 คะแนน มีนักเรียนที่ทำแบบทดสอบได้คะแนนสูงสุด 9 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 6 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 7.88 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.75 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.99 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 15 คน คิดเป็นร้อยละ 93.75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด สรุปได้ว่า นักเรียนร้อยละ 93.75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป (ภาคผนวก ค หน้า 236) จากผลการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังตารางข้างต้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในการหาแนวคิดที่ถูกต้องและเขียนอธิบายให้เหตุผลตามสถานการณ์

ปัญหาในแบบทดสอบได้ โดยใช้ความรู้พื้นฐานและความรู้ที่ได้จากการร่วมกันทำกิจกรรมในชั้นเรียน คณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนส่วนมากสามารถทำแบบทดสอบได้และมีคะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 15 คน แต่ยังมีนักเรียนจำนวน 1 คนที่ทำแบบทดสอบแล้วมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งนักเรียนคนดังกล่าวเป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มนักเรียนที่เรียนช้า การอ่าน-การเขียนไม่ค่อยคล่อง ส่งผลให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดได้น้อย แต่เมื่อผู้วิจัยทำการทดสอบโดยใช้การถาม-ตอบ ผลปรากฏว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง อธิบายและให้เหตุผลเพื่อยืนยันแนวคิดของตนเองได้นั้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนคนดังกล่าวมีทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แต่ไม่สามารถเขียนบรรยายเป็นข้อความลงในแบบทดสอบได้ทำให้นักเรียนมีคะแนนในแบบทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด แต่เมื่อนำคะแนนของนักเรียนทั้งห้องมาคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ย ผลที่ได้คือนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยแล้วเท่ากับ 78.75 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 70 ถือว่าบรรลุความมุ่งหมายของการวิจัย



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีความมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และ 2) พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 โดยใช้แบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของเคมมิสและแมคเทกการ์ท จำนวน 4 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งมี 4 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นการวางแผน เป็นการศึกษาสภาพปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ศึกษาเอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการสร้างเครื่องมือวิจัย และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 2) ขั้นการปฏิบัติ เป็นการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างและพัฒนาขึ้น 3) ขั้นการปฏิบัติ เป็นการใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติ 4) ขั้นการสะท้อนผล เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา อำเภอโนนศิลา จังหวัดขอนแก่น จำนวน 16 คน เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน แบบทดสอบย่อย ทำยวงจรปฏิบัติการ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วสรุปผลเป็นความเรียง

### สรุปผลการวิจัย

จากการนำรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ให้มีคะแนน

เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย 22.25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.17 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.89 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 81.25 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และพบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย 7.88 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.75 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.99 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 15 คน คิดเป็นร้อยละ 93.75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

### อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร หลักสูตร ทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) จำนวน 4 วงจรปฏิบัติการ เมื่อสิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ผลงานนักเรียน แบบบันทึกหลังการสอน ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้ร่วมวิจัย และผลการทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ มาวิเคราะห์สภาพปัญหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการเพื่อหาแนวทางการแก้ไขและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมในวงจรปฏิบัติการต่อไป เมื่อผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย 22.25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.17 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.89 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 81.25 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย นักเรียนได้ค้นคว้า แสวงหาความรู้ และลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองตามศักยภาพ โดยที่ครูผู้สอนจะเป็นผู้ชี้แนะ ให้คำปรึกษา และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมีขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ช้่นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ชั้น

การเรียนรู้ด้วยตนเอง ชั้นการอภิปราย และชั้นการสรุปทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด ซึ่งในชั้นการ เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นชั้นที่นักเรียนทุกคนในกลุ่มจะได้ร่วมกันแสดงแนวคิดและวิธีการหาคำตอบตาม สถานการณ์ปัญหาที่กำหนด ทำให้นักเรียนต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาโดยวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดให้แล้วจึงแสดงวิธีการคิดโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ออกมาอย่าง เป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งวิธีการที่จะนำมาได้ซึ่งคำตอบนั้นอาจแตกต่างกัน แต่ต้องถูกต้องตามหลักการ ของคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) ที่กล่าวว่า วิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการ สอนที่เน้นการพัฒนาศักยภาพการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้กิจกรรมการ แก้ปัญหาปลายเปิด และไพจิตร สะดวกการ (2553) ที่กล่าวว่า การใช้วิธีการแบบเปิดมีจุดมุ่งหมายให้ นักเรียนแต่ละคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ในแบบที่ตอบสนองพลังความสามารถทางคณิตศาสตร์ของ ตนเอง และสามารถปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการคิดและผลที่ได้จากการคิดสู่องค์ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ กล่าวอีกอย่างหนึ่งคือ ครูที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด จำเป็นต้องพยายามทำความเข้าใจความคิดที่หลากหลายของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยการให้ นักเรียนได้พูด ได้อธิบายแนวคิดของตนเองกับเพื่อนหรือกับครู

2. นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย 7.88 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.75 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.99 และมี จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 15 คน คิดเป็นร้อยละ 93.75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตาม เกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและ วิเคราะห์แนวทางในการแสดงแนวคิดและวิธีคิดที่หลากหลายด้วยตนเอง สามารถคิดอย่างอิสระ ไม่ จำกัดเพียงวิธีใดวิธีหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เอื้อจิตร พัฒนจักร, ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และนฤมล อินทร์ประสิทธิ์ (2549) ที่พบว่า การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถคิดแก้ปัญหาอย่างอิสระ สามารถสร้างแนวคิดที่หลากหลายและ สามารถให้เหตุผลแนวคิดนั้นได้ ซึ่งวิธีการสอนโดยวิธีการแบบเปิดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้น นำเสนอสถานการณ์ปัญหา ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ชั้นการอภิปราย และชั้นการสรุปทเรียนโดย การเชื่อมโยงแนวคิด ซึ่งในชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นชั้นที่นักเรียนในกลุ่มได้ร่วมกันแสดงแนวคิด เพื่อให้ได้คำตอบและสรุปผลตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด ทำให้นักเรียนได้พัฒนาการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของตนเองจากการที่ต้องอธิบายคำตอบของตนให้สมาชิกในกลุ่มเข้าใจ ซึ่งสอดคล้อง กับ จิตติมา ขอบเอียด (2551) ที่กล่าวว่า ในการตอบคำถามปลายเปิดนั้น นักเรียนจะต้องอธิบาย เหตุผลเพื่อสนับสนุนวิธีการคิดหาคำตอบของตนเอง นอกจากนี้ในชั้นการอภิปราย เป็นชั้นที่เปิด โอกาสให้นักเรียนกล้าแสดงออก และอธิบายวิธีคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ ทำให้นักเรียนพยายามหา

เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดนั้นมีชั้นการอภิปรายในชั้นเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีโอกาสนในการแสดงแนวคิดหรือเหตุผลของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ และทำให้นักเรียนมองเห็นแนวคิดของผู้อื่นและตัดสินใจยอมรับเหตุผลที่แตกต่างของผู้อื่นได้ นอกจากนี้การอภิปรายในชั้นเรียนยังสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ที่กล่าวว่า แนวทางการดำเนินการเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลนั้นสามารถทำควบคู่ไปกับการสอนได้ทุกอย่าง โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดเองมากขึ้น เช่น จัดให้มีการอภิปรายประกอบ ซึ่งเป็นการแสดงเหตุผลอย่างง่าย ๆ เพื่อให้นักเรียนได้เคยชินกับการคิดอย่างมีเหตุผล

สรุปว่า วิธีการแบบเปิดสามารถช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ เพราะชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อค้นหาแนวคิดหรือวิธีการในการได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน รวมทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดหรือวิธีการคิดที่ได้มาของคำตอบและแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ และในชั้นการอภิปรายยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนกล้าพูดนำเสนอ กล้าแสดงแนวคิดที่หลากหลายหรือแตกต่าง กล้าอภิปรายหรือซักถามในประเด็นที่สงสัย กล้าที่จะเปิดใจรับฟัง และยอมรับความคิดเห็นหรือเหตุผลของผู้อื่นได้

### ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
  - 1.1 ผู้วิจัยต้องทำการปฐมนิเทศผู้ร่วมวิจัยและนักเรียนให้เกิดความเข้าใจในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เข้าใจบทบาทของตนเองขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง
  - 1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้คิด ได้ปฏิบัติ โดยใช้ความรู้ความสามารถของตนเอง ผู้วิจัยจึงควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สภาพความพร้อมทั้งด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม สติปัญญา รวมทั้งความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนแต่ละคน
  - 1.3 ในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยควรให้ความสำคัญกับนักเรียนทุกคน ทุกกลุ่ม เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเป็นการทำงานในรูปแบบกลุ่ม บางครั้งจะมีนักเรียนที่ไม่ให้ความร่วมมือในการแสดงแนวคิด ไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมของกลุ่ม

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนด้วย จะต้องคอยสังเกต ให้ความเอาใจใส่ คอยกระตุ้นนักเรียนให้มีความสนใจที่จะเรียนรู้อย่างเต็มความสามารถเท่าที่จะทำได้

## 2. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

2.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ครูผู้สอนควรมีการชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทำกิจกรรม และชี้แจงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด

2.2 ครูผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลา

2.3 ครูผู้สอนควรทบทวนในเรื่องของวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนก่อนว่ามีวิธีการอะไรบ้าง เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย

2.4 ครูผู้สอนควรจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งข้อมูล ให้นักเรียนสามารถหาความรู้ได้ด้วยตนเอง อย่างหลากหลายและเพียงพอ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนจะสามารถทำความเข้าใจด้วยตนเองได้ยาก

2.5 ครูผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทุกคนในการทำกิจกรรมกลุ่ม ครูต้องช่วยกระตุ้นนักเรียนที่ไม่สนใจ ไม่ให้ความร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่ม โดยอาจใช้คำถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น หรือใช้การสนทนาที่ช่วยดึงดูความสนใจของนักเรียน

2.6 ครูผู้สอนต้องกระตุ้นให้นักเรียนกล้าคิดหาคำตอบที่ไม่ซ้ำวิธีการ และกล้าที่จะนำเสนอแนวคิดของตนเองหน้าชั้นเรียน

## 3. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.1 ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการอื่นๆ เช่น การสื่อสาร การเชื่อมโยง และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

3.2 ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะต่างๆ ในเนื้อหาอื่น หรือในระดับชั้นอื่น

3.3 ควรมีการนำกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดไปทดลองใช้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น เช่น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้วิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ

บรรณานุกรม



- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2541). **คู่มือพัฒนาโรงเรียนด้านการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: ครูสภา  
ลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้  
คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: ครูสภา  
ลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น  
พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**.  
กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560**. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- เกษม เปรมประยูร, สุกัดดา ลอยฟ้า และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2554). **การพัฒนาภาษาทาง  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยวิธีการแบบเปิด**. ในเอกสารการประชุมทางวิชาการประจำปี  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 9-10 กันยายน 2554 (หน้า 30-36). ขอนแก่น  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จิตติมา ขอบเอียด. (2551). **การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการ  
สื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหา  
บัณฑิต. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ชญาภา ใจโปร่ง. (2554). **กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา  
ที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชนกนันท์ จันทร์อร่าม. (2019). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดเพื่อส่งเสริม  
ความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
2**. Journal of Faculty of Education Pibulsongkram Rajabhat University, 6(1),  
118-133.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). **การสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ณัฐกุล นินนานนท์, & ปริณท นันชัยบุตร. (2021). **การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง  
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบ  
เปิด (Open Approach)**. วารสาร มจร อุบล บริหารศน์, 6(1), 19-31.

- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2533). การเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนคณิตศาสตร์ของครูประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชามัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิพรัตน์ นพฤทธิ. (2548). การพัฒนาการสอนโดยใช้การสอนแบบเปิด และผลการสอนที่มีต่อระดับการ คิดทางเรขาคณิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง. (วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทศนา แคมมณี. (2545). กลุ่มสัมพันธ์เพื่อการทำงานและการจัดการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: นิชน แอดเวอร์ไทซิงกรุ๊ป.
- ทศนา แคมมณี. (2555). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์ และคณะ. (2552). การศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) และวิธีการแบบเปิด (Open approach) กรณีศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ระดับประถม. วารสารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 32(2), 76-80.
- นภเนตร ธรรมบวร. (2544). การพัฒนากระบวนการคิดในเด็กปฐมวัย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- น้อมศรี เคท. (2536). การสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และแนวปฏิบัติในโรงเรียนประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- นฤมล อินทร์ประสิทธิ์. (2551). การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) : นวัตกรรมเพื่อการพัฒนาครูและนักเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

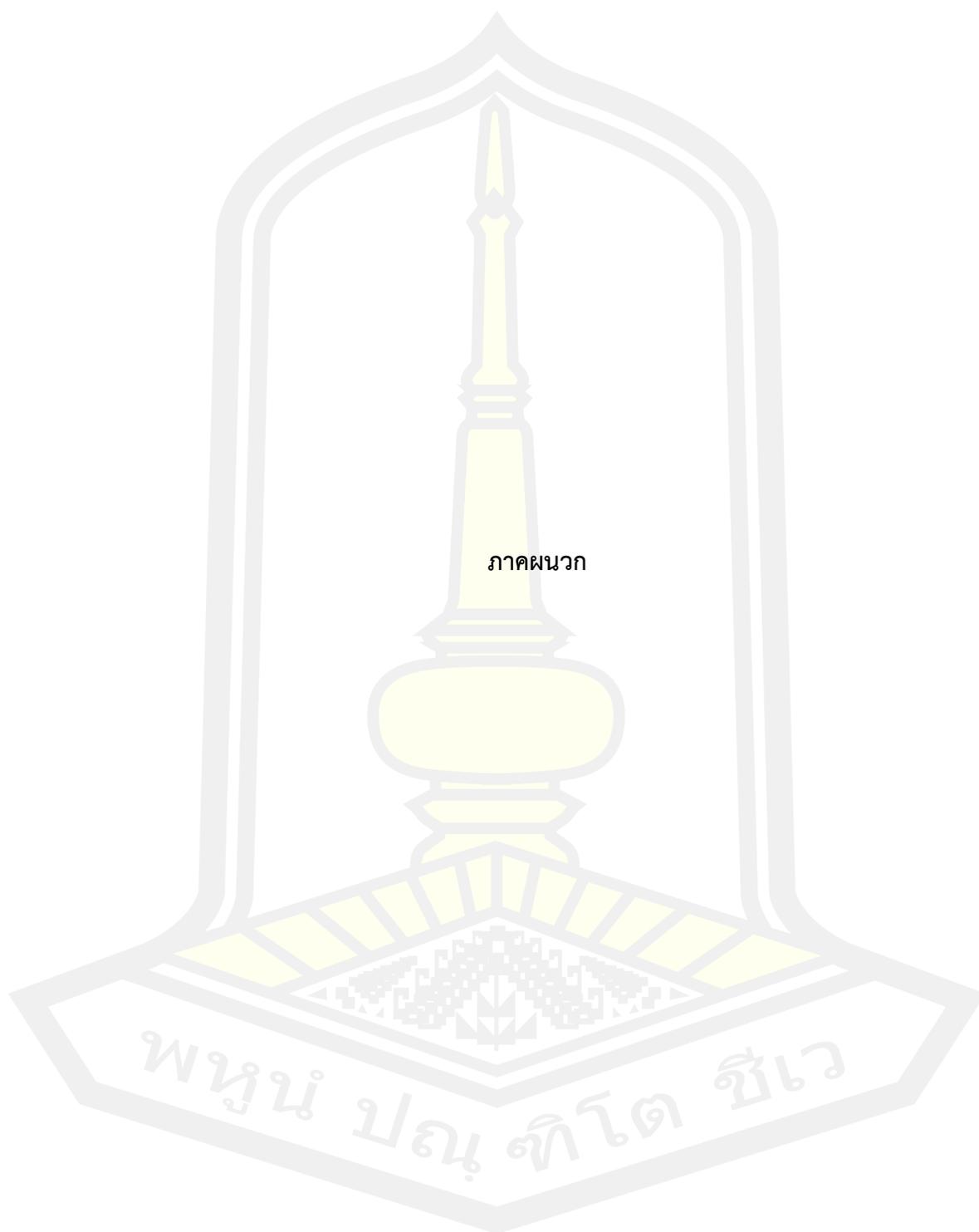
- ปิยภรณ์ ศิริมา และ ปสาสน์ กงตาล. (2554). การสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้วัตกรรมการศึกษาชั้น เรียน (Lesson study) และวิธีการแบบเปิด (Open approach) รายวิชา คณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสนามบิน. ในเอกสารการประชุมทางวิชาการประจำปี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 9-10 กันยายน 2554 (หน้า 91-100). ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประภัสสร เพชรสุ่ม, อภินันท์ พรสถิตภาคีกุล, & กตัญญูตา บาง โท. (2017). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. Ratchaphruek Journal, 15(1), 80-87.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 38(434-435), 32-74
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2547). ความสำคัญของคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์. 46(530-532), 11-15.
- พัทธยากร บุสสุยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์), มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ไพจิตร สะดวกการ. (2553) การพัฒนาทักษะการคิดโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
- ไพศาล แมลงทับทอง. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัย ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์), มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2546). เอกสารประกอบการอบรมครู. คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ของญี่ปุ่น. ขอนแก่น คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2557). **กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน**. ขอนแก่น: ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และ สุลัดดา ลอยฟ้า. (2547). **การพัฒนาวิชาชีพครูแนวใหม่เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ยุพิน พิพิธกุล . (2524). **การเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: บริษัท บพิธการพิมพ์จำกัด.
- วิจารณ์ พานิช. (2557). **Open approach: วิธีประยุกต์การจัดการเรียนรู้แบบ Active learning สู่อารเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21**. เข้าถึงได้จาก [www.gotoknow.org/posts/568714](http://www.gotoknow.org/posts/568714).
- วิญญู ศรีบุญเรือง. 2549. **บทบาทของครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (ISBN 974-626-934-8)
- เวชฤทธิ์ อังกนะภทรขจร. (2555). **ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ หลักสูตรการสอนและการวิจัย**. กรุงเทพฯ:จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- ศุภมาศ แก้วมณี และ สุทธิพร บุญส่ง. (2560). **การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 10, 333-342
- ศิริศุภร์ ศิริโชคชัยตระกูล และคณะ. (2554). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson study)**. ขอนแก่น: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ระดับประถม.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2555). **พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2565). **สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562-2564**. ค้นจาก <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). **คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2547). **การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2550). **ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุมณฑา สิงห์ชา. (2557). **ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ วิธีการแบบเปิด (Open Approach)**. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุลัดดา ลอยฟ้า. (2552). **คู่มือการอบรมเชิงปฏิบัติการในโครงการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach)**. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์** . กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุภาภรณ์ ทองใส. (2005). **การพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล (KWDL) ร่วมกับแนวคิดของวอร์ธ (Doctoral dissertation, มหาวิทยาลัย ศิลปากร).**
- องอาจ นัยพัฒน์. (2548). **วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สามลดา.
- อลงกรณ์ ดำรงไทย, & สิทธิพล อาจอินทร์. (2020). **การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL**. การประชุมวิชาการเสนองผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21, HMO4-1-13.
- อลิสรา ชมชื่น. (2550). **การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการบูรณาการทฤษฎีการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์การสื่อสาร และการให้เหตุผลเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อารี พันธุ์มณี. (2540). **ความคิดสร้างสรรค์กับการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: คอมเพสท์พริ้นท์.
- อารี พันธุ์มณี. (2544) **การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สู่ความเป็นเลิศ**. กรุงเทพมหานคร: ธนัชชการพิมพ์.
- เอื้อจิตร พัฒนจักร, ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และนฤมล อินทร์ประสิทธิ์. (2549) **“การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมเรื่องวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เพื่อพัฒนาระบบฝึกหัดครูคณิตศาสตร์แบบใหม่,”** ในการประชุมทางวิชาการประจำปีของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี 2554. หน้า 107-1-8 วันที่ 9-10 กันยายน 2554. ณ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

- Baroody, Arthur J. (1993). **Problem Solving, Reasoning, and Communication, K-8. Helping Children Think Mathematically.** New York: Macmillan Publishing Company.
- Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). **The open-ended approach: A new proposal for Teaching mathematics.** Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Brandt, Ron. (1984,September). **Teaching of Thinking, for Thinking, about Thinking.** Educational Leadership. 42(1): 3.
- Coghlan, D. & Brannick, T. (2001). **Doing Action Research in Your Own Organization.** London : Sage
- Inprasit, M. (2011). **One feature of adaptive lesson Study in Thailand: Designing learning unit.** Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia, 34(1), 47-66.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000b). **Principle and Standards for**
- Kadir, L., & Satriawati, G. (2017). **The implementation of open-inquiry approach to Improve students' learning activities, responses, and mathematical creative thinking skills.** Journal on Mathematics Education, 8(1), 103-114.
- Kemmis, S & McTaggart, R. (1998). **The Action Research Planer (3<sup>rd</sup> ed).** Boston : Pearson Education.
- Krulik, S.; & Rudnick, J.A. (1993). **Reasoning and Problem Solving: Handbook for elementary school teacher.** Boston: Allyn and Bacon.
- Krulik, Stephen; & Rudnick, Jesse A. (1996). **The New Sourcebook Reasoning and Problem Solving in Junior and Senior High School.** Boston: Allyn and Bacon.
- Nohda, N. (1998). **Teaching and evaluating using 'open-approach method' in classroom activities.** Proceeding of the 31th JSME annual meeting of mathematics education (pp. 419-424). November 14-15, Fukuoka University of Education.

- 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.
- Osman, S., Yang, C. N. A. C., Abu, M. S., Ismail, N., Jambari, H., & Kumar, J. A. (2018). **Enhancing students’ mathematical problem-solving skills through bar model visualization technique.** *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 13(3), 273-279.
- Polya, G. (1957). **How to solve it: A new aspect of mathematical method (2nd ed.).** New York: Doubleday & Company.
- Polya, G. (1973). **How to Solve It.** New Jersey: Princeton University Press.
- Polya, G. (1980). **“On Solving Mathematical Problems in High School,” Problem Solving in School Mathematics: 1980 Yearbook.** Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Rowan, T. E., & Morrow, L. J. (1993). **Implementing K-8 curriculum and evaluation standards: reading from the arithmetic Teacher.** Virginia: The National Council of teachers of Mathematics.
- Russell, S.J. (1999). **Mathematical reasoning in the elementary grades.** In L. V. Stiff & F. R. Curcio (Eds.), *Developing mathematical reasoning, K–12.* Reston Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Sawada, S. (1997). **The open-ended approach: A new proposal for teaching mathematics.** Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Sen, C., Ay, Z. S., & Güler, G. (2021). **The Effectiveness of Inquiry-Based Learning on Middle School Students' Mathematics Reasoning Skill.** *Athens Journal of Education*, 8(4), 417-440.
- Stringer, E. (1999). **Action Research (2<sup>nd</sup> ed.).** California : Sage.
- O’Daffer, Phares G. (1990, May). **“Inductive and Deductive Reasoning”.** *Mathematics Teacher*. 84(5): 378-380.
- O’Daffer, P.G. and Thornquist, B.A. (1993). **“Critical Thinking, Mathematical Reasoning and proof,”** in *Research Ideas for the Classroom, High School Mathematics.* (P. 39-56). Virginia: NCTM.



ภาคผนวก

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว



ภาคผนวก ก

ผู้เชี่ยวชาญ

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ และผู้ร่วมวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุณ ปณุ ทิโต ชีเว

### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รองศาสตราจารย์ จุมพล ราชวิจิตร ที่ปรึกษาด้านบริการและจัดฝึกอบรม  
สถาบันวิจัยและพัฒนาวิชาชีพครูสำหรับอาเซียน  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. นายเกียรติ ชาติาเม็ก ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สพป.ขอนแก่น เขต 3
3. นางสาววรรัตน์ ศรีปัญญา ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สพป.ขอนแก่น เขต 3
4. นางสุภาพร รัตนภาพ ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา สพป.ขอนแก่น เขต 3
5. นางสาววัฒนา ทาดา ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
โรงเรียนบ้านเมืองเพี้ย สพป.ขอนแก่น เขต 2

### รายชื่อผู้ร่วมวิจัย

1. นายประทีพ บัวองค์ ผู้อำนวยการโรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา
2. นางสาวรพีพร เชื้อแพ่ง ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้างานวิชาการ  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
3. นางสุภาพร รัตนภาพ ครูชำนาญการพิเศษ  
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
4. นายวาทีศ สันทา ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย
5. นางสาวธนพร ปัญญาชิรไพบูลย์ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
6. นางสาวเจนจิรา มีสิงห์ นักศึกษาฝึกปฏิบัติการสอน  
สาขาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
7. นางสาววรรณชนก รูปเหลี่ยม นักศึกษาฝึกปฏิบัติการสอน  
สาขาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ที่ อว 0605.5(2)/ว2578

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

12 ตุลาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์จุมพล ราชวิจิตร

ด้วย นางสาวกรรมา ศรีมีวลี นิลิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อ nilit จะนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิลิต 0910570574

ม.นุ. จ. ๒๖.



ที่ อว 0605.5(2)/ว2578

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

12 ตุลาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายเกียรติ ซาดามณี

ด้วย นางสาวกรรมา ศรีมีวลีว นิลิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อ nilit จะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ มูเอ้อرن)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิลิต 0910570574

ม.นุ. จ. ๒๖.



ที่ อว 0605.5(2)/ว2578

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

12 ตุลาคม 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาววารรัตน์ ศรีปัญญา

ด้วย นางสาวกรรมา ศรีมิวสิ้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อผลิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ มูเอ้อرن)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0910570574

ม.อ. ส.ก. ๒๖.



ที่ อว 0605.5(2)/ว2578

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

12 ตุลาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสุภาพร รัตนกาฬ

ด้วย นางสาวกรรมา ศรีมีวลีว นิลิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิลิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูลีอ่อน)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิลิต 0910570574

ม.นุ. จ. ๒๖.



ที่ อว 0605.5(2)/ว2578

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

12 ตุลาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาววัฒนา ทาทา

ด้วย นางสาวกรรมา ศรีมีวลีว นิลิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิลิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

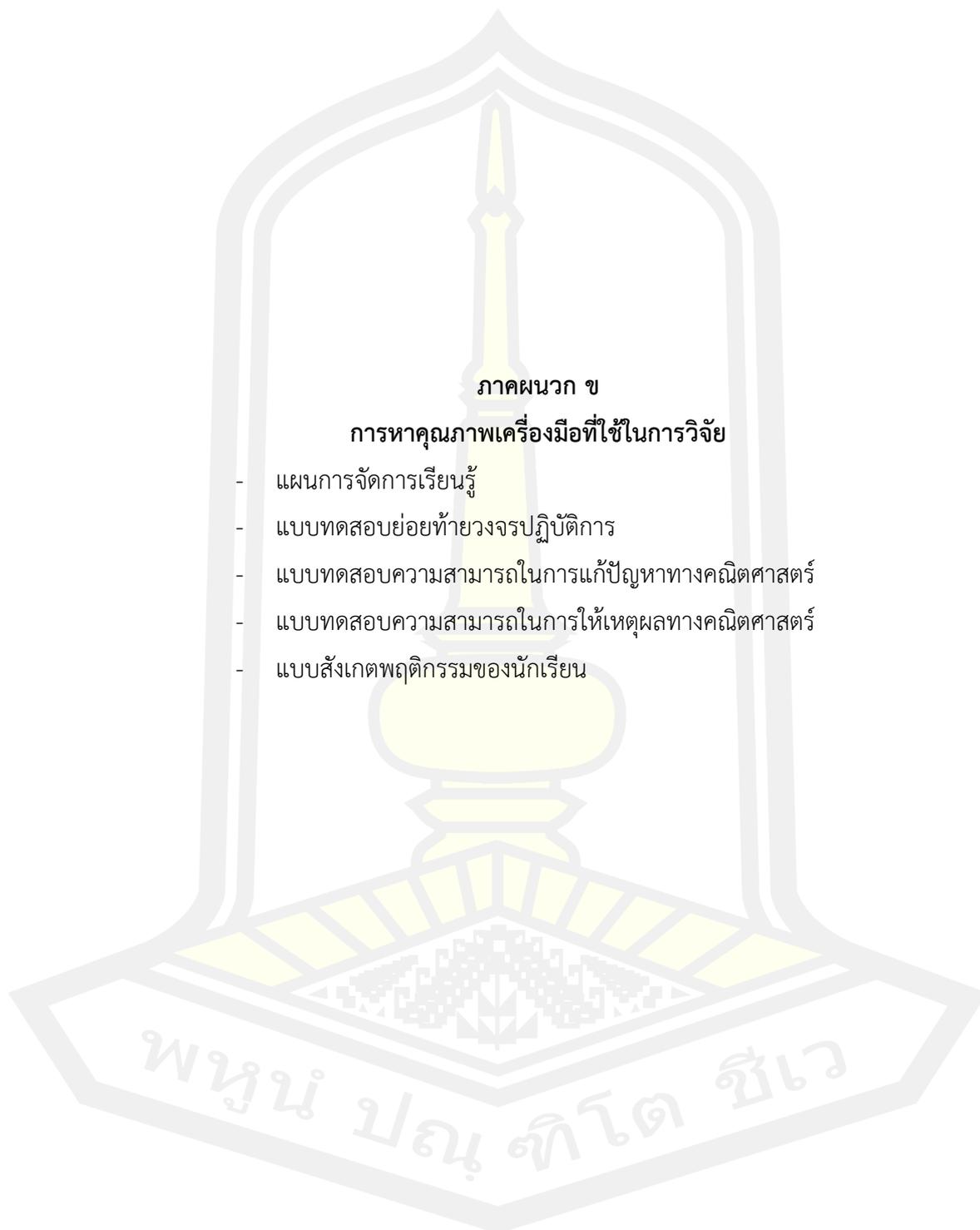
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ฐลีอ่อน)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิลิต 0910570574

ม.นุ. จ. ๒๖.



ภาคผนวก ข

**การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

- แผนการจัดการเรียนรู้
- แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ
- แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

พหุบัณฑิต ชีวะ

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อย่างไรก็ตาม...ถึงเรียกปริซึม

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	5	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.95</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อย่งไร...ถึงเรียกพีระมิด

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	5	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.95</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อย่งไร...ถึงเรียกทรงกระบอก

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	5	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.95</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง อย่างไรก็ตาม...ถึงเรียกรวย

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	5	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.71</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความเหมือนที่แตกต่าง

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.96</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง สร้างภาพร่าง

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.89</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง มีจำนวนเท่าไร

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.89</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ตามทหรูปคลี่

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	5	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.71</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง หาปริมาตรได้อย่างไร

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.84</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง มีปริมาตรเท่าใด

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	4	5	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.84</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง ชั้นใหม่ได้เยอะ

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	5	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.71</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เท่ากันหรือไม่

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.84</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง แบบนี้จะหาอย่างไร

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.84</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง มีปริมาตรเท่าไร

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.84</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

ผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9  
เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 15 เรื่อง สัมพันธ์กันอย่างไร

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	$\mu$	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับวิธีการวัดและประเมินผล	5	4	4	5	5	23	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
6. ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและประเมิน	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
7. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
8. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับปัญหาปลายเปิด	5	5	4	5	5	24	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
9. ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับปัญหาปลายเปิด	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความถูกต้องเหมาะสมในการใช้ภาษา	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
11. ความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>							<b>4.84</b>	<b>เหมาะสมมากที่สุด</b>

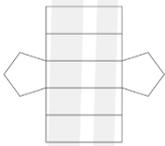
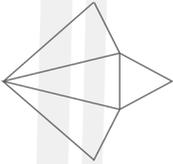
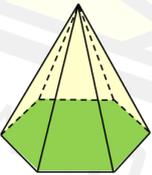
## ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

## ระหว่างข้อและสาระสำคัญของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
สถานการณ์ปัญหา : น้องส้มโอไปซื้อของที่ห้างสรรพสินค้ากับแม่ ได้เลือกซื้อขนมมา 4 ชนิด ดังนี้ 1)  2)  3)  4)  น้องส้มโอ พิจารณากล่องขนมทั้งสี่ชนิดที่ซื้อมา แล้วพยายามคิดเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่ได้เรียนมา								
	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
คำสั่ง : ให้นักเรียนเขียนอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของกล่องขนมที่น้องส้มโอซื้อมา	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้

## ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

## ระหว่างข้อและสาระสำคัญของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1) บอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่ต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนอธิบายลักษณะและส่วนประกอบ 	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
2) วาดส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ พร้อมทั้งเขียนอธิบายลักษณะและจำนวน ของส่วนประกอบแต่ละชนิด 	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
3) วาดรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ 	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
4) วาดรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนชอบ 1 ชนิด พร้อมบอกเหตุผลที่เลือก และอธิบายหลักการในการวาด	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้

## ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

## ระหว่างข้อและสาระสำคัญของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
<p>สถานการณ์ปัญหา : คุณแม่ต้องการซื้อนมกล่องให้ลูกชายคนเล็ก จึงดูรีวิวสารอาหารของนมกล่อง 4 ชนิด ดังรูป</p>  <p>กับสารอาหารสำคัญที่ช่วยเสริมการเรียนรู้เด็กยุคนี้</p> <p>คุณแม่ต้องการนมกล่องที่มีสารอาหารที่เพียงพอสำหรับเด็ก ซึ่งคุณแม่พิจารณาแล้วเลือกมาได้ 3 ยี่ห้อ คือ S-26 GOLD , Hi-Q 1 Plus และ Enfagrow A<sup>+</sup> แต่คุณแม่ยังต้องการนมกล่องที่มีความจุของนมเยอะด้วย นักเรียนช่วยคุณแม่คิดหน่อยสิคะ คุณแม่จะต้องซื้อนมกล่องไหนถึงจะตรงตามความต้องการของคุณแม่ที่สุด</p>	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
<p>คำสั่ง : ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาปริมาตรของนมกล่องแต่ละชนิด พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบการตัดสินใจสำหรับการเลือกซื้อนมกล่องของคุณแม่</p>	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1) S-26 GOLD (กว้าง 1.8 ซม. , ยาว 9 ซม. , สูง 10 ซม.) 	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
2) Hi-Q 1 Plus (กว้าง 2 ซม. , ยาว 8 ซม. , สูง 12 ซม.) 	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
3) Enfagrow A <sup>+</sup> (กว้าง 2.8 ซม. , ยาว 7 ซม. , สูง 10 ซม.) 	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
คุณแม่ต้องเลือกซื้อนมกล่องชนิดไหน เพราะเหตุใด	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้

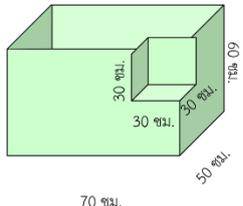
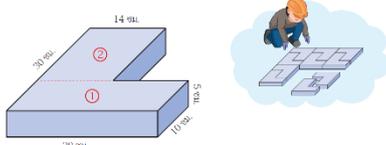
**ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**  
**ระหว่างข้อและสาระสำคัญของแบบทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติการที่ 4**

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	IOC	ผลการ ประเมิน
	1	2	3	4	5			
1. สระน้ำกว้าง 2.5 เมตร ยาว 4.6 เมตร ลึก 90 เซนติเมตร สระน้ำมีปริมาตรที่ลูกบาศก์เมตร	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
2. ก่อ้งกว้าง 24 เซนติเมตร ความยาวของก่่องมากกว่าความกว้าง 6 เซนติเมตร ความสูงของก่่องมากกว่าความกว้าง 2 เซนติเมตร ก่่องมีปริมาตรเท่าใด	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
3. ตู้ปลาทอมีพื้นที่ฐาน 3,000 ตารางเซนติเมตร สูง 45 เซนติเมตร ตู้ปลาเงินกว้าง 0.5 เมตร ยาว 0.6 เมตร สูง 0.4 เมตร ตู้ปลาทั้งสองบรรจุน้ำเต็มตู้ ใ้ถ่ายน้ำในตู้ปลาทั้งสองลงในถัง ในถังมีน้ำปริมาตรที่ลูกบาศก์เมตร	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้



## ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

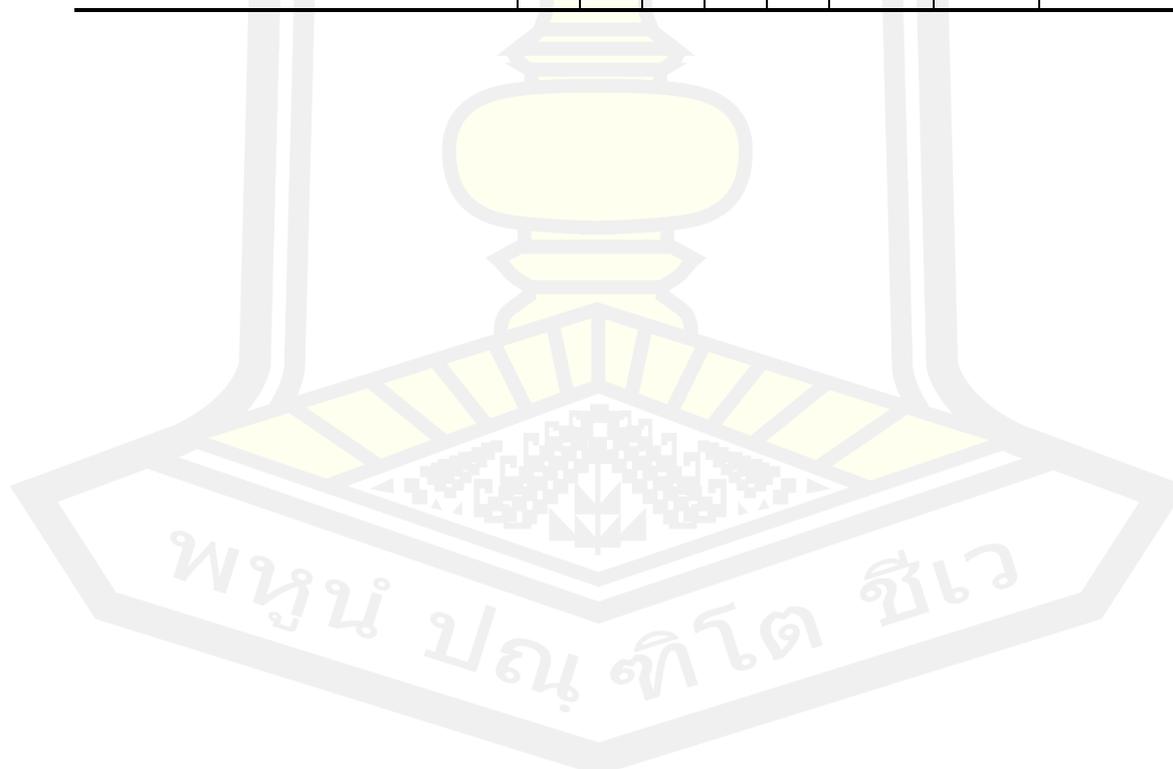
ระหว่างข้อและสาระสำคัญของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
<p>1. แสดงวิธีคิด/แนวคิดในการหาปริมาตรของรูปทรงสามมิติต่อไปนี้</p> 	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	สอดคล้อง
<p>2. ช่างต้องการทำแผ่นคอนกรีตสำหรับปูทางเดินให้มีลักษณะและขนาดดังรูป จำนวน 400 แผ่น จะต้องใช้ปูนผสมเสร็จกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> 	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	สอดคล้อง
<p>3. มานิตมีตู้ปลาสองใบ ตู้ปลาใบที่หนึ่งกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร ใส่น้ำเต็มตู้ ต่อมา มานิตถ่ายน้ำทั้งหมดจากตู้ปลาใบที่หนึ่งใส่ตู้ปลาใบที่สองซึ่งมีพื้นที่ฐาน 6,000 ตารางเซนติเมตร ได้พอดี ระดับน้ำในตู้ปลาใบที่สองสูงเท่าไร</p>	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	สอดคล้อง

ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ระหว่างข้อและสาระสำคัญของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

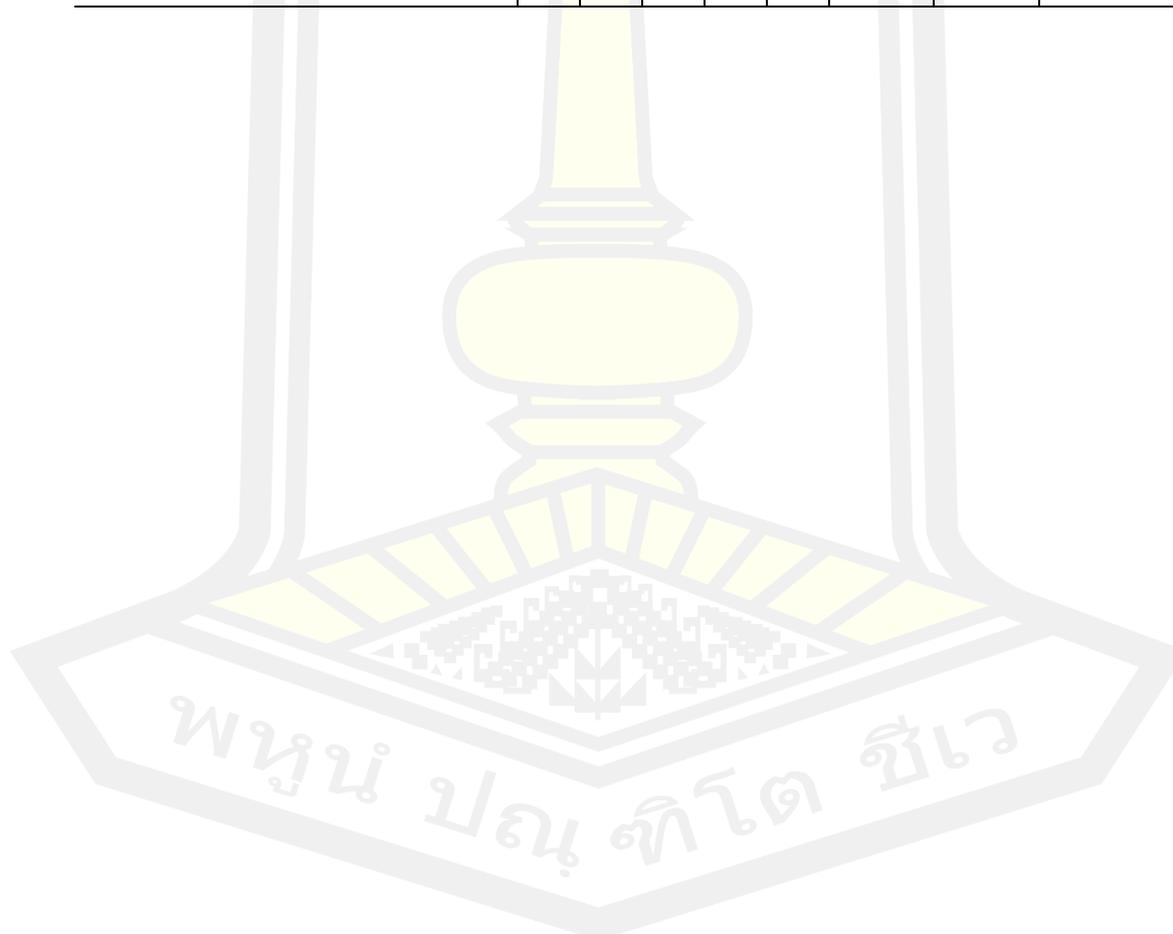
รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1. วาดส่วนประกอบของปริซึมหกเหลี่ยมและพีระมิดฐานหกเหลี่ยม พร้อมเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของสองรูปนั้น	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	สอดคล้อง
2. วาดรูปคลี่และภาพร่าง (ให้เห็นส่วนประกอบทุกส่วน) ของปริซึมฐานสามเหลี่ยม พร้อมทั้งเขียนแสดงแนวคิดในการวาดรูปทั้งสองนั้น	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	สอดคล้อง



ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ของแบบสังเกตพฤติกรรมพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
ความสนใจ ความตั้งใจ ความร่วมมือ ในการทำกิจกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
เขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อ แสดงแนวคิด	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
ทำงานตามระยะเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
ใบกิจกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้



**ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**  
**ของแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะนำเสนอหน้าชั้นเรียน**

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
อธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
อธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาประกอบแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
สรุปแนวคิดตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้



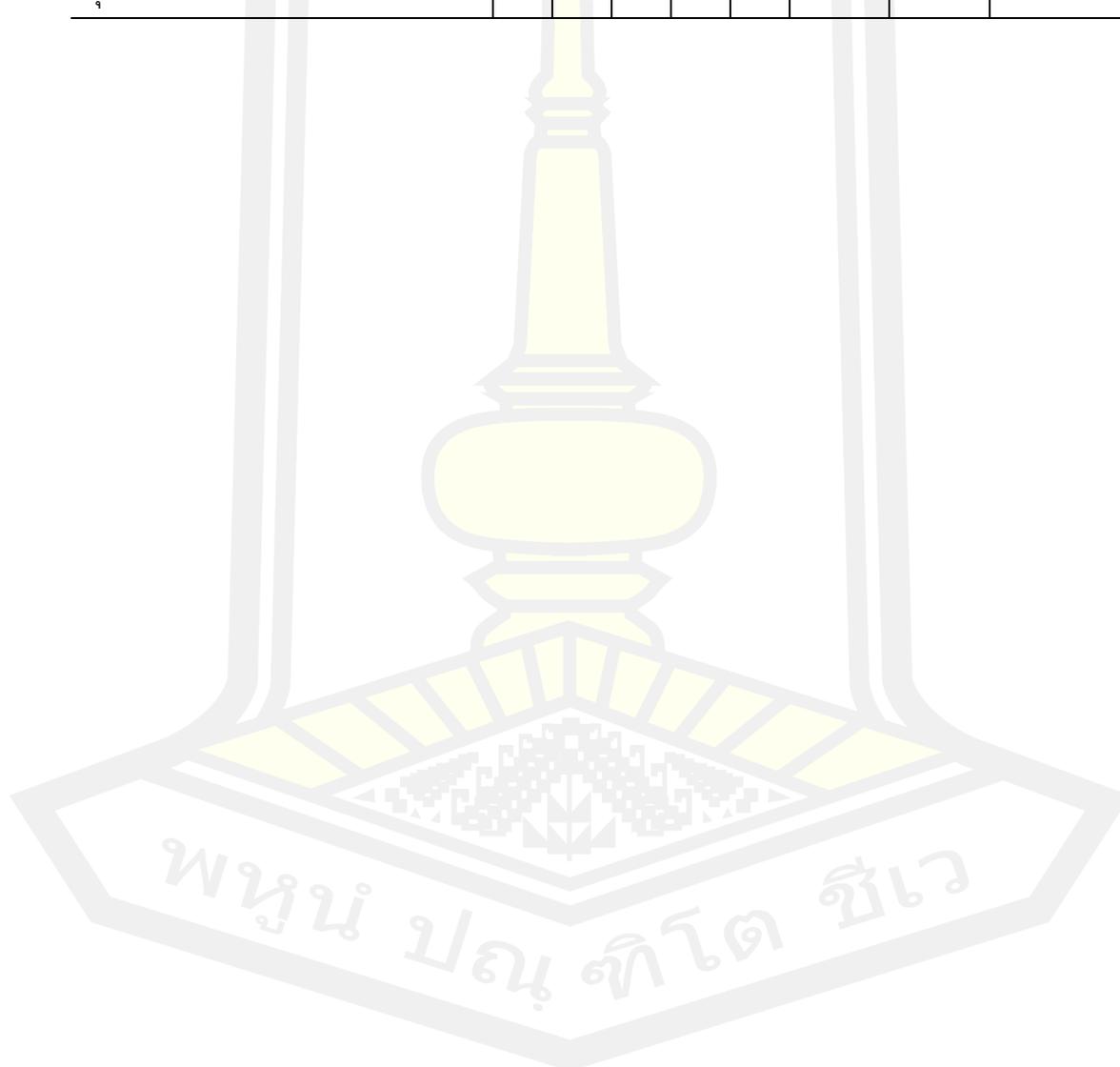
**ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**  
**ของแบบสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์**

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
การแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
การสื่อสารและการสื่อความหมาย	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
การเชื่อมโยง	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
การให้เหตุผล	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
การคิดสร้างสรรค์	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้



ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)  
ของแบบสังเกตพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					$\sum x$	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
มีวินัย	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
ใฝ่เรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้
มุ่งมั่นในการทำงาน	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	ใช้ได้



### ภาคผนวก ค

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่ใช้ในการจัดกลุ่มนักเรียน
- การจัดกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
- การตั้งชื่อแสดงแทนตัวตนของนักเรียน
- คะแนนผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1
- คะแนนผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2
- คะแนนผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3
- คะแนนผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4
- สรุปผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ
- คะแนนผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- คะแนนผลการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

พหุ ประถมศึกษา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ที่ใช้ประกอบการจัดกลุ่มนักเรียน

เลขที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ระดับคุณภาพ
1	55	พอใช้
2	78	ดีมาก
3	56	พอใช้
4	56	พอใช้
5	66	ค่อนข้างดี
6	55	พอใช้
7	76	ดีมาก
8	57	พอใช้
9	65	ค่อนข้างดี
10	57	พอใช้
11	60	ปานกลาง
12	67	ค่อนข้างดี
13	68	ค่อนข้างดี
14	61	ปานกลาง
15	68	ค่อนข้างดี
16	75	ดีมาก

เกณฑ์การกำหนดระดับคุณภาพ

คะแนน	ระดับคุณภาพ	คะแนน	ระดับคุณภาพ
0 – 49	ต่ำกว่าเกณฑ์	65 – 69	ค่อนข้างดี
50 – 54	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	70 – 74	ดี
55 – 59	พอใช้	75 – 79	ดีมาก
60 – 64	ปานกลาง	80 – 100	ดีเยี่ยม

## การจัดกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ระดับคุณภาพ	ลำดับที่ของนักเรียน	ลำดับที่ในห้องเรียน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	กลุ่มที่สังกัด
ดีมาก จำนวน 3 คน	1	2	78	B
	2	7	76	A
	3	16	75	C
ค่อนข้างดี จำนวน 5 คน	4	13	68	D
	5	15	68	D
	6	12	67	B
	7	5	66	A
	8	9	65	C
ปานกลาง จำนวน 2 คน	9	14	61	B
	10	11	60	C
พอใช้ จำนวน 6 คน	11	8	57	D
	12	10	57	A
	13	3	56	A
	14	4	56	C
	15	1	55	B
	16	6	55	D

กลุ่ม A ได้แก่ สมาชิกเลขที่ 3 5 7 10

กลุ่ม B ได้แก่ สมาชิกเลขที่ 1 2 12 14

กลุ่ม C ได้แก่ สมาชิกเลขที่ 4 9 11 16

กลุ่ม D ได้แก่ สมาชิกเลขที่ 6 8 13 15

## การตั้งชื่อแสดงแทนตัวตน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	กลุ่มที่สังกัด	ชื่อแสดงแทน
1	B	เฟิร์สคลาส
2	B	ฟิลลิ่ง
3	A	กล้องฟิล์ม
4	C	พีพี
5	A	แผ่นโฟม
6	D	ลูกบาศ
7	A	รถเบนซ์
8	D	ขุนพันธุ์
9	C	แม่ก๊ก
10	A	สิงโต
11	C	ฟาวิก
12	B	ครีมมี่
13	D	แก้มอ้วน
14	B	ฟ้าใส
15	D	โอปอ
16	C	วุ้นเส้น

## ชื่อกลุ่ม

- กลุ่ม A : กลุ่มวงกลม  
 กลุ่ม B : กลุ่มสี่เหลี่ยม  
 กลุ่ม C : กลุ่มหลายเหลี่ยม  
 กลุ่ม D : กลุ่มวงรี

## คะแนนผลการทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติการที่ 1

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อย ทำยวงจรปฏิบัติการที่ 1		ร้อยละ	ผ่าน เกณฑ์	ไม่ผ่าน เกณฑ์
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			
1	20	16	80	✓	
2	20	18	90	✓	
3	20	12	60		✓
4	20	10	50		✓
5	20	17	85	✓	
6	20	13	65		✓
7	20	17	85	✓	
8	20	15	75	✓	
9	20	16	80	✓	
10	20	14	70	✓	
11	20	16	80	✓	
12	20	16	80	✓	
13	20	17	85	✓	
14	20	15	75	✓	
15	20	17	85	✓	
16	20	18	90	✓	
รวม	320	247	1,235	13	3
ค่าเฉลี่ย	20	15.44	77.19	0.81	0.19
ร้อยละ	-	77.19	-	81.25	18.75
$\sigma$	-	2.15	-	-	-
คะแนนสูงสุด	-	18	90	-	-
คะแนนต่ำสุด	-	10	50	-	-

## คะแนนผลการทดสอบย่อยทำนองจรปฏิบัติการที่ 2

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อย ทำนองจรปฏิบัติการที่ 2		ร้อยละ	ผ่าน เกณฑ์	ไม่ผ่าน เกณฑ์
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			
1	20	13	65		✓
2	20	17	85	✓	
3	20	13	65		✓
4	20	6	30		✓
5	20	16	80	✓	
6	20	11	55		✓
7	20	18	90	✓	
8	20	11	55		✓
9	20	15	75	✓	
10	20	16	80	✓	
11	20	13	65		✓
12	20	16	80	✓	
13	20	17	85	✓	
14	20	15	75	✓	
15	20	18	90	✓	
16	20	18	90	✓	
รวม	320	233	1,165	10	6
ค่าเฉลี่ย	20	14.56	72.81	0.63	0.38
ร้อยละ	-	72.81	-	62.50	37.50
$\sigma$	-	3.52	-	-	-
คะแนนสูงสุด	-	18	90	-	-
คะแนนต่ำสุด	-	6	30	-	-

## คะแนนผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อย ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3		ร้อยละ	ผ่าน เกณฑ์	ไม่ผ่าน เกณฑ์
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			
1	30	18	60		✓
2	30	26	86.67	✓	
3	30	21	70	✓	
4	30	14	46.67		✓
5	30	21	70	✓	
6	30	16	53.33		✓
7	30	24	80	✓	
8	30	16	53.33		✓
9	30	21	70	✓	
10	30	21	70	✓	
11	30	20	66.67		✓
12	30	22	73.33	✓	
13	30	23	76.67	✓	
14	30	20	66.67		✓
15	30	23	76.67	✓	
16	30	24	80	✓	
รวม	480	330	1,100	10	6
ค่าเฉลี่ย	30	20.63	68.75	0.63	0.38
ร้อยละ	-	68.75	-	62.50	37.50
$\sigma$	-	3.20	-	-	-
คะแนนสูงสุด	-	26	86.67	-	-
คะแนนต่ำสุด	-	14	46.67	-	-

## คะแนนผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบย่อย ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4		ร้อยละ	ผ่าน เกณฑ์	ไม่ผ่าน เกณฑ์
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			
1	30	23	76.67	✓	
2	30	27	90	✓	
3	30	22	73.33	✓	
4	30	16	53.33		✓
5	30	25	83.33	✓	
6	30	10	33.33		✓
7	30	24	80	✓	
8	30	8	26.67		✓
9	30	21	70	✓	
10	30	23	76.67	✓	
11	30	21	70	✓	
12	30	22	73.33	✓	
13	30	24	80	✓	
14	30	21	70	✓	
15	30	22	73.33	✓	
16	30	28	93.33	✓	
<b>รวม</b>	<b>480</b>	<b>337</b>	<b>1,123.33</b>	<b>13</b>	<b>3</b>
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>30</b>	<b>21.06</b>	<b>70.21</b>	<b>0.81</b>	<b>0.19</b>
<b>ร้อยละ</b>	<b>-</b>	<b>70.21</b>	<b>-</b>	<b>81.25</b>	<b>18.75</b>
<b><math>\sigma</math></b>	<b>-</b>	<b>5.77</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนสูงสุด</b>	<b>-</b>	<b>28</b>	<b>93.33</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนต่ำสุด</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>26.67</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

## สรุปผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ

ลำดับที่	วงจร ปฏิบัติการ ที่ 1 (20)	วงจร ปฏิบัติการ ที่ 2 (20)	วงจร ปฏิบัติการ ที่ 3 (30)	วงจร ปฏิบัติการ ที่ 4 (30)	คะแนน รวม (100)	ร้อยละ ของ คะแนน รวม	ผ่าน เกณฑ์	ไม่ ผ่าน เกณฑ์
1	16	13	18	23	70	70	✓	
2	18	17	26	27	88	88	✓	
3	12	13	21	22	68	68		✓
4	10	6	14	16	46	46		✓
5	17	16	21	25	79	79	✓	
6	13	11	16	10	50	50		✓
7	17	18	24	24	83	83	✓	
8	15	11	16	8	50	50		✓
9	16	15	21	21	73	73	✓	
10	14	16	21	23	74	74	✓	
11	16	13	20	21	70	70	✓	
12	16	16	22	22	76	76	✓	
13	17	17	23	24	81	81	✓	
14	15	15	20	21	71	71	✓	
15	17	18	23	22	80	80	✓	
16	18	18	24	28	88	88	✓	
<b>รวม</b>	<b>247</b>	<b>233</b>	<b>330</b>	<b>337</b>	<b>1,147</b>	<b>1,147</b>	<b>12</b>	<b>4</b>
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>15.44</b>	<b>14.56</b>	<b>20.63</b>	<b>21.06</b>	<b>71.69</b>	<b>71.69</b>	<b>0.75</b>	<b>0.25</b>
<b>ร้อยละ</b>	<b>77.19</b>	<b>72.81</b>	<b>68.75</b>	<b>70.21</b>	<b>71.69</b>	<b>-</b>	<b>75</b>	<b>25</b>
<b>σ</b>	<b>2.15</b>	<b>3.52</b>	<b>3.20</b>	<b>5.77</b>	<b>12.95</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

## คะแนนผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์		ร้อยละ	ผ่าน เกณฑ์	ไม่ผ่าน เกณฑ์
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			
1	30	24	80	✓	
2	30	27	90	✓	
3	30	21	70	✓	
4	30	12	40		✓
5	30	23	76.67	✓	
6	30	18	60		✓
7	30	25	83.33	✓	
8	30	17	56.67		✓
9	30	23	76.67	✓	
10	30	24	80	✓	
11	30	23	76.67	✓	
12	30	24	80	✓	
13	30	23	76.67	✓	
14	30	22	73.33	✓	
15	30	24	80	✓	
16	30	26	86.67	✓	
<b>รวม</b>	<b>480</b>	<b>356</b>	<b>1,186.67</b>	<b>13</b>	<b>3</b>
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>30</b>	<b>22.25</b>	<b>74.17</b>	<b>0.81</b>	<b>0.19</b>
<b>ร้อยละ</b>	<b>-</b>	<b>74.17</b>	<b>-</b>	<b>81.25</b>	<b>18.75</b>
<b><math>\sigma</math></b>	<b>-</b>	<b>3.89</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนสูงสุด</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	<b>90</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>คะแนนต่ำสุด</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>40</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

## คะแนนผลการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		ร้อยละ	ผ่าน เกณฑ์	ไม่ผ่าน เกณฑ์
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			
1	10	8	80	✓	
2	10	9	90	✓	
3	10	7	70	✓	
4	10	6	60		✓
5	10	8	80	✓	
6	10	7	70	✓	
7	10	9	90	✓	
8	10	7	70	✓	
9	10	8	80	✓	
10	10	7	70	✓	
11	10	7	70	✓	
12	10	8	80	✓	
13	10	9	90	✓	
14	10	8	80	✓	
15	10	9	90	✓	
16	10	9	90	✓	
รวม	160	126	1260	15	1
ค่าเฉลี่ย	10	7.88	78.75	0.94	0.06
ร้อยละ	-	78.75	-	93.75	6.25
$\sigma$	-	0.99	-	-	-
คะแนนสูงสุด	-	9	90	-	-
คะแนนต่ำสุด	-	6	60	-	-

ภาคผนวก ง  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ
- แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน
- เกณฑ์การวัดและประเมินผล

พหุบัณฑิต ชีวะ

## แผนปฐมนิเทศ

รายวิชาคณิตศาสตร์ (ค16101)

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 รูปเรขาคณิตสามมิติ

เวลาเรียน 15 ชั่วโมง

เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวกรรณา ศรีพิวลัว

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

สอนวันที่..... เดือน..... พ.ศ. ....

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

## สาระสำคัญ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ผู้เรียนได้แสดงออกทางความคิดหรือแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหา และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ผลงานด้วยทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์ตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียนผ่านสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ครูเป็นผู้นำเสนอ และมีการนำเสนอและเปรียบเทียบแนวคิดในการแก้ปัญหาของผู้เรียนในชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง พัฒนา และสรุปเป็นสาระสำคัญของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดนั้นๆ

## จุดประสงค์การเรียนรู้ (K)

เพื่อชี้แจง แจงข้อปฏิบัติและข้อตกลงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

## ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P)

-

## คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

## กิจกรรมการเรียนรู้

## ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. ครูเปิดคลิปวิดีโอตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดให้นักเรียนดู
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อแตกต่างของบรรยากาศการเรียนการสอนในห้องเรียนของตนเองกับห้องเรียนในคลิปวิดีโอ

#### ชั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น

1. ครูชี้แจงกับนักเรียนถึงข้อปฏิบัติ และข้อตกลงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จัดกิจกรรมตามลำดับขั้นตอน โดยการนำป้ายขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ติดบนกระดาน พร้อมทั้งอธิบายให้นักเรียนเข้าใจที่ละขั้นตอน ดังนี้
  - 1) ชำนาญเสนอสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ปลายเปิด หมายถึง ขั้นตอนที่ครูจะเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาในชั้นเรียน อธิบายให้ผู้เรียนได้รับรู้สถานการณ์ปัญหาอย่างชัดเจน ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
  - 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนได้รับรู้สถานการณ์ปัญหาแล้ว ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ ทั้งรายบุคคล เป็นคู่ หรือเป็นกลุ่มย่อยตามความเหมาะสมของแต่ละชั้นเรียน โดยผู้เรียนแต่ละคนจะใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา สามารถแลกเปลี่ยนแนวคิด วางแผนแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ
  - 3) ขั้นการอภิปรายในกลุ่มและการอภิปรายหน้าชั้นเรียน หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองแล้ว ครูจะให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปแนวคิดของกลุ่มตนเองก่อน จากนั้นครูจะสุ่มตัวแทนของแต่ละกลุ่มเพื่อนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองให้ผู้เรียนในชั้นเรียนดู และตรวจสอบแนวคิดของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่นๆ ในชั้นเรียนว่าเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร
  - 4) ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนทุกคนได้ร่วมกันอภิปรายแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเองแล้ว ในขั้นตอนนี้ ครูและผู้เรียนจะร่วมกันเปรียบเทียบแนวคิดของแต่ละกลุ่มถึงความเหมือนและความแตกต่าง หาแนวคิดที่มีความเหมาะสมที่สุดในการแก้สถานการณ์ปัญหานั้นๆ และร่วมกันสรุปเป็นสาระสำคัญ

2. ครูชี้แจงเกี่ยวกับเรื่องการจัดกลุ่มนักเรียน พร้อมกับแสดงตารางรายชื่อของนักเรียน แต่ละกลุ่มบนกระดาน ซึ่งในการจัดกลุ่มนักเรียนครูใช้คะแนนจากการสอบปลายภาคเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 คน โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่างกันตั้งแต่ สูง ปานกลาง พอใช้และ อ่อน
3. ให้นักเรียนเข้ากลุ่มตามรายชื่อที่ครูแจ้งและร่วมกันตั้งชื่อกลุ่มของตนเอง
4. ครูชี้แจงรายละเอียดของเนื้อหาที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยแยกเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 15 แผน 4 วงจรปฏิบัติการ วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 , วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-8 , วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9-12 และวงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13-15 เมื่อเรียนจบแต่ละวงจะปฏิบัติการนักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 4 ครั้ง และเมื่อเรียนจบทั้งหมด 15 แผนการจัดการเรียนรู้ 4 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นการทำให้แบบทดสอบเพื่อนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบแต่ละครั้งไปเปรียบเทียบหาคะแนนในการพัฒนาของนักเรียนแต่ละคน และคะแนนการพัฒนาของแต่ละกลุ่ม

### ขั้นสรุป

1. ครูใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปดังนี้
  - 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีกี่ขั้นตอน อย่างไรบ้าง
  - 2) มีวิธีการอย่างไรที่จะทำให้การทำกิจกรรมกรรมของกลุ่มตนเองบรรลุเป้าหมายหรือสามารถหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้

### สื่อการเรียนรู้

1. คลิปวิดีโอ
2. ป้ายแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
3. ตารางแสดงรายชื่อสมาชิกแต่ละกลุ่ม

## การวัดและการประเมิน

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้	การสังเกตการ ร่วมมือในการทำ กิจกรรมในชั้นเรียน การร่วมมือในการ ทำกิจกรรมกลุ่ม การตอบคำถาม และ การอภิปราย	แบบสังเกตและ บันทึกคะแนน พฤติกรรมขณะทำ กิจกรรมกลุ่ม	70% ขึ้นไป ถือว่า ผ่านเกณฑ์การ ประเมิน
ด้านทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	-	-	-
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	สังเกตพฤติกรรม ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์	แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	นักเรียนได้คะแนน ระดับคุณภาพดี ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน



คลิปวิดีโอตัวอย่างการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach)



ตัวอย่างป้ายแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด



### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาคณิตศาสตร์ (ค16101)

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 รูปเรขาคณิตสามมิติ

เวลาเรียน 15 ชั่วโมง

เรื่อง อย่างไรก็ตาม...ถึงเรียกปริซึม

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวกรรณา ศรีพิวลี

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

สอนวันที่..... เดือน..... พ.ศ. ....

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

#### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.2 : เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต  
ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และ  
นำไปใช้

#### ตัวชี้วัด

ค 2.2 ป.6/3 : บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆ

#### สาระสำคัญ

- ปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐาน 2 หน้า เป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน หน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
- ชนิดของปริซึม จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน
- จำนวนหน้าข้างของปริซึม เท่ากับจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน
- จำนวนหน้าทั้งหมดของปริซึม เท่ากับจำนวนหน้าตัดหรือฐาน รวมกับจำนวนหน้าข้าง

#### จุดประสงค์การเรียนรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถบอกลักษณะของปริซึมได้
2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างปริซึมในชีวิตประจำวันได้
3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับปริซึมไปใช้ในชีวิตจริงได้

### ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P)

1. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยง
3. การให้เหตุผล
4. การคิดสร้างสรรค์

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

### สาระการเรียนรู้

ลักษณะและส่วนต่างๆ ของปริซึม

### กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ปลายเปิด (10 นาที)

1. ครูและนักเรียนทักทายกัน และถามนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติ โดยให้นักเรียนดูรูปภาพแสดงแทนเรขาคณิตสองมิติ พร้อมทั้งบอกชื่อและสูตรการหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตสองมิตินั้น ได้แก่ รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมคางหมู รูปสี่เหลี่ยมรูปลาว และวงกลม
2. ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับกล่องลักษณะต่างๆ ที่นักเรียนเคยเห็นในชีวิตประจำวัน
3. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา โดยติดแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งบนกระดาน
  - สถานการณ์ปัญหา : ครูต้องการทำกล่องเพื่อใส่ของขวัญปีใหม่ให้คุณแม่
  - คำสั่ง : ให้นักเรียนสร้างกล่องที่ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติ
4. นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งพร้อมกัน หากนักเรียนคนใดมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจในคำสั่งให้ซักถามเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันทั้งชั้นเรียน
5. ครูแจกใบกิจกรรม “กล่องของขวัญ” และอุปกรณ์ให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม

### ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง (30 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรม ครูสังเกตแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียน ในการออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน
2. ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันคิดและทำกิจกรรมให้เสร็จทันเวลาที่กำหนด

### ขั้นการอภิปรายในกลุ่มและอภิปรายหน้าชั้นเรียน (10 นาที)

1. นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน โดยใช้ประเด็นการอภิปรายดังนี้
  - นักเรียนมีวิธีในการสร้างกล่องอย่างไร
  - กล่องที่นักเรียนสร้างมีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใด และมีกี่ด้าน
  - กล่องที่นักเรียนสร้างมีหน้าข้างเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใด และมีกี่ด้าน
  - จำนวนหน้าทั้งหมดของกล่องมีกี่ด้าน

### ขั้นสรุปทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด (10 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปทเรียนและเชื่อมโยงแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะและส่วนต่างๆ ของปริซึม และร่วมกันยกตัวอย่างปริซึมที่พบในชีวิตประจำวัน

### สื่อการเรียนรู้

1. ภาพแสดงแทนรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดต่างๆ
2. ภาพแสดงแทนปริซึม
3. สถานการณ์ปัญหา/คำสั่ง
4. ใบกิจกรรม “กล่องของขวัญ”
5. รูปเรขาคณิตสองมิติ
6. การดาษการ์ดแข็ง
7. กรรไกร ไม้บรรทัด กาว/กาวสองหน้า

## การวัดและการประเมิน

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้	ทำใบกิจกรรม “กล่องของขวัญ”	ใบกิจกรรม “กล่องของขวัญ”	70% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	สังเกตพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	แบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	นักเรียนได้คะแนนระดับคุณภาพดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	สังเกตพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนได้คะแนนระดับคุณภาพดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน





สมาชิกกลุ่ม.....

- 1..... 2 .....
- 3..... 4.....

**ใบกิจกรรม “กล่องของขวัญ”**

1. นักเรียนมีวิธีในการสร้างกล่องอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. หน้าตัดหรือฐานของกล่องเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใด และมีกี่ด้าน

.....

.....

.....

3. กล่องที่นักเรียนสร้างมีหน้าข้างเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใด และมีกี่ด้าน

.....

.....

.....

4. จำนวนหน้าทั้งหมดของกล่องมีกี่ด้าน

.....

## เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรม “กล่องของขวัญ”

คะแนน : ความหมาย	ผลการทำใบกิจกรรม	ความสามารถในการให้เหตุผล
5 : ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผล
4 : ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการ ตัดสินใจ
3 : พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่ แสดงวิธีทำ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน หรือ การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการ ตรวจสอบ	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลใน การประกอบการตัดสินใจ
2 : ควรแก้ไข	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	มีความพยายามเสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจ
1 : ต้องปรับปรุง	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ



### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายวิชาคณิตศาสตร์ (ค16101)

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 รูปเรขาคณิตสามมิติ

เวลาเรียน 15 ชั่วโมง

เรื่อง ความเหมือนที่แตกต่าง

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวกรรณา ศรีผิวลิว

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

สอนวันที่..... เดือน..... พ.ศ. ....

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

#### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.2 : เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต

ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

#### ตัวชี้วัด

ค 2.2 ป.6/4 : ระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่ และระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

#### สาระสำคัญ

- รูปเรขาคณิตสองมิติที่สามารถพับให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้ เป็นรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น

#### จุดประสงค์การเรียนรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถสร้างแบบรูปของลูกบาศก์ได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการที่ใช้ในการสร้างแบบรูปของลูกบาศก์ได้

#### ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P)

1. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยง
3. การให้เหตุผล
4. การคิดสร้างสรรค์

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

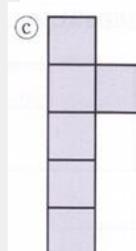
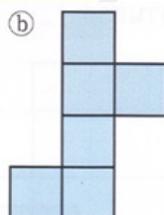
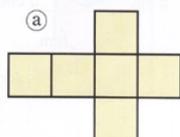
### สาระการเรียนรู้

รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

### กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ปลายเปิด (10 นาที)

1. ครูและนักเรียนทักทายกัน และนำลูกบาศก์แจกให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาลักษณะและส่วนประกอบ
2. ครูนำตัวอย่างแบบรูป (รูปคลี่) ของลูกบาศก์ 3 แบบติดบนกระดาน แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า แบบรูปนั้นเป็นแบบรูปของลูกบาศก์หรือไม่



3. ครูติดแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งบนกระดาน
  - สถานการณ์ปัญหา : สร้างให้เหมือน แต่...แตกต่าง
  - คำสั่ง : 1) ให้นักเรียนช่วยกันสร้างแบบรูปของลูกบาศก์ที่แตกต่างกันให้ได้มากที่สุด
  - 2) อธิบายหลักการที่ใช้สร้างแบบรูปของลูกบาศก์
4. นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งพร้อมกัน หากนักเรียนคนใดมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจในคำสั่งให้ซักถามเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันทั้งชั้นเรียน
5. ครูแจกใบกิจกรรม “ความเหมือนที่แตกต่าง” และอุปกรณ์ให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม

**ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง (25 นาที)**

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรม ครูสังเกตแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียน ในการออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน
2. ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันคิดและทำกิจกรรมให้เสร็จทันเวลาที่กำหนด

**ขั้นการอภิปรายในกลุ่มและอภิปรายหน้าชั้นเรียน (15 นาที)**

1. นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน โดยใช้ประเด็นการอภิปรายดังนี้
  - ส่วนประกอบของลูกบาศก์
  - หลักการและวิธีการสร้างแบบรูปของลูกบาศก์

**ขั้นสรุปทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด (10 นาที)**

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปทเรียนและเชื่อมโยงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบรูปของลูกบาศก์

**สื่อการเรียนรู้**

1. สถานการณ์ปัญหา
2. คำสั่ง
3. ตัวอย่างแบบรูปของลูกบาศก์ (รูปคลี่)
4. ใบกิจกรรม “ความเหมือนที่แตกต่าง”
5. กระดาษตาราง

## การวัดและการประเมิน

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้	ทำใบกิจกรรม “ความเหมือนที่ แตกต่าง”	ใบกิจกรรม “ความเหมือนที่ แตกต่าง”	70% ขึ้นไป ถือว่า ผ่านเกณฑ์การ ประเมิน
ด้านทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	สังเกตพฤติกรรม ด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	นักเรียนได้คะแนน ระดับคุณภาพดี ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	สังเกตพฤติกรรม ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์	แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	นักเรียนได้คะแนน ระดับคุณภาพดี ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน





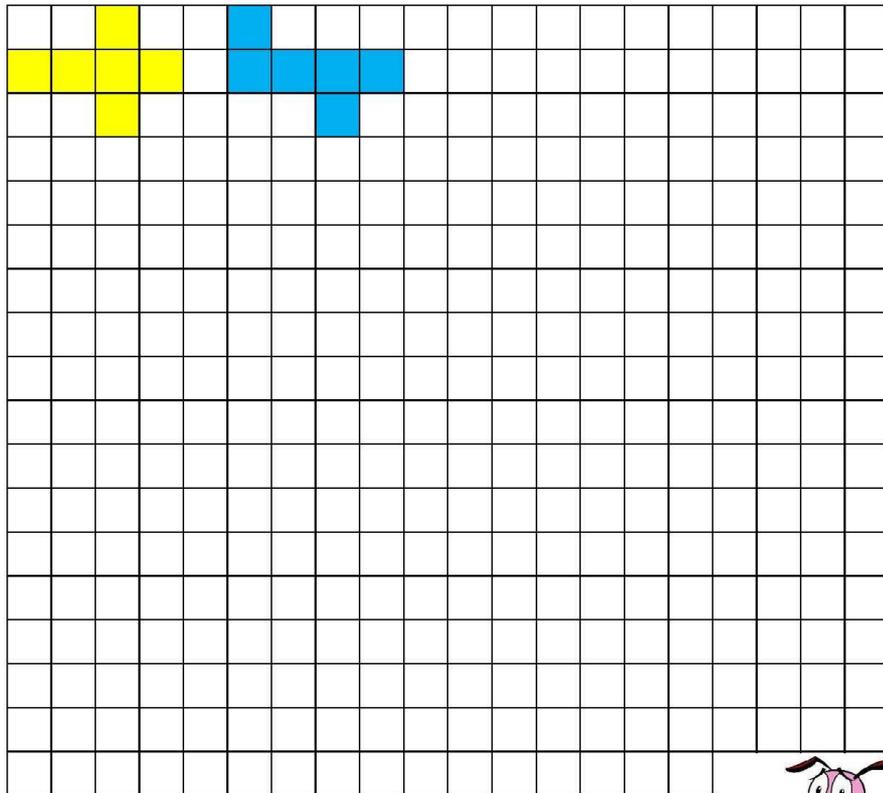
สมาชิกกลุ่ม.....

1..... 2 .....

3..... 4.....

**ใบกิจกรรม “ความเหมือนที่แตกต่าง”**

1) ให้นักเรียนช่วยกันสร้างแบบรูปของลูกบาศก์ที่ต่างจากกันให้ได้มากที่สุด



2) อธิบายหลักการที่ใช้สร้างแบบรูปของลูกบาศก์

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



## เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรม “ความเหมือนที่แตกต่าง”

คะแนน : ความหมาย	ผลการทำใบกิจกรรม	ความสามารถในการให้เหตุผล
5 : ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผล
4 : ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการ ตัดสินใจ
3 : พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่ แสดงวิธีทำ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน หรือ การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการ ตรวจสอบ	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลใน การประกอบการตัดสินใจ
2 : ควรแก้ไข	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	มีความพยายามเสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจ
1 : ต้องปรับปรุง	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ



### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

รายวิชาคณิตศาสตร์ (ค16101)

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 รูปเรขาคณิตสามมิติ

เวลาเรียน 15 ชั่วโมง

เรื่อง หาปริมาตรได้อย่างไร

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวกรรณา ศรีพิวลัว

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

สอนวันที่..... เดือน..... พ.ศ. ....

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

#### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

#### ตัวชี้วัด

ค 2.1 ป.6/1 : แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

#### สาระสำคัญ

- การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นการหาขนาดของทรงตัน เมื่อรู้ความกว้าง ความยาว และความสูง จะสามารถหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ได้จาก ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ใน ชีวิตจริงได้

#### ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. การแก้ปัญหา
2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
3. การเชื่อมโยง
4. การให้เหตุผล

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

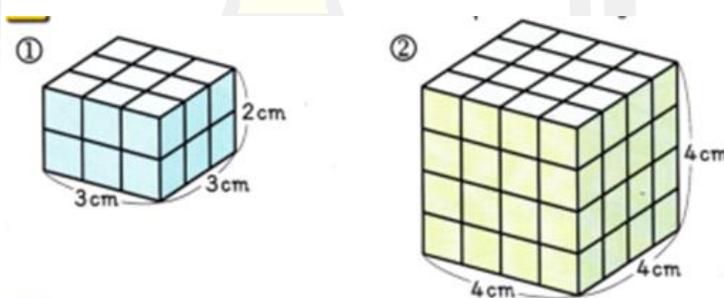
### สาระการเรียนรู้

ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

### กิจกรรมการเรียนรู้

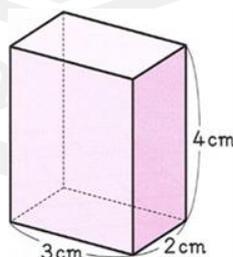
ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ปลายเปิด (10 นาที)

1. ครูและนักเรียนทักทายกัน จากนั้นครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการนำรูปภาพแสดงความสัมพันธ์ของการหาปริมาตรติดบนกระดาน พร้อมกับร่วมสนทนาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปภาพนั้น และใช้การถาม-ตอบ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน



2. ครูติดแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งบนกระดาน

- สถานการณ์ปัญหา : ช่วยกันคิดเกี่ยวกับวิธีการเพื่อหาปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก



- คำสั่ง : 1) มีจำนวนลูกบาศก์ขนาด  $1\text{cm}^3$  ที่อยู่ชั้นล่างสุดเท่าใด
- 2) มีจำนวนชั้นทั้งหมดกี่ชั้น
- 3) มีจำนวนลูกบาศก์ขนาด  $1\text{cm}^3$  อยู่ทั้งหมดเท่าใด

3. นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งพร้อมกัน หากนักเรียนคนใดมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจในคำสั่งให้ซักถามเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันทั้งชั้นเรียน

4. ครูแจกใบกิจกรรม “หาปริมาตรได้อย่างไร” และอุปกรณ์ให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม

#### ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง (20 นาที)

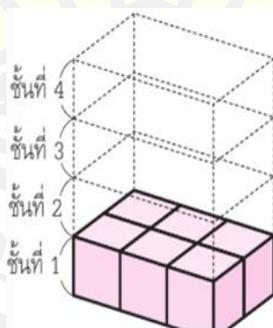
1. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรม ครูสังเกตแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียน ในการออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน
2. ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันคิดและทำกิจกรรมให้เสร็จทันเวลาที่กำหนด

#### ชั้นการอภิปรายในกลุ่มและอภิปรายหน้าชั้นเรียน (15 นาที)

1. นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยใช้ประเด็นต่อไปนี้
  - วิธีการหาปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก
  - สูตรการหาปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก

#### ชั้นสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด (10 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรม เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการหาปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก และสูตรการหาปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก (ความกว้าง  $\times$  ความยาว  $\times$  ความสูง) โดยใช้ภาพแสดงความสัมพันธ์ของการหาปริมาตร (จากชั้นล่างสุด)



และเชื่อมโยงแนวคิดให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริง

### สื่อการเรียนรู้

1. สถานการณ์ปัญหา
2. คำสั่ง
3. ภาพแสดงความสัมพันธ์ของการหาปริมาตร
4. ภาพแสดงความสัมพันธ์ของการหาปริมาตร (จากชั้นล่างสุด)
5. ใบกิจกรรม “หาปริมาตรได้อย่างไร”

### การวัดและการประเมิน

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้	ทำใบกิจกรรม “หาปริมาตรได้อย่างไร”	ใบกิจกรรม “หาปริมาตรได้อย่างไร”	70% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	สังเกตพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	แบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	นักเรียนได้คะแนนระดับคุณภาพดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	สังเกตพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนได้คะแนนระดับคุณภาพดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน



**ใบกิจกรรม**

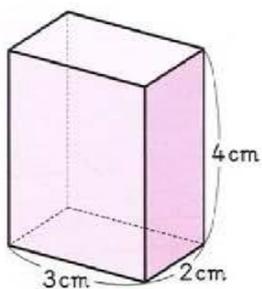
**“หาปริมาตรได้อย่างไร”**

สมาชิกกลุ่ม.....

1..... 2.....

3..... 4.....

ช่วยกันคิดเกี่ยวกับวิธีการเพื่อหาปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก



1) มีจำนวนลูกบาศก์ขนาด  $1\text{cm}^3$  ที่อยู่ชั้นล่างสุดเท่าใด

.....

.....

.....

2) มีจำนวนชั้นทั้งหมดกี่ชั้น

.....

.....

.....

3) มีจำนวนลูกบาศก์ขนาด  $1\text{cm}^3$  อยู่ทั้งหมดเท่าใด

.....

.....

.....

## เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรม “หาปริมาตรได้อย่างไร”

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
การทำความเข้าใจปัญหา	2	เขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
	1	เขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่แสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน หรือ เขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง แต่แสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
	0	เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีร่องรอยในการทำความเข้าใจปัญหา
การวางแผนแก้ปัญหา	3	เขียนแนวทางการแก้ปัญหา แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
	2	เขียนแนวทางการแก้ปัญหา แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน
	1	เขียนแนวทางการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง
	0	ไม่มีร่องรอยในการวางแผนแก้ปัญหา
การดำเนินการแก้ปัญหา	3	ดำเนินการแก้ปัญหตามแนวทางที่วางไว้สำเร็จ ถูกต้องสมบูรณ์
	2	ดำเนินการแก้ปัญหตามแนวทางที่วางไว้สำเร็จบางส่วน
	1	ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
	0	ไม่มีร่องรอยในการดำเนินการแก้ปัญหา
การตรวจสอบ	2	มีการตรวจสอบคำตอบกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และคำตอบสอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไข
	1	มีการตรวจสอบคำตอบกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด แต่คำตอบไม่สอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไขนั้น
	0	ตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีร่องรอยในการตรวจสอบคำตอบ

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15

รายวิชาคณิตศาสตร์ (ค16101)

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 รูปเรขาคณิตสามมิติ

เวลาเรียน 15 ชั่วโมง

เรื่อง สัมพันธ์กันอย่างไร

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวกรรณา ศรีพิวลัว

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

สอนวันที่..... เดือน..... พ.ศ. ....

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

#### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

#### ตัวชี้วัด

ค 2.1 ป.6/1 : แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

#### สาระสำคัญ

- การแก้โจทย์ปัญหาเริ่มจากการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา วางแผน แก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนและตรวจสอบ

#### จุดประสงค์การเรียนรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้
2. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

#### ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P)

1. การแก้ปัญหา
2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
3. การเชื่อมโยง
4. การให้เหตุผล

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

### สาระการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

### กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ปลายเปิด (10 นาที)

1. ครูและนักเรียนทักทายกัน และร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับขนมไทยที่นักเรียนชอบกิน
2. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา โดยติดภาพขนมชั้น และสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับขั้นตอนการขนมชั้นและการขายขนมชั้น โดยใช้การถาม-ตอบ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน



3. ครูติดแถบสถานการณ์ปัญหาและแถบคำสั่งบนกระดาน
  - สถานการณ์ปัญหา : “ขนมชั้นเป็นขนมไทยที่มีรสชาติหวานมีสีอันสวยงาม แบ่งเป็น

ชั้นๆ บรรจุในถาดทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 30 เซนติเมตรสูง 5 เซนติเมตร”

- คำสั่ง : ช่วยแม่ค้าคิดหน่อยซิว่า...

- 1) ความจุของถาดขนมชั้นเท่ากับกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 2) ถ้านมชั้นที่บรรจุในถาดต่ำกว่าขอบถาด 1 เซนติเมตร ปริมาตรของขนมชั้นเท่ากับกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 3) ขนมชั้นที่แม่ค้าขายแต่ละชั้น มีความกว้าง และความยาวเท่ากัน คือ ยาว 5 เซนติเมตร และสูง 4 เซนติเมตร ซึ่งปริมาตรของขนมชั้น 1 ถาด เท่ากับ 3,600 ลูกบาศก์เซนติเมตร และแม่ค้าขายขนมชั้นชั้นละ 15 บาท ถ้าแม่ค้าขายขนมชั้นหมดถาดจะได้เงินทั้งหมดกี่บาท

4. นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งพร้อมกัน หากนักเรียนคนใดมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจในคำสั่งให้ซักถามเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันทั้งชั้นเรียน

5. ครูแจกใบกิจกรรม “สัมพันธ์กันอย่างไร” และอุปกรณ์ให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม

#### **ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง (20 นาที)**

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดวิเคราะห์ วางแผน และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ครูสังเกตแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อจัดกลุ่มนักเรียน ในการออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

2. ครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันคิดและทำกิจกรรมให้เสร็จทันเวลาที่กำหนด

#### **ขั้นการอภิปรายในกลุ่มและอภิปรายหน้าชั้นเรียน (15 นาที)**

1. นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยใช้ประเด็นต่อไปนี้

- โจทย์ถามอะไร
- โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง
- หาคำตอบแต่ละข้อให้แม่ค้าได้อย่างไร
- สรุปคำตอบได้อย่างไร

#### **ขั้นสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด (10 นาที)**

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมเกี่ยวกับ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังนี้ การแก้โจทย์ปัญหา เริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ และเชื่อมโยงแนวคิดให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตจริง

#### **สื่อการเรียนรู้**

1. สถานการณ์ปัญหา
2. คำสั่ง
3. ภาพขนมชั้น
4. ใบกิจกรรม “สัมพันธ์กันอย่างไร”

## การวัดและการประเมิน

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้	ทำใบกิจกรรม “สัมพันธ์กัน อย่างไร”	ใบกิจกรรม “สัมพันธ์กัน อย่างไร”	70% ขึ้นไป ถือว่า ผ่านเกณฑ์การ ประเมิน
ด้านทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	สังเกตพฤติกรรม ด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	นักเรียนได้คะแนน ระดับคุณภาพดี ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	สังเกตพฤติกรรม ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์	แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	นักเรียนได้คะแนน ระดับคุณภาพดี ขึ้นไป ถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมิน





**ใบกิจกรรม “สัมพันธ์กันอย่างไร”**

สมาชิกกลุ่ม.....

1..... 2.....

3..... 4.....

สถานการณ์ปัญหา : “ขนมชั้นเป็นขนมไทยที่มีรสชาติหวานมีสีส้ม สดขม แบ่งเป็นชั้นๆ บรรจุในถาดทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 30 เซนติเมตรสูง 5 เซนติเมตร”



คำสั่ง : ช่วยแม่ค้าคิดหน่อยซิว่า...

1) ความจุของถาดขนมชั้นเท่ากับกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

.....

.....

.....

2) ถ้าขนมชั้นที่บรรจุในถาดต่ำกว่าขอบถาด 1 เซนติเมตร ปริมาตรของขนมชั้นเท่ากับกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

.....

.....

.....

3) ขนมชั้นที่แม่ค้าขายแต่ละชั้น มีความกว้าง และความยาวเท่ากัน คือยาว 5 เซนติเมตร และสูง 4 เซนติเมตร ซึ่งปริมาตรของขนมชั้น 1 ถาด เท่ากับ 3,600 ลูกบาศก์เซนติเมตร และแม่ค้าขายขนมชั้นชั้นละ 15 บาท ถ้าแม่ค้าขายขนมชั้นหมดถาดจะได้เงินทั้งหมดกี่บาท

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรม “สัมพันธ์กันอย่างไร”

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
การทำความเข้าใจปัญหา	2	เขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
	1	เขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่แสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน หรือ เขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง แต่แสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
	0	เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีร่องรอยในการทำความเข้าใจปัญหา
การวางแผนแก้ปัญหา	3	เขียนแนวทางการแก้ปัญหา แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
	2	เขียนแนวทางการแก้ปัญหา แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน
	1	เขียนแนวทางการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง
	0	ไม่มีร่องรอยในการวางแผนแก้ปัญหา
การดำเนินการแก้ปัญหา	3	ดำเนินการแก้ปัญหตามแนวทางที่วางไว้สำเร็จ ถูกต้องสมบูรณ์
	2	ดำเนินการแก้ปัญหตามแนวทางที่วางไว้สำเร็จบางส่วน
	1	ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
	0	ไม่มีร่องรอยในการดำเนินการแก้ปัญหา
การตรวจสอบ	2	มีการตรวจสอบคำตอบกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และคำตอบสอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไข
	1	มีการตรวจสอบคำตอบกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด แต่คำตอบไม่สอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไขนั้น
	0	ตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีร่องรอยในการตรวจสอบคำตอบ

## แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1

ชื่อ-นามสกุล..... เลขที่.....

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

### คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ดังนี้

มาตรฐาน ค 2.2 : เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต

ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ค 2.2 ป.6/3 : บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆ

รายละเอียดแบบทดสอบ แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

วิธีการตอบ ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิด/วิธีคิดในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

เกณฑ์การให้คะแนน ให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถานการณ์ปัญหา : น้องส้มโอไปซื้อของที่ห้างสรรพสินค้ากับแม่ ได้เลือกซื้อขนมมา

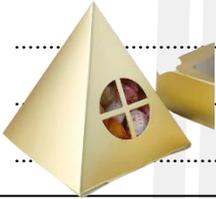
4 ชนิด ดังนี้



น้องส้มโอ พิจารณาก่อนขนมทั้งสี่ชนิดที่ซื้อมา แล้วพยายามคิดเชื่อมโยงกับเนื้อหา  
ที่ได้เรียนมาว่ามีความเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กันอย่างไร

คำสั่ง : ให้นักเรียนเขียนอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของกล่องขนมที่น้องส้มโอซื้อมา

1) .....



2) .....



3) .....



4) .....



## แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2

ชื่อ-นามสกุล..... เลขที่.....

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

### คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ดังนี้

มาตรฐาน ค 2.2 : เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต

ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ค 2.2 ป.6/4 : ระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่ และระบุรูปคลี่ของ

รูป

เรขาคณิตสามมิติ

รายละเอียดแบบทดสอบ แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

วิธีการตอบ

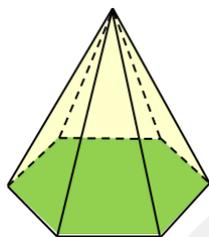
ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิด/วิธีคิดในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

เกณฑ์การให้คะแนน

ให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



3) วาดรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้



4) วาดรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนชอบ 1 ชนิด พร้อมบอกเหตุผลที่เลือก  
และอธิบายหลักการในการวาด

พหุบัน ปณ จิตโต ชีเว

.....

.....

.....

.....

### แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

ชื่อ-นามสกุล..... เลขที่.....

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

#### คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ดังนี้

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ค 2.1 ป.6/1 : แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิต

สามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

รายละเอียดแบบทดสอบ แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ

วิธีการตอบ

ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิด/วิธีคิดในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

เกณฑ์การให้คะแนน

ให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### สถานการณ์ปัญหา

คุณแม่ต้องการซื้อนมกล่องให้ลูกชายคนเล็ก จึงดูรีวิวนิสารอาหารของนมกล่อง  
4 ชนิด ดังรูป



คุณแม่ต้องการนมกล่องที่มีสารอาหารที่เพียงพอสำหรับเด็ก ซึ่งคุณแม่พิจารณาแล้ว  
เลือกมาได้ 3 ยี่ห้อ คือ S-26 GOLD , Hi-Q 1 Plus และ Enfagrow A<sup>+</sup> แต่คุณแม่  
ยังต้องการนมกล่องที่มีความจูนมเยอะด้วย นักเรียนช่วยคุณแม่คิดหน่อยสิคะ  
คุณแม่จะต้องซื้อนมกล่องไหนถึงจะตรงตามความต้องการของคุณแม่ที่สุด

คำสั่ง : ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาปริมาตรของนมกล่องแต่ละชนิด พร้อมอธิบายเหตุผล  
ประกอบการตัดสินใจสำหรับการเลือกซื้อนมกล่องของคุณแม่

1) S-26 GOLD (กว้าง 1.8 ซม. , ยาว 9 ซม. , สูง 10 ซม.)



2) Hi-Q 1 Plus (กว้าง 2 ซม. , ยาว 8 ซม. , สูง 12 ซม.)



พวงมณี ประถมศึกษา

3) Enfagrow A<sup>+</sup> (กว้าง 2.8 ซม. , ยาว 7 ซม. , สูง 10 ซม.)



Handwriting practice area with 15 horizontal dotted lines. A faint background illustration of a yellow stupa is visible behind the lines.



คุณแม่ต้องเลือกซื้อนมกล่องชนิดไหน เพราะเหตุใด

Handwriting practice area with 5 horizontal dotted lines, intended for the children's responses to the question above.

## แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 4

ชื่อ-นามสกุล..... เลขที่.....

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

### คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ดังนี้

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ค 2.1 ป.6/1 : แสดงวิธีหาค่าตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิต

สามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

รายละเอียดแบบทดสอบ แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ

วิธีการตอบ

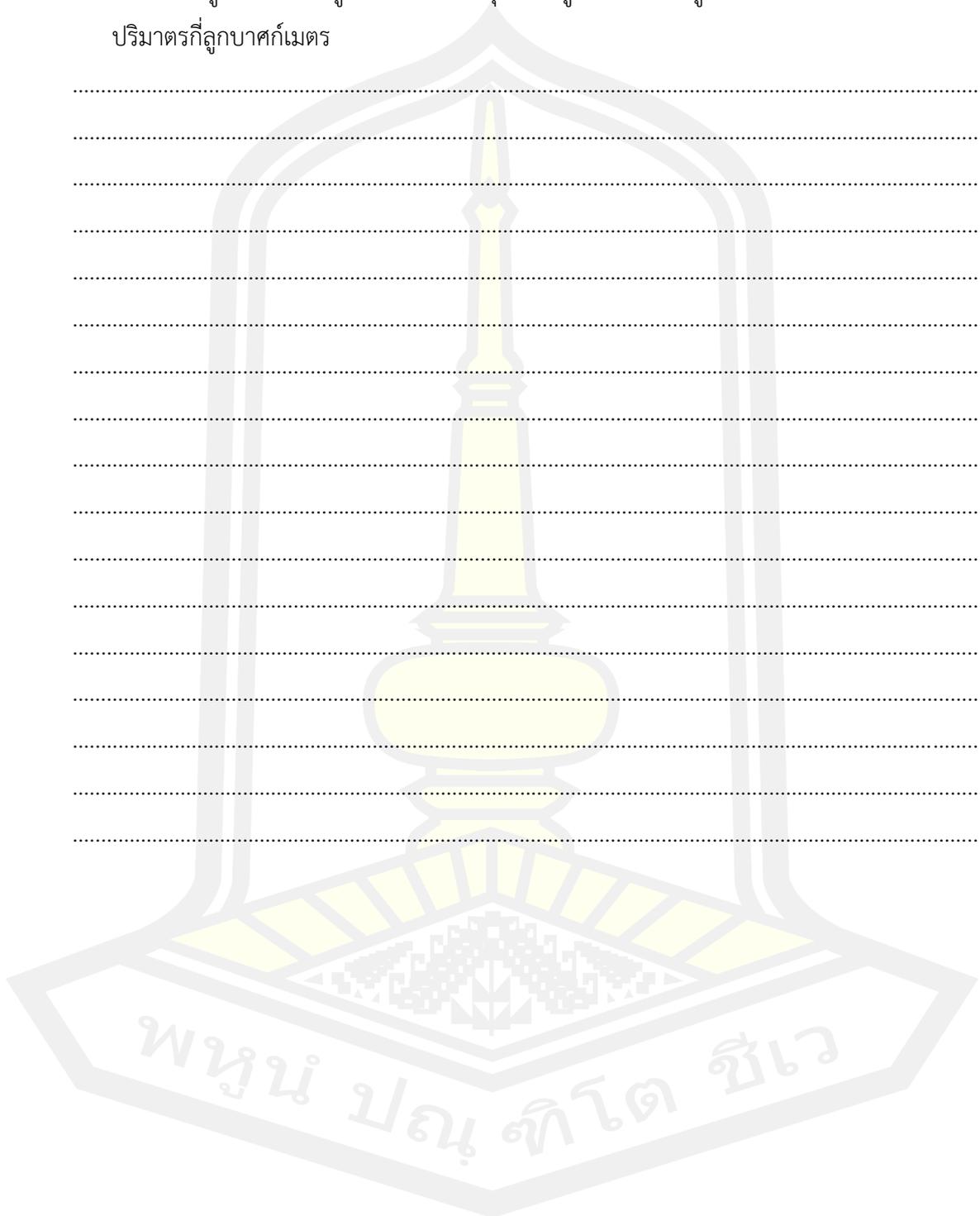
ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิด/วิธีคิดในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

เกณฑ์การให้คะแนน

ให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



3. ตู้ปลาทอมีพื้นที่ฐาน 3,000 ตารางเซนติเมตร สูง 45 เซนติเมตร ตู้ปลาเงินกว้าง 0.5 เมตร ยาว 0.6 เมตร สูง 0.4 เมตร ตู้ปลาทั้งสองบรรจุน้ำเต็มตู้ ใก้ถ่ายน้ำในตู้ปลาทั้งสองลงในถัง ในถังมีน้ำ ปริมาตรกี่ลูกบาศก์เมตร



## แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชื่อ-นามสกุล..... เลขที่.....

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

### คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ดังนี้

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ค 2.1 ป.6/1 : แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

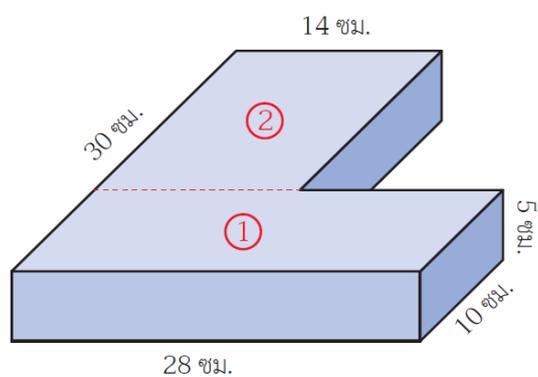
รายละเอียดแบบทดสอบ แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ

วิธีการตอบ ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิด/วิธีคิดในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

เกณฑ์การให้คะแนน ให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



2. ช่างต้องการทำแผ่นคอนกรีตสำหรับปูทางเดินให้มีลักษณะและขนาดดังรูป จำนวน 400 แผ่น จะต้องใช้ปูนผสมเสร็จกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร



Handwriting practice area with a large watermark of a traditional Thai lamp (Lamp of Wisdom) and the text "พูนปัญญาโตจิต" (Pun Pan-ya To Jit) at the bottom.

3. มานิตมีตู้ปลาสองใบ ตู้ปลาใบที่หนึ่งกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร ใส่น้ำเต็มตู้ ต่อมา มานิตถ่ายน้ำทั้งหมดจากตู้ปลาใบที่หนึ่งใส่ตู้ปลาใบที่สองซึ่งมีพื้นที่ฐาน 6,000 ตารางเซนติเมตร ได้พอดี ระดับน้ำในตู้ปลาใบที่สองสูงเท่าไร



## แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ชื่อ-นามสกุล..... เลขที่.....

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565

โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา

### คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ดังนี้

- มาตรฐาน ค 2.2 : เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต  
ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้
- ค 2.2 ป.6/3 : บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆ
- ค 2.2 ป.6/4 : ระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่ และระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

รายละเอียดแบบทดสอบ แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

วิธีการตอบ ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิด/วิธีคิดในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

เกณฑ์การให้คะแนน ให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์



2. วาดรูปคลี่และภาพร่าง (ให้เห็นส่วนประกอบทุกส่วน) ของปริซึมฐานสามเหลี่ยม พร้อมทั้งเขียนแสดงแนวคิดในการวาดรูปทั้งสองนั้น

รูปคลี่

เขียนแสดงแนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพร่าง (ให้เห็นส่วนประกอบทุกส่วน)

เขียนแสดงแนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสังเกตและบันทึกคะแนนพฤติกรรมขณะทำกิจกรรมกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอน/ผู้สังเกตชั้นเรียน บันทึกระดับคะแนน 1-4 ตามเกณฑ์การให้คะแนนการทำกิจกรรมกลุ่ม ลงในตารางตามความจริง

ที่	ชื่อแสดงแทน	รายการประเมิน				รวม 16 คะแนน	สรุป	
		1. ความสนใจ ความตั้งใจ ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	2. เขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิด	3. ทำงานตามระยะเวลาที่กำหนด	4. ไปกิจกรรม		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

ผู้สังเกต/ผู้บันทึก.....  
ครั้งที่..... วันที่.....

แบบสังเกตและบันทึกคะแนนพฤติกรรมการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอน/ผู้สังเกตชั้นเรียน บันทึกระดับคะแนน 1-4 ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ลงในตารางตามความจริง

ที่	ชื่อแสดงแทน	รายการประเมิน				รวม 16 คะแนน	สรุป	
		1. อธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง	2. อธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์	3. แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาประกอบแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้	4. สรุปแนวคิดตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

ผู้สังเกต/ผู้บันทึก.....  
ครั้งที่..... วันที่.....

แบบสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง : ให้คุณครูผู้สอนประเมิน จากการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรมในระหว่างเรียนของนักเรียน โดยให้เขียนระดับคะแนน ลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียนตามความเป็นจริง

ที่	ชื่อแสดงแทน	รายการประเมิน					รวม 16 คะแนน	สรุป	
		การ แก้ปัญหา	การสื่อสาร และการสื่อ ความหมาย	การ เชื่อมโยง	การให้ เหตุผล	การคิด สร้างสรรค์		ผ่าน	ไม่ ผ่าน
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									

เกณฑ์การประเมิน

ผ่าน                      ได้คะแนน    9    คะแนนขึ้นไป  
ไม่ผ่าน                  ได้คะแนน    0 – 8    คะแนน

ลงชื่อ..... (ผู้ประเมิน)

(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ. ....

### แบบสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ครูผู้สอนประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วขีด ✓  
ลงในช่องให้ตรงกับความเป็นจริง

ที่	ชื่อแสดงแทน	รายการประเมิน									รวม 9 คะแนน	สรุป	
		มีวินัย			ใฝ่เรียนรู้			มุ่งมั่นในการทำงาน				ผ่าน	ไม่ผ่าน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1			
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													

#### เกณฑ์การประเมิน

ผ่าน ได้คะแนน 4 คะแนนขึ้นไป , ไม่ผ่าน ได้คะแนน 0 - 3 คะแนน

ลงชื่อ..... (ผู้ประเมิน)

(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ. ....

## เกณฑ์การวัดและประเมินผล

## 1. เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
การทำความเข้าใจปัญหา	2	เขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
	1	เขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่แสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน หรือ เขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง แต่แสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
	0	เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีร่องรอยในการทำความเข้าใจปัญหา
การวางแผนแก้ปัญหา	3	เขียนแนวทางการแก้ปัญหา แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์
	2	เขียนแนวทางการแก้ปัญหา แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน
	1	เขียนแนวทางการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง
	0	ไม่มีร่องรอยในการวางแผนแก้ปัญหา
การดำเนินการแก้ปัญหา	3	ดำเนินการแก้ปัญหตามแนวทางที่วางไว้สำเร็จ ถูกต้องสมบูรณ์
	2	ดำเนินการแก้ปัญหตามแนวทางที่วางไว้สำเร็จบางส่วน
	1	ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
	0	ไม่มีร่องรอยในการดำเนินการแก้ปัญหา
การตรวจสอบ	2	มีการตรวจสอบคำตอบกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และคำตอบสอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไข
	1	มีการตรวจสอบคำตอบกับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด แต่คำตอบไม่สอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไขนั้น
	0	ตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีร่องรอยในการตรวจสอบคำตอบ

## 2. เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน : ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย	ความสามารถในการให้เหตุผล
5 : ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผล
4 : ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ใน แนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการ ตัดสินใจ
3 : พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่ แสดงวิธีทำ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน หรือ การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการ ตรวจสอบ	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลใน การประกอบการตัดสินใจ
2 : ควรแก้ไข	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ใน แนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ ไม่ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	มีความพยายามเสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจ
1 : ต้องปรับปรุง	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ



## 3. เกณฑ์การให้คะแนนการทำกิจกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมที่ปรากฏ
1. ความสนใจ ความตั้งใจ ความ ร่วมมือในการทำ กิจกรรม	4	สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความสนใจ ตั้งใจ ร่วมมือในการทำกิจกรรม
	3	สมาชิกส่วนใหญ่ในกลุ่มมีความสนใจ ตั้งใจ ร่วมมือในการทำกิจกรรม
	2	สมาชิกบางส่วนในกลุ่มมีความสนใจ ตั้งใจ ร่วมมือในการทำกิจกรรม
	1	สมาชิกในกลุ่มมีความสนใจ ตั้งใจ ร่วมมือในการทำกิจกรรมเพียงเล็กน้อย
2. เขียนอธิบาย หรือใช้สัญลักษณ์ เพื่อแสดงแนวคิด	4	สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันเขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิดได้อย่างละเอียด หลากหลายและถูกต้อง
	3	สมาชิกส่วนใหญ่ในกลุ่มช่วยกันเขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิดได้ถูกต้อง
	2	สมาชิกบางส่วนในกลุ่มช่วยกันเขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิดได้ถูกต้อง
	1	สมาชิกในกลุ่มช่วยกันเขียนอธิบายหรือใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงแนวคิดได้เพียงเล็กน้อย
3. ทำงานตาม ระยะเวลาที่ กำหนด	4	สมาชิกในกลุ่มทำงานเสร็จเรียบร้อยตามระยะเวลาที่กำหนด
	3	สมาชิกในกลุ่มทำงานตามระยะเวลาที่กำหนด แต่ไม่เรียบร้อย
	2	สมาชิกในกลุ่มทำงานเสร็จเรียบร้อย แต่เกินระยะเวลาที่กำหนด
	1	สมาชิกในกลุ่มทำงานไม่เสร็จและเกินระยะเวลาที่กำหนด
4. ใ้กิจกรรม	4	สมาชิกในกลุ่มทำใ้กิจกรรมได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	3	สมาชิกในกลุ่มทำใ้กิจกรรมได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
	2	สมาชิกในกลุ่มทำใ้กิจกรรมได้ถูกต้องเพียงเล็กน้อย
	1	สมาชิกในกลุ่มทำใ้กิจกรรมได้เพียงเล็กน้อย

## 4. เกณฑ์การให้คะแนนการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

รายการประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมที่ปรากฏ
1. อธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง	4	พูดอธิบายเพื่อนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องทั้งหมด ตามลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน
	3	พูดอธิบายเพื่อนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องทั้งหมด ตามลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจนเป็นบางส่วน
	2	พูดอธิบายเพื่อนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วน ตามลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจนบางส่วน
	1	พูดอธิบายเพื่อนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบได้ แต่คลาดเคลื่อน
2. อธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์	4	พูดอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
	3	พูดอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่
	2	พูดอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นบางส่วน
	1	พูดอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แต่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง
3. แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาประกอบแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้	4	พูดอธิบายแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาประกอบแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผล
	3	พูดอธิบายแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาประกอบแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นส่วนใหญ่
	2	พูดอธิบายแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาประกอบแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างสมเหตุสมผลเป็นบางส่วน
	1	พูดอธิบายแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาประกอบแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้แต่คลาดเคลื่อน
4. สรุปแนวคิดตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ชัดเจน	4	พูดสรุปได้อย่างถูกต้องทั้งหมดและชัดเจน
	3	พูดสรุปได้อย่างถูกต้องทั้งหมดและชัดเจนเป็นบางส่วน
	2	พูดสรุปได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วนและชัดเจนเป็นบางส่วน
	1	พูดสรุปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้แต่คลาดเคลื่อน

## 5. เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

## 5.1 การแก้ปัญหา

ระดับคะแนน : ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	ใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้สำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผล หลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้เข้าใจชัดเจนนำมาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง
3 : ดี	ใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้สำเร็จ แต่นำจะอธิบายถึงเหตุผล หลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านี้
2 : พอใช้	มีกระบวนการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผล หลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
1 : ควรปรับปรุงแก้ไข	มีร่องรอยการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดใช้เหตุผล หลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา แล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ

## 5.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน : ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง เขียนวิธีการหาคำตอบ กำหนดค่าตัวแปร เขียนประโยคสัญลักษณ์ หรือสัดส่วนเป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีความละเอียดสมบูรณ์
3 : ดี	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง เขียนวิธีการหาคำตอบ กำหนดค่าตัวแปร เขียนประโยคสัญลักษณ์ หรือสัดส่วนเป็นระบบ กระชับ ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
2 : พอใช้	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง เขียนวิธีการหาคำตอบ กำหนดค่าตัวแปร เขียนประโยคสัญลักษณ์ หรือสัดส่วนชัดเจนบางส่วน
1 : ควรปรับปรุงแก้ไข	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง เขียนวิธีการหาคำตอบ กำหนดค่าตัวแปร เขียนประโยคสัญลักษณ์ หรือสัดส่วนไม่ชัดเจน

## 5.3 การเชื่อมโยง

ระดับคะแนน : ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือกิจกรรมที่ต้องใช้องค์ความรู้ที่เรียนได้ ถูกต้องทุกกิจกรรมเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้ อย่างสอดคล้องและเหมาะสม
3 : ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับ สาระคณิตศาสตร์หรือกิจกรรมที่ต้องใช้องค์ความรู้ที่เรียนได้เป็น ส่วนใหญ่ เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
2 : พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับ สาระคณิตศาสตร์หรือกิจกรรมที่ต้องใช้องค์ความรู้ที่เรียนได้ บางส่วน
1 : ควรปรับปรุงแก้ไข	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงยัง ไม่เหมาะสม สรุปล่องค์ความรู้ที่ได้เรียนมา นำไปใช้ไม่ถูกต้อง

## 5.4 การเหตุผล

ระดับคะแนน : ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล
3 : ดี	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการ ตัดสินใจ
2 : พอใช้	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุผลในการประกอบการตัดสินใจ
1 : ควรปรับปรุงแก้ไข	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

## 5.5 การคิดสร้างสรรค์

ระดับคะแนน : ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	มีแนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่ สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง สมบูรณ์ เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในชีวิตจริง
3 : ดี	มีแนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่ สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง สมบูรณ์
2 : พอใช้	มีแนวคิด/วิธีการที่ไม่แปลกใหม่ แต่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง
1 : ควรปรับปรุงแก้ไข	ไม่มีผลงาน

## 6. เกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

## 6.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

ระดับคะแนน : ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดีเยี่ยม	เข้าร่วมกิจกรรมหน้าเสาธงร้อยละ 80 ขึ้นไป
2 : ดี	เข้าร่วมกิจกรรมหน้าเสาธงร้อยละ 60 - 79
1 : ผ่าน	เข้าร่วมกิจกรรมหน้าเสาธงร้อยละ 50 - 59

## 6.2 ซื่อสัตย์สุจริต

ระดับคะแนน : ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดีเยี่ยม	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง ไม่นำสิ่งของและผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง ปฏิบัติตนต่อผู้อื่นด้วยความซื่อตรง เป็นแบบอย่างที่ดีด้านความซื่อสัตย์
2 : ดี	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง ไม่นำสิ่งของและผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง ปฏิบัติตนต่อผู้อื่นด้วยความซื่อตรง
1 : ผ่าน	ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง ไม่นำสิ่งของและผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง

## 6.3 มีวินัย

ระดับคะแนน : ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดีเยี่ยม	ปฏิบัติตามตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียน ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมและรับผิดชอบในการทำงาน
2 : ดี	ปฏิบัติตามตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียน ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมและรับผิดชอบในการทำงาน
1 : ผ่าน	ปฏิบัติตามตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียน ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรม

## 6.4 ใฝ่เรียนรู้

ระดับคะแนน : ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดีเยี่ยม	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ในการเรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนเป็นประจำ
2 : ดี	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ในการเรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ บ่อยครั้ง
1 : ผ่าน	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ในการเรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เป็นบางครั้ง

## 6.5 อยู่อย่างพอเพียง

ระดับคะแนน : ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดีเยี่ยม	ใช้ทรัพย์สินของตนเองและทรัพยากรของส่วนรวมอย่างประหยัด คุ่มค่า เก็บรักษาดูแลอย่างดี ไม่เอาเปรียบผู้อื่น และไม่ทำให้ผู้อื่นเดือดร้อน ใช้ความรู้ ข้อมูลข่าวสารในการวางแผนการเรียน การทำงาน และใช้ในชีวิตประจำวัน
2 : ดี	ใช้ทรัพย์สินของตนเองและทรัพยากรของส่วนรวมอย่างประหยัด คุ่มค่า เก็บรักษาดูแลอย่างดี ไม่เอาเปรียบผู้อื่น และไม่ทำให้ผู้อื่นเดือดร้อน ใช้ความรู้ ข้อมูลข่าวสารในการวางแผนการเรียน การทำงาน
1 : ผ่าน	ใช้ทรัพย์สินของตนเองและทรัพยากรของส่วนรวมอย่างประหยัด คุ่มค่า เก็บรักษาดูแลอย่างดี

## 6.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

ระดับคะแนน : ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดีเยี่ยม	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นภายในเวลาที่กำหนด
2 : ดี	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้น
1 : ผ่าน	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ

## 6.7 รักความเป็นไทย

ระดับคะแนน : ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดีเยี่ยม	มีสัมมาคารวะต่อครูอาจารย์ ปฏิบัติตนเป็นผู้มีมารยาทแบบไทย ใช้ภาษาไทย เลขไทย ในการสื่อสารได้ถูกต้อง เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาไทย และมีส่วนร่วมในการสืบทอดภูมิปัญญาไทย
2 : ดี	มีสัมมาคารวะต่อครูอาจารย์ ปฏิบัติตนเป็นผู้มีมารยาทแบบไทย ใช้ภาษาไทย เลขไทย ในการสื่อสารได้ถูกต้อง เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาไทย
1 : ผ่าน	มีสัมมาคารวะต่อครูอาจารย์ ปฏิบัติตนเป็นผู้มีมารยาทแบบไทย ใช้ภาษาไทย เลขไทย ในการสื่อสารได้ถูกต้อง

## 6.8 มีจิตสาธารณะ

ระดับคะแนน : ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดีเยี่ยม	เข้าร่วมกิจกรรมการดูแลรักษาเขตพื้นที่ที่ตนรับผิดชอบ ร้อยละ 80 ขึ้นไป
2 : ดี	เข้าร่วมกิจกรรมการดูแลรักษาเขตพื้นที่ที่ตนรับผิดชอบ ร้อยละ 60 - 79
1 : ผ่าน	เข้าร่วมกิจกรรมการดูแลรักษาเขตพื้นที่ที่ตนรับผิดชอบ ร้อยละ 50 - 59



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างบทสัมภาษณ์นักเรียน และ ผู้ร่วมวิจัย

พหุณํ ปณฺ ทิโต ชีเว

## ตัวอย่างบทสัมภาษณ์วงจรปฏิบัติการที่ 1

### ตัวอย่างบทสัมภาษณ์นักเรียน

#### กิจกรรม “กล่องของขวัญ”

##### ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัย : รูปเรขาคณิตสองมิติที่เราเรียนผ่านมามีอะไรบ้างคะ แต่ละรูปมีสูตรการหาพื้นที่อย่างไร

นักเรียน : รูปสามเหลี่ยมครึ่ง/คี่ สูตรท่องจำ สูงคูณฐานหารสองครึ่ง/คี่

ผู้วิจัย : มีอีกหรือไม่คะ

นักเรียน : รูปสี่เหลี่ยมคี่ กว้างคูณยาว หรือ ด้านคูณด้าน คี่

นักเรียน : รูปวงกลมครึ่ง หาพื้นที่จาก  $\pi r^2$  ครึ่ง

ผู้วิจัย : ค่า  $\pi$  มีค่าประมาณเป็นเท่าไรคะ

นักเรียน : 3.14 กับ  $\frac{22}{7}$  ค่ะ

ผู้วิจัย : นักเรียนเคยเห็นกล่องหรือไม่คะ ลองยกตัวอย่างกล่องที่นักเรียนเคยเห็นในชีวิตประจำวันคนละ 1 อย่าง

นักเรียน : กล่องพัสดุของเคอร์รี่คะ

นักเรียน : กล่องยาสีฟันครึ่ง

นักเรียน : กล่องรองเท้านักเรียนครึ่ง

นักเรียน : กล่องขนมคะ

ผู้วิจัย : แสดงว่านักเรียนทุกคนรู้จักและเคยเห็นกล่อง แล้วถ้าครูจะให้ นักเรียนลองออกแบบและทำกล่องเอง นักเรียนคิดว่าจะสามารถทำได้หรือไม่

นักเรียน : ทำได้ครึ่ง/คี่

##### ขั้นการอภิปราย

ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการออกแบบและสร้างกล่องนี้อย่างไร

นักเรียน : ตัดกระดาษเป็นรูปสี่เหลี่ยมก่อนครึ่ง แล้วนำมาต่อกันให้เป็นกล่อง

นักเรียน : นำกระดาษ A4 จำนวน 4 แผ่น มาต่อกันให้เป็นกล่องก่อน แล้วนำกระดาษอีก 2 แผ่นมาติดด้านที่เหลืออีกสองด้าน

- นักเรียน : พับกระดาษ A4 สองแผ่นให้เป็นสองส่วนแล้วติดกัน แล้วนำกระดาษอีกสองแผ่นมาตัดให้เท่ากับสองด้านที่เหลือแล้วนำมาติดเข้าด้วยกัน
- นักเรียน : พับกระดาษ A4 ให้เป็นสี่ส่วนแล้วติดปลายเข้าด้วยกัน ตัดกระดาษอีกหนึ่งแผ่นให้เท่ากับด้านที่เหลือแล้วนำมาติดเข้าด้วยกัน

#### ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

- ผู้วิจัย : กล่องที่นักเรียนสร้างมีหน้าตัดเป็นรูปอะไรคะ
- นักเรียน : รูปสี่เหลี่ยมครึ่ง/คะ
- ผู้วิจัย : มีหน้าตัดกี่ด้านคะ
- นักเรียน : มี 2 ด้านครึ่ง/คะ
- นักเรียน : มี 6 ด้านครึ่ง/คะ
- นักเรียน : มี 4 ด้านครึ่ง/คะ
- ผู้วิจัย : หน้าตัดหรือฐานของกล่องจะเป็นรูปสี่เหลี่ยม มี 2 ด้าน และจะอยู่ในระนาบที่ขนานกัน
- ผู้วิจัย : แล้วด้านข้างของกล่องเป็นรูปอะไรและมีกี่ด้านคะ
- นักเรียน : รูปสี่เหลี่ยม มี 4 ด้านครึ่ง/คะ
- ผู้วิจัย : กล่องที่นักเรียนร่วมกันออกแบบและสร้างนี้ เรียกว่า “ปริซึม” ซึ่งปริซึมจะมีลักษณะเป็นทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐาน 2 ด้าน เป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน ส่วนด้านข้างจะเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีจำนวนตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน เช่น ปริซึมห้าเหลี่ยม จะมีหน้าตัดเป็นรูปห้าเหลี่ยม 2 ด้าน และมีด้านข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยม 5 ด้าน
- ผู้วิจัย : แล้วจำนวนด้านทั้งหมดของกล่องมีกี่ด้านคะ
- นักเรียน : มี 6 ด้านครึ่ง/คะ
- ผู้วิจัย : ถ้าปริซึมหกเหลี่ยมจะมีจำนวนด้านทั้งหมดกี่ด้านคะ
- นักเรียน : มี 8 ด้านครึ่ง/คะ

## กิจกรรม “แม่พิมพ์ของแม่ค้า”

## ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

- ผู้วิจัย : นักเรียนรู้จักขนมเทียนหรือไม่คะ  
 นักเรียน : รู้จักครับ/ค่ะ  
 ผู้วิจัย : แล้วรู้หรือไม่ว่าขนมเทียนมีลักษณะอย่างไร  
 นักเรียน : เป็นแท่งสี่เหลี่ยมเหมือนเทียนครับ  
 นักเรียน : เป็นขนมที่ทำจากเทียนค่ะ  
 ผู้วิจัย : ขนมเทียนหรือข้าวต้มสามเหลี่ยมใส่ไส้มะพร้าวค่ะ ไม่ใช่ขนมที่ทำ  
 จากเทียนหรือเป็นแท่งเหมือนเทียนนะคะ  
 ผู้วิจัย : แล้วนักเรียนรู้จักหรือเคยรับประทานวุ้นมะพร้าวหรือไม่คะ  
 นักเรียน : เคยครับ/ค่ะ  
 ผู้วิจัย : แล้วรู้จักวิธีการทำวุ้นมะพร้าวหรือไม่คะ  
 นักเรียน : ผมเคยกินครับ แต่ผมไม่เคยทำ  
 นักเรียน : แม่ผมเคยทำขายครับ  
 ผู้วิจัย : อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับขั้นตอนการทำวุ้นมะพร้าว  
 ผู้วิจัย : นักเรียนทุกคนรู้จักวิธีการทำวุ้นมะพร้าวแล้ว แล้วถ้าครูอยากทำ  
 วุ้นมะพร้าวให้เป็นรูปทรงเหมือนขนมเทียนนักเรียนลองออกแบบ  
 แม่พิมพ์วุ้นมะพร้าวให้ครูหน่อยสิ

## ขั้นการอภิปราย

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการออกแบบและสร้างชิ้นงานนี้อย่างไร  
 นักเรียน : ตัดกระดาษเป็นรูปสามเหลี่ยมก่อนครับ แล้วนำมาต่อกันแล้วใช้  
 กระดาษอีกหนึ่งแผ่นมาติดด้านที่เหลือแล้วตัดให้เท่ากับขอบครับ  
 นักเรียน : พับกระดาษเป็น 4 ส่วนแล้วตัด แล้วตัดกระดาษให้เป็นสามเหลี่ยม  
 นำมาติดกัน แล้วตัดกระดาษให้เป็นสี่เหลี่ยม มาติดอีกด้านหนึ่งที่  
 เหลือค่ะ  
 นักเรียน : ตัดกระดาษ A4 จำนวน 4 แผ่นให้เป็นสามเหลี่ยมแล้วติดปลายเข้า  
 ด้วยกัน ตัดกระดาษอีกหนึ่งแผ่นให้มีขนาดเท่ากับด้านที่เหลือแล้ว  
 นำมาติดเข้าด้วยกัน

## ขั้นการสรุปทบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

- ผู้วิจัย : ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างมีหน้าตัดเป็นรูปอะไรคะ

- นักเรียน : รูปสี่เหลี่ยมครึ่ง/คี่
- ผู้วิจัย : มีหน้าตัดที่ด้านคะ
- นักเรียน : มี 1 ด้านครึ่ง/คี่
- ผู้วิจัย : ไขแล้วคะ หน้าตัดหรือฐานของชิ้นงานจะเป็นรูปสี่เหลี่ยม มี 1 ด้าน
- ผู้วิจัย : แล้วด้านข้างของชิ้นงานเป็นรูปอะไรและมีกี่ด้านคะ
- นักเรียน : เป็นรูปสามเหลี่ยม มี 4 ด้านครึ่ง/คี่
- ผู้วิจัย : ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างในชั่วโมงนี้ ต่างจากปริซึมอย่างไรบ้างคะ
- นักเรียน : มีปลายแหลมครึ่ง/คี่
- ผู้วิจัย : ชิ้นงานที่นักเรียนร่วมกันออกแบบและสร้างนี้ เรียกว่า “พีระมิด”  
ซึ่งพีระมิดจะมีลักษณะเป็นทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐาน 1 ด้าน เป็นรูปหลายเหลี่ยมและมีปลายแหลมอยู่บนระนาบเดียวกัน ส่วนด้านข้างจะเป็นรูปสามเหลี่ยม มีจำนวนตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน เช่น พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม จะมีหน้าตัดเป็นรูปห้าเหลี่ยม 1 ด้าน และมีด้านข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม 5 ด้าน
- ผู้วิจัย : แล้วจำนวนด้านทั้งหมดของพีระมิดหรือชิ้นงานที่นักเรียนสร้างมีกี่ด้านคะ
- นักเรียน : มี 5 ด้านครึ่ง/คี่
- ผู้วิจัย : ถ้าพีระมิดฐานห้าเหลี่ยมจะมีจำนวนด้านทั้งหมดกี่ด้านคะ
- นักเรียน : มี 6 ด้านครึ่ง/คี่

### กิจกรรม “ออกแบบกล่องขนมรูปทรงกระบอก”

#### ขั้นการอภิปราย

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการออกแบบและสร้างกล่องขนมทรงกระบอกนี้อย่างไร
- นักเรียน : วาดเป็นวงกลมก่อนแล้วตัดครึ่ง แล้ววัดความสูงของกระป๋องโค้กตัดกระดาษให้เท่ากับที่วัดได้แล้วติดเข้ากันครึ่ง
- นักเรียน : วาดเป็นวงกลม 2 รูปโดยใช้กล่องขนมเป็นแบบก่อนแล้วตัดคะ แล้ววัดความสูงแล้วตัดกระดาษให้เท่ากันนำมาติดกันคะ

#### ขั้นการสรุปทบทวนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

- ผู้วิจัย : กล่องขนมที่นักเรียนสร้างมีหน้าตัดเป็นรูปอะไรคะ

- นักเรียน : รูปวงกลมครึ่ง/ค่ะ  
 ผู้วิจัย : มีหน้าตัดกี่ด้านคะ  
 นักเรียน : มี 2 ด้านครึ่ง/ค่ะ  
 ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ หน้าตัดหรือฐานของทรงกระบอกจะเป็นรูปวงกลม มี 2 ด้าน และจะอยู่ในระนาบเดียวกัน แล้วด้านข้างของกล่องเป็นรูปอะไรคะ  
 นักเรียน : เป็นสี่เหลี่ยมครึ่ง/ค่ะ

### กิจกรรม “ตรงไหนที่เหมือน ตรงไหนที่แตกต่าง”

#### ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

- ผู้วิจัย : ปริซึมมีลักษณะอย่างไรคะ  
 นักเรียน : เป็นกล่องครึ่ง  
 นักเรียน : มีฐาน 2 ด้าน มีด้านข้างเป็นสี่เหลี่ยมคะ  
 ผู้วิจัย : พีระมิดมีลักษณะอย่างไรคะ  
 นักเรียน : มีปลายแหลม 1 ด้านคะ  
 นักเรียน : มีฐาน 1 ด้าน มีปลายแหลม มีด้านข้างเป็นสามเหลี่ยมครึ่ง  
 ผู้วิจัย : ทรงกระบอกมีลักษณะอย่างไรคะ  
 นักเรียน : เป็นกลมๆ ยาวๆ ครึ่ง เวลาตัดครึ่ง ก็ยังเป็นวงกลม  
 ผู้วิจัย : แล้วกรวยมีลักษณะอย่างไรคะ  
 นักเรียน : เป็นกลมๆ มีปลายแหลม เวลาตัดก็ยังเป็นวงกลมแต่จะเล็กลงคะ  
 ผู้วิจัย : แล้วปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย มีความเหมือนกัน หรือต่างกันอย่างไรบ้างคะ ลองเขียนอธิบาย  
 นักเรียน : นักเรียนทำใบกิจกรรม

#### ขั้นการอภิปราย

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการในการพิจารณาความเหมือนและความแตกต่างแต่ละข้ออย่างไรบ้าง  
 นักเรียน : ดูรูปแล้วพิจารณาที่ส่วนเปรียบเทียบกับกันคะ

#### ขั้นการสรุปทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

- ผู้วิจัย : กรวย คือ รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นวงกลม มียอดแหลมไม่อยู่ในระนาบเดียวกันกับฐาน

- ผู้วิจัย : นักเรียนลองยกตัวอย่างกรวยที่นักเรียนเคยเห็นในชีวิตประจำวัน
- นักเรียน : กรวยของตำรวจครับ
- นักเรียน : กรวยซอมบอลครับ
- นักเรียน : กรวยกระดาษใช้กินน้ำ เคยเห็นที่โรงพยาบาลค่ะ
- นักเรียน : กรวยไอติมค่ะ
- นักเรียน : ไอติมที่เป็นกรวยในสหกรณ์โรงเรียนอันละ 20 บาทค่ะ

#### ตัวอย่างบทสัมภาษณ์ผู้ร่วมวิจัย

- ผู้วิจัย : ภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นอย่างไรบ้างคะ
- ผู้ร่วมวิจัย (6) : กิจกรรมการเรียนรู้น่าสนใจมากค่ะ ครูผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นเนื้อหาจากหนังสือ สสวท. ให้เป็นกิจกรรมการสอนแบบ Open Approach ได้ดีมากเลยคะ ปกติพวกหนูจะใช้หนังสือฉบับแปลของ มข. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คะ ยังไม่เคยใช้หนังสือของ สสวท. ค่ะ
- ผู้ร่วมวิจัย (7) : กิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจดีมากค่ะ นักเรียนให้ความร่วมมือดีมาก ดีกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่หนูสอนค่ะ
- ผู้ร่วมวิจัย (3) : พี่เข้าสังเกตแค่หนึ่งชั่วโมง ก็เห็นถึงความตั้งใจของครูผู้สอน นักเรียนก็ให้ความร่วมมือดี ครูผู้สอนจัดการชั้นเรียนได้ค่อนข้างดี แต่เวลาพูด พูดเบาเกินไป ควรปรับปรุงเรื่องการพูดให้เสียงดังมากขึ้น พูดให้ชัดเจนขึ้น หรือ หาอุปกรณ์ช่วยสอน เช่น ลำโพง
- ผู้ร่วมวิจัย (1) : ผอ. ยังไม่มีโอกาสได้เข้าสังเกตชั้นเรียนเนื่องด้วยติดภารกิจต่างๆ แต่ก็ได้ดูงาน ดูแผนการสอนของครูผู้สอนคร่าวๆ แล้ว คาดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะสนุกและนักเรียนได้ความรู้จากการร่วมกิจกรรมอย่างเต็มที่ ถ้ามีโอกาสในชั่วโมงต่อไป ผอ. จะเข้าร่วมสังเกตชั้นเรียนนะครับ

## ตัวอย่างบทสัมภาษณ์วงจรปฏิบัติการที่ 2

### ตัวอย่างบทสัมภาษณ์นักเรียน

#### กิจกรรม “ความเหมือนที่แตกต่าง”

##### ขั้นการอภิปราย

- ผู้วิจัย : ลูกบาศก์เหมือนหรือต่างจากปริซึมอย่างไรคะ
- นักเรียน : เหมือนกันคือมี 6 ด้านค่ะ ต่างกันคือด้านข้างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับสี่เหลี่ยมผืนผ้าค่ะ
- นักเรียน : ลูกบาศก์จะมีหน้าทุกด้านเท่ากันครับ
- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการคิดแบบรูปของลูกบาศก์ที่ต่างกันอย่างไรคะ
- นักเรียน : กลุ่มผมนำตัวอย่างลูกบาศก์ที่ครูแจกให้มาตัดแยกออกจากกันแล้วลองเรียงกันก่อนแล้วค่อยวางลงในใบกิจกรรมครับ
- นักเรียน : กลุ่มพวกหนูลอกวิธีการของกลุ่มวงกลมค่ะ หนูเห็นเขาตัดหนูก็เลยตัดแล้วลองเรียงกันก่อนค่ะ

##### ขั้นการสรุปทบทวนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

- ผู้วิจัย : นอกจากแบบรูปหรือรูปคลี่ของลูกบาศก์ยังสามารถทำให้แตกต่างจากที่นักเรียนคิดมาได้อีกหลายแบบ และถ้าสังเกตแบบรูปดีๆ จะเห็นว่าแต่ละแบบจะมี 4 ด้านที่เรียงติดกันเสมอใช่หรือไม่
- นักเรียน : ใช่ครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : แล้วรูปคลี่หมายถึงอะไรคะ
- นักเรียน : รูปคลี่คือ รูปทรงสามมิติที่ถูกแยกออกจากกันค่ะ
- นักเรียน : รูปคลี่คือ รูปที่ต่างกันครับ
- นักเรียน : รูปคลี่คือ รูปที่นำส่วนประกอบแต่ละส่วนแยกออกจากกันครับ
- ผู้วิจัย : รูปคลี่ คือ รูปเรขาคณิตสองมิติที่สามารถพับหรือประกอบกันให้เป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติได้

#### กิจกรรม “สร้างภาพร่าง”

##### ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

- ผู้วิจัย : กล่องนี้เรียกกล่องอะไรคะ
- นักเรียน : กล่องซอล์ครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : กล่องซอล์ค เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใดคะ

- นักเรียน : ปริซึมสี่เหลี่ยมคَرบ/คัะ  
 ผู้วิจัย : นักเรียนลองวาดรูปเรขาคณิตสองมิติที่เห็นในกล่องชอล์กนี้ดูซิ  
 จะได้รูปอะไรบ้างคะ  
 นักเรียน : วาดได้คَرบ/คัะ วาดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคَرบ/คัะ

#### ขั้นการอภิปราย

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการในการวาดปริซึมนี้อย่างไรบ้างคะ  
 นักเรียน : กลุ่มผมวาดเป็นรูปสี่เหลี่ยมหนึ่งรูปก่อน แล้วขีดเส้นเป็นเฉียงๆ ไป  
 ด้านหลัง แล้วโยงเส้นที่ปลายเข้าหากันคَرบ  
 นักเรียน : กลุ่มพวกหนูวาดสี่เหลี่ยมสองรูปให้มีส่วนทับกันเล็กน้อยก่อนคัะ  
 จากนั้นก็โยงเส้นจากมุมแต่ละมุมเข้าหากันคัะ  
 นักเรียน : กลุ่มผมลองวาดตั้งหลายครั้งก็ไม่เหมือนเลยคَرบ ลองผิดลอง  
 ถูกตั้งหลายครั้งคَرบ  
 นักเรียน : ตอนแรกกลุ่มพวกหนูลองวาดเองแต่ไม่ค่อยเหมือน ก็เลยลอก  
 วิธีการของกลุ่มสี่เหลี่ยมคัะ

#### กิจกรรม “มีจำนวนเท่าไร”

##### ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

- ผู้วิจัย : รูปที่ครูติดบนกระดาน ด้านที่ระบายสีมีลักษณะอย่างไรบ้างคะ  
 นักเรียน : เป็นรูปสามเหลี่ยมคَرบ  
 ผู้วิจัย : ใช่แล้วคัะ ส่วนที่ระบายสีเป็นรูปสามเหลี่ยม มีสองรูป และมีขนาด  
 เท่ากันนะคัะ  
 ผู้วิจัย : แล้วด้านที่ไม่ระบายสีมีลักษณะอย่างไรบ้างคะ  
 นักเรียน : เป็นรูปสี่เหลี่ยมคَرบ/คัะ  
 ผู้วิจัย : รูปนี้มีทั้งหมดกี่ด้านคะ  
 นักเรียน : สี่ด้านคَرบ  
 นักเรียน : ทำด้านคัะ มีด้านหน้าอีกหนึ่งด้าน  
 ผู้วิจัย : ใช่แล้วคัะ รูปนี้มีทั้งหมด 5 ด้าน ประกอบด้วยฐานหรือหน้าตัด  
 2 ด้าน และด้านข้าง 3 ด้าน รวมเป็น 5 ด้านคัะ

### ขั้นการสรุปทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

- ผู้วิจัย : จากกิจกรรมที่เราทำในวันนี้ นักเรียนพอจะตอบได้หรือไม่ว่ารูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดประกอบด้วยรูปสองมิติใดบ้างและมีจำนวนกี่ด้าน นักเรียนลองยกตัวอย่างมากลุ่มละ 1 ชนิด
- นักเรียน : พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม มีฐานเป็นรูปห้าเหลี่ยมหนึ่งด้าน มีด้านข้างเป็นรูปสามเหลี่ยมห้าด้าน มีด้านรวมทั้งหมดหกด้านครับ
- นักเรียน : ปริซึมสามเหลี่ยม มีหน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมสองด้าน มีด้านข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมสามด้าน รวมทั้งหมดมีห้าด้านค่ะ
- นักเรียน : ทรงกระบอก มีฐานเป็นรูปวงกลมครับ มีสองด้าน ด้านข้างถ้าตัดตามแนวตั้งจะได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมครับ
- นักเรียน : พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม มีฐานหนึ่งด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีด้านข้างสี่ด้านเป็นรูปสามเหลี่ยมค่ะ
- ผู้วิจัย : เก่งมากค่ะทุกคน

### กิจกรรม “ตามหารูปคลี่”

#### ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

- ผู้วิจัย : ภาพที่ครูติดบนกระดานคือรูปอะไรคะ
- นักเรียน : ปริซึมสี่เหลี่ยมครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : ถ้าครูต้องการนำรูปเรขาคณิตสองมิติมาเรียงต่อกันแล้วประกอบให้เป็นปริซึมสี่เหลี่ยมเหมือนที่อยู่บนกระดาน ครูต้องใช้รูปเรขาคณิตสองมิติใดบ้างมาเรียงต่อกันคะ
- นักเรียน : ใช้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเล็กที่เท่ากันสองรูปค่ะ
- นักเรียน : ใช้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทั้งหมดหกรูปครับ

#### ขั้นการอภิปราย

- ผู้วิจัย : กลุ่มวงกลมมีวิธีการวาดรูปคลี่ของทรงกระบอกอย่างไรบ้างคะ
- นักเรียน : ผมวาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าก่อนหนึ่งรูปครับ แล้วก็วาดรูปวงกลมสองรูปไว้ด้านข้างคนละด้านครับ
- ผู้วิจัย : กลุ่มวงรีมีวิธีการวาดรูปคลี่ของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมอย่างไรบ้างคะ
- นักเรียน : ผมวาดฐานก่อนครับ วาดฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมหนึ่งรูป แล้วก็วาดด้านข้างเป็นรูปสามเหลี่ยมออกจากฐานที่ละด้านครับ

ผู้วิจัย : กลุ่มหลายเหลี่ยมมีวิธีการวาดรูปคลี่ของพีระมิดฐานหกเหลี่ยม  
อย่างไรบ้างคะ

นักเรียน : หนูทำไม่เหมือนกับกลุ่มวงรีนะคะ หนูจะวาดด้านข้างที่เป็นรูป  
สามเหลี่ยมก่อน วาดต่อกันให้ได้สามเหลี่ยมหกรูปคะ แล้วค่อยวาด  
ฐานให้เป็นรูปหกเหลี่ยมหนึ่งรูป

ผู้วิจัย : กลุ่มสี่เหลี่ยมมีวิธีการวาดรูปคลี่ของปริซึมสี่เหลี่ยมอย่างไรบ้างคะ

นักเรียน : หนูวาดสี่เหลี่ยมผืนผ้าสี่รูปให้ติดกันก่อน แล้วค่อยวาดอีกสองรูปให้  
อยู่คนละด้านคะ

ขั้นการสรุปทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

ผู้วิจัย : แล้วรูปคลี่หมายถึงอะไรคะ

นักเรียน : รูปคลี่คือ รูปเรขาคณิตสองมิติหลายๆ รูปมาเรียงต่อกันแล้ว  
ประกบกันให้เป็นรูปทรงได้ครับ

นักเรียน : รูปคลี่คือรูปที่พับหรือต่อกันให้เป็นรูปสามมิติคะ

ผู้วิจัย : ใช่แล้วคะ รูปคลี่ คือ รูปเรขาคณิตสองมิติที่สามารถพับหรือ  
ประกบกันให้เป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติได้

#### ตัวอย่างบทสัมภาษณ์ผู้ร่วมวิจัย

ผู้วิจัย : ภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เป็น  
อย่างไรบ้างคะ

ผู้ร่วมวิจัย (6) : ภาพรวมถือว่าดีคะ กิจกรรมน่าสนใจ นักเรียนให้ความร่วมมือ  
มากคะ แต่หนูพบจุดหนึ่งที่ครูผู้สอนอาจจะลืมคะ คือการเขียน  
แนวคิดของนักเรียนในขั้นการนำเสนอหน้าชั้นเรียนและขั้นการ  
อภิปรายสรุปคะ ตามปกติแล้วการสอนแบบ Open Approach  
จะเน้นที่แนวคิดของนักเรียนเป็นหลัก เมื่อนักเรียนพูดหรือ  
นำเสนออะไรที่เป็นประเด็นสำคัญครูผู้สอนต้องเขียนแนวคิดของ  
นักเรียนไว้เพื่อนำมาเชื่อมโยงและสรุปแนวคิดในกิจกรรมนั้นๆ คะ

ผู้ร่วมวิจัย (7) : หนูเห็นจุดเดียวกับกับครูเจนจิราคะ การเขียนแนวคิดของนักเรียน  
ในขั้นการอภิปรายถือว่าค่อนข้างสำคัญ เดี่ยวหนูจะส่งลิงค์ตัวอย่าง  
การใช้กระดานให้ครูผู้สอนศึกษาเพิ่มเติมนะคะ แต่โดยภาพรวม  
ครูผู้สอนสอนดี น่าสนใจ จัดการชั้นเรียนได้ดีคะ

### ตัวอย่างบทสัมภาษณ์วงจรปฏิบัติการที่ 3

#### ตัวอย่างบทสัมภาษณ์นักเรียน

#### กิจกรรม “หาปริมาตรได้อย่างไร”

##### ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

- ผู้วิจัย : ภาพที่ครูติดบนกระดานคือรูปอะไรคะ
- นักเรียน : ปริซึมสี่เหลี่ยมหลายๆ รูปต่อกัน ครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : นักเรียนลองคิดสิว่า กล่องสี่เหลี่ยมหลายรูป หรือ ลูกบาศก์  
ในรูปที่ติดบนกระดาน มีกี่รูป
- นักเรียน : 12 กับ 16 รูปครับ
- นักเรียน : รูปสี่ฟ้า 18 รูป สีเหลือง 64 รูปครับ
- นักเรียน : รูปสี่ฟ้า 9 รูป สีเหลือง 24 รูปค่ะ
- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการคิดอย่างไรคะ
- นักเรียน : ผมใช้การนับครับ
- นักเรียน : ผมนับจำนวนแถวก่อนครับ แล้วค่อยนับว่าแต่ละแถวมีกี่รูป

##### ขั้นการอภิปราย

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการหาปริมาตรในใบกิจกรรมอย่างไรคะ
- นักเรียน : หาชั้นล่างสุดก่อนครับ หาได้ 6 รูปครับ แล้วก็ดูจำนวนชั้นครับ  
แล้วก็เอามาคูณกันครับ จะได้จำนวนทั้งหมดครับ
- นักเรียน : เอาตัวเลขที่อยู่ด้านล่างมาคูณกันก่อนค่ะ ได้ 6 ค่ะ แล้วก็เอาไปคูณ  
กับจำนวนชั้นค่ะ จะได้ทั้งหมดเป็น 24 รูปค่ะ

##### ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

- ผู้วิจัย : จากใบกิจกรรมที่นักเรียนทุกคนทำ เรามาร่วมกันพิจารณาและ  
สรุปวิธีการหาปริมาตรกันอีกรอบนะคะ
- ผู้วิจัย : ลองตอบพร้อมกันตั้งๆ ซิว่า เรามีวิธีการหาปริมาตรของทรง  
สี่เหลี่ยมมุมฉากได้อย่างไรคะ
- นักเรียน : เอาตัวเลขทุกตัวมาคูณกันครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : แล้วตัวเลขแต่ละตัว เราจะแทนชื่อเรียกหรือสูตรสำหรับการจำได้  
อย่างไรคะ
- นักเรียน : ด้านหน้า ด้านข้าง ด้านสูงครับ
- นักเรียน : ด้านล่าง ด้านข้าง และ ชั้น ครับ

- นักเรียน : ด้านสั้น ด้านยาว และ ด้านสูงค่ะ
- ผู้วิจัย : ดีๆๆ ไกล่จะถูกแล้วค่ะ ลองหาคำแทนด้านสั้นใหม่สิคะ
- นักเรียน : ด้านกว้าง กับด้านยาว เหมือนสูตรของรูปสี่เหลี่ยมไหมคะครู
- ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ ด้านกว้าง ด้านยาว แล้วก็ความสูง เราจะหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้จาก ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง

### กิจกรรม “มีปริมาตรเท่าใด”

#### ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

- ผู้วิจัย : ภาพที่ครูติดบนกระดาน นักเรียนมีวิธีการในการหาปริมาตรได้อย่างไรบ้างคะ
- นักเรียน : นำตัวเลขทุกตัวคูณกันครับ
- นักเรียน : เอา  $20 \times 8 \times 5$  แล้วเอาคำตอบมาคูณ 2 ครับ เพราะมีสี่เหลี่ยม 2 รูปครับ
- ผู้วิจัย : ใช่แล้ว ถ้ามองภาพดีๆ จะสังเกตเห็นว่ามีรูปทรงสี่เหลี่ยมอยู่สองรูป ถ้าทรงสี่เหลี่ยมสองรูปสองรูปนั้นมีขนาดเท่ากัน เราก็สามารถหาปริมาตรก่อนแล้วค่อยนำมาคูณกับจำนวนรูป แล้วถ้าเป็นรูปที่ไม่เท่ากันหละ นักเรียนจะมีวิธีการหาอย่างไร (ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและคำสั่ง)

#### ขั้นการอภิปราย

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการหาปริมาตรในใบกิจกรรมอย่างไรคะ
- นักเรียน : แบ่งเป็นทรงสี่เหลี่ยมสองรูปค่ะ นำจำนวนของแต่ละรูปมาคูณกันเพื่อหาปริมาตร พอได้ทั้งสองรูปแล้ว ก็นำมาบวกกันค่ะ
- นักเรียน : กลุ่มพวกผม นำตัวเลขทุกตัวมาคูณกันเลยครับ

#### ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

- ผู้วิจัย : จากใบกิจกรรมที่นักเรียนทุกคนทำ เรามาร่วมกันพิจารณาและสรุปวิธีการหาปริมาตรกันอีกรอบนะคะ
- ผู้วิจัย : ลองตอบพร้อมกันตั้งๆ ชิวๆ เรามีวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้อย่างไรคะ
- นักเรียน : ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง ครับ/ค่ะ

ผู้วิจัย : ไข้อย่างไร เราจะหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ ได้จาก  
ความกว้าง คุณ ความยาว คุณ ความสูง

### กิจกรรม “ขึ้นไหนได้เยอะ”

#### ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัย : ภาพที่ครูติดบนกระดานนักเรียนลองทายซิว่า รูปไหนจะมีปริมาตร  
มากกว่ากัน  
นักเรียน : หนูว่ารูปแรกค่ะ เพราะดูจากรูปมันใหญ่กว่า  
นักเรียน : หนูก็เดาว่ารูปแรกค่ะ  
นักเรียน : พวกผม เดาว่ารูปที่สองครับ มันสูงกว่ารูปแรก  
ผู้วิจัย : ถ้าอย่างนั้น พวกเราลองช่วยกันหาปริมาตรของทั้งสองรูปดูซิคะ  
นักเรียน : รูปที่สองเยอะกว่าครับ เย้ๆ กลุ่มพวกผมตอบถูก

#### ขั้นการอภิปราย

ผู้วิจัย : ก่อนทำการคำนวณหาปริมาตร นักเรียนทายว่าขนมปังขึ้นไหนได้  
เยอะคะ  
นักเรียน : ตอนแรกผมทายว่าขึ้นที่สองได้เยอะกว่าครับ เพราะในรูปยาว  
มากกว่า พอลองหาปริมาตรทั้งสองขึ้นแล้ว ขึ้นที่หนึ่ง  
ได้เยอะกว่าครับ  
นักเรียน : ตอนแรกกลุ่มพวกผมทายว่าขึ้นสี่เหลี่ยมได้เยอะกว่าครับ แต่ตอบผิด  
นักเรียน : ตอนแรกหนูทายว่าขึ้นสี่เหลี่ยมได้เยอะคะ เพราะดูจากรูปแล้วสี่  
เหลี่ยมใหญ่กว่าสี่เหลี่ยมผืนผ้า

#### ขั้นการสรุปทบทวนโดยเชื่อมโยงแนวคิด

ผู้วิจัย : จากใบกิจกรรมที่นักเรียนทุกกลุ่มทำ เรามาร่วมกันพิจารณาและ  
สรุปวิธีการหาปริมาตรกันอีกรอบนะคะ  
ผู้วิจัย : ลองตอบพร้อมกันตั้งๆ ซิว่า ครูควรซื้อขนมปังขึ้นไหนคะ  
นักเรียน : ขึ้นที่หนึ่งครับ/ค่ะ  
ผู้วิจัย : สูตรการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากคืออะไรคะ  
นักเรียน : ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง ครับ/ค่ะ  
ผู้วิจัย : ไข้อย่างไร เราจะหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ ได้จาก  
ความกว้าง คุณ ความยาว คุณ ความสูง

## กิจกรรม “เท่ากันหรือไม่”

## ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

- ผู้วิจัย : ภาพที่ครูติดบนกระดาน นักเรียนลองคำนวณหาปริมาตรดูซิคะ  
 นักเรียน : ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง เท่ากับ 9,000 ไร่/คะ  
 ผู้วิจัย : นักเรียนเคยเลี้ยงปลาในอ่างหรือในตู้กระจกหรือไม่คะ  
 นักเรียน : ผมเคยเลี้ยงปลากัดในขวดแก้วครับ  
 นักเรียน : ที่บ้านหนูมีตู้ปลาที่เป็นกระจกคะ แต่ตอนนี้ปลาตายหมดแล้ว  
 ผู้วิจัย : โอเค ถ้าอย่างนั้นวันนี้ เรามาช่วยกันหาปริมาตรของน้ำในบ่อปลา  
 กันดีกว่า (ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและคำสั่ง)

## ขั้นการอภิปราย

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการหาปริมาตรในใบกิจกรรมอย่างไรคะ  
 นักเรียน : หารูป A ก่อนแล้วค่อยหารูป B แล้วเปรียบเทียบกับกันครับ  
 ผู้วิจัย : รูป B มีวิธีการหาปริมาตรอย่างไรคะ  
 นักเรียน : แบ่งเป็น 2 รูปครับ แล้วหาที่ละรูปสุดท้ายเอามาบวกกันครับ  
 ผู้วิจัย : กลุ่มพวกเราวิธีการหาปริมาตรในใบกิจกรรมอย่างไรคะ  
 นักเรียน : หารูป A แล้วค่อยหารูป B ค่ะ แต่กลุ่มพวกหนูหารูป B ไม่ครบ  
 คำตอบก็เลยไม่ถูกคะ

## ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

- ผู้วิจัย : จากใบกิจกรรมที่นักเรียนทุกกลุ่มทำ เรามาร่วมกันพิจารณาและ  
 สรุปวิธีการหาปริมาตรกันอีกรอบนะคะ  
 ผู้วิจัย : สรุปแล้วถึงไหนใส่น้ำได้มากกว่ากันคะ  
 นักเรียน : ถัง B ไร่/คะ  
 ผู้วิจัย : นักเรียนจะสามารถเทน้ำในถัง A ใสใน ถัง B ได้พอดีหรือไม่คะ  
 นักเรียน : เทใส่ได้ครับ/คะ  
 ผู้วิจัย : ใสได้หมดหรือไม่หมดคะ  
 นักเรียน : เทได้หมดถังเลยครับ/คะ แล้วน้ำก็ไม่เต็มถัง B ด้วยครับ/คะ  
 เพราะถัง B ใส่น้ำได้มากกว่าถัง A  
 ผู้วิจัย : ลองบอกสูตรการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากต่างๆ ให้ชื่นใจ  
 หน่อยสิคะ  
 นักเรียน : ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง ไร่/คะ

### ตัวอย่างบทสัมภาษณ์ผู้ร่วมวิจัย

- ผู้วิจัย : ภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เป็นอย่างไรบ้างคะ
- ผู้ร่วมวิจัย (6) : ภาพรวมถือว่าทำได้ดีขึ้นค่ะ การใช้กระดาน การเขียนแนวคิดของนักเรียน ครูผู้สอนได้ปรับตามคำแนะนำครั้งก่อนได้ค่อนข้างดี การสนทนา ถาม-ตอบ ในแต่ละขั้นของการสอนสังเกตได้ว่านักเรียนมีความกล้าที่จะตอบมากขึ้น แม้จะไม่มั่นใจในคำตอบของตนเอง
- ผู้ร่วมวิจัย (7) : โดยภาพรวมครูผู้สอนทำได้ดีมากค่ะ แต่หนูชอบกิจกรรมที่ครูผู้สอนให้นักเรียนทายก่อนว่ารูปไหนจะได้เยอะกว่าคะ หนูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเห็นได้ชัดเลยคะว่าพวกเขาสนุกกับการทำกิจกรรมมาก โดยเฉพาะตอนที่เขาช่วยกันคำนวณหาปริมาตร พวกเขาลุ้นกันว่าเขาทายจะถูกหรือผิด ต่อไปหนูคงต้องไปปรับแผนการสอนของหนูให้มีการเรียนปนเล่นแบบนี้บ้างแล้วคะ

### ตัวอย่างบทสัมภาษณ์วงจรปฏิบัติการที่ 4

#### ตัวอย่างบทสัมภาษณ์นักเรียน

#### กิจกรรม “แบบนี้จะหาอย่างไร”

##### ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

- ผู้วิจัย : หยุดเรียนปีใหม่หลายวัน นักเรียนยังจำได้หรือไม่ว่าสูตรการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากคืออะไร
- นักเรียน : ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง ครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : นักเรียนลองพิจารณาสิ่งที่ครูติดบนกระดาน นี่คือความสัมพันธ์ของหน่วยปริมาตร จำให้ได้ จำให้ดี มีในข้อสอบ
- ผู้วิจัย : ย้อนกลับไปเรื่องเลี้ยงปลาที่เราเคยคุยกันเมื่อชั่วโมงที่แล้ว เวลาที่นักเรียนเลี้ยงปลา นักเรียนจะใส่น้ำในอ่างเต็มอ่างปลาหรือไม่คะ
- นักเรียน : ใสไม่เต็มครับ เดี่ยวปลาจะกระโดดออกจากอ่าง
- ผู้วิจัย : ถ้าครูมีตู้ปลาหนึ่งตู้ ครูรู้ความกว้าง ความยาว ความสูงของตู้แล้ว แต่ครูต้องการใส่น้ำแค่ครึ่งถัง นักเรียนลองช่วยครูหาหน่วยสิคะว่าครูต้องใส่น้ำในปริมาตรเท่าใด (ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา)

### ขั้นการอภิปราย

- ผู้วิจัย : สถานการณ์ปัญหานี้ถามอะไรคะ
- นักเรียน : ปริมาตรของน้ำครับ
- นักเรียน : หาปริมาตรน้ำครึ่งตู้ปลาค่ะ
- ผู้วิจัย : แล้วสถานการณ์ปัญหานี้ให้ข้อมูลอะไรมาให้บ้างคะ
- นักเรียน : ให้ความกว้าง ความยาว และความสูง ครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการในการหาปริมาตรของตู้ปลาอย่างไรคะ
- นักเรียน : แทนค่าในสูตรการหาปริมาตรครับ
- นักเรียน : เอาความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง ก่อนค่ะ  
จะได้ปริมาตรทั้งหมดของตู้ปลา แล้วก็นำไปหารสองอีกค่ะ  
เพราะโจทย์ถามน้ำครึ่งตู้
- ผู้วิจัย : แล้วสรุปคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไรคะ
- นักเรียน : โจทย์ถามหน่วยเป็นลิตรค่ะ แต่โจทย์ให้หน่วยเป็นเซนติเมตรมา  
หนูยังตอบไม่ได้ค่ะ

### ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

- ผู้วิจัย : จากที่กลุ่มหลายเหลี่ยมบอกว่ายังหาหน่วยเป็นลิตรไม่เป็น พวกเรา  
มาร่วมกันทบทวนและสรุปไปพร้อมๆ กันนะคะ  
(ผู้วิจัยอธิบายแถบแสดงความสัมพันธ์ของหน่วยปริมาตร ที่ติดบน  
กระดานในขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง พร้อมกับ  
ยกตัวอย่างการเปรียบเทียบหรือการเปลี่ยนหน่วยของปริมาตร)
- นักเรียน : แสดงว่าต้องเอาคำตอบที่หารสองแล้วมาหารด้วย 1,000 อีกครั้ง  
ใช่หรือไม่ครับ
- ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ คำตอบที่นักเรียนหามาได้คือ 360,000 ลูกบาศก์  
เซนติเมตร ถ้าต้องการทำให้หน่วยเป็นลิตร เราก็ต้องมาคูณว่า 1  
ลิตร เท่ากับ กี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
- นักเรียน : 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : ตอนนี้อธิบายได้หรือยังคะว่า ต้องเติมน้ำในตู้ปลากี่ลิตร
- นักเรียน : 360 ลิตร ครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ เดี่ยวครูจะทบทวนเรื่องหน่วยปริมาตรให้อีกครั้งใน  
ชั่วโมงชุมนุมนะคะ

## กิจกรรม “มีปริมาตรเท่าไร”

## ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

- ผู้วิจัย : ภาพที่ครูติดบนกระดาน นักเรียนลองคำนวณหาปริมาตรดูซิคะ
- นักเรียน : ความกว้าง คุณ ความยาว คุณ ความสูง เท่ากับ 384 คว้า/คะ
- ผู้วิจัย : นักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ว่าที่โรงเรียนเราจะมีอ่างปูนเป็นวงกลม สูงๆ ที่อยู่หลังห้อง ป.3 แล้วก็อยู่หลังโรงอาหาร
- นักเรียน : เห็นครับ เอาไว้ใส่น้ำฝน เวลาฝนตกครับ
- ผู้วิจัย : ที่หมู่บ้านครูก็มีเหมือนกัน แต่เป็นสี่เหลี่ยม ชาวบ้านก็เอาไว้รองน้ำฝนเหมือนกัน ครูก็เลยนำข้อมูลที่ครูไปวัดความกว้าง ความยาว ความสูงของที่เก็บน้ำ มาให้นักเรียนลองคำนวณหาปริมาตรให้หน่อยว่าอ่างเก็บน้ำที่หมู่บ้านครูจะสามารถบรรจุน้ำได้มากแค่ไหน (ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา)

## ขั้นการอภิปราย

- ผู้วิจัย : นักเรียนมีวิธีการหาปริมาตรในใบกิจกรรมอย่างไรคะ
- นักเรียน : เอา  $4.50 \times 8 \times 3$  คว้า จะได้คำตอบ 108 คว้า
- นักเรียน : กลุ่มหนูได้คำตอบ 10,800 ค่ะ คุณมาถูกแล้ว แต่ตอนตอบลืมเติมจุดค่ะ ก็เลยตอบผิด
- นักเรียน : กลุ่มผมก็เติมจุดผิดตำแหน่งครับ คำตอบก็เลยเป็น 1,080 คว้า

## ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

- ผู้วิจัย : จากใบกิจกรรมที่นักเรียนทุกกลุ่มทำ เรามาร่วมกันพิจารณาและสรุปวิธีการหาปริมาตรกันอีกรอบนะคะ
- ผู้วิจัย : ลองตอบพร้อมกันดังๆ ซิว่า เรามีวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้อย่างไรคะ
- นักเรียน : ความกว้าง คุณ ความยาว คุณ ความสูง คว้า/คะ
- ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ เราจะหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้จากความกว้าง คุณ ความยาว คุณ ความสูง
- ผู้วิจัย : เรื่องการเปรียบเทียบหน่วยปริมาตรหรือการเปลี่ยนหน่วยของปริมาตร รวมทั้งหน่วยของการวัดความยาว แล้วก็การคำนวณจำนวนที่เป็นทศนิยมด้วย ครูจะทบทวนให้พวกเราอีกครั้งในชั่วโมงชุมนุม หรือชั่วโมง PLC นะคะ

## กิจกรรม “สัมพันธ์กันอย่างไร”

## ชั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

- ผู้วิจัย : นักเรียนรู้จักหรือเคยทานขนมไทย อะไรบ้างคะ
- นักเรียน : ขนมหม้อแกงคะ
- นักเรียน : ขนมทองหยิบ ทองหยอด ค่ะ
- นักเรียน : ขนมฝอยทองครับ เค้กหน้าฝอยทองอร่อยมากครับ
- ผู้วิจัย : นักเรียนรู้จักขนมชั้น หรือไม่คะ
- นักเรียน : รู้จักครับ/ค่ะ ขนมที่มีหลายๆ ชั้น หลายๆ สี
- ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ แล้วนักเรียนรู้หรือไม่ ว่าขนมชั้นมีวิธีการทำอย่างไร
- นักเรียน : ทำเหมือนวุ้นไหมคะครู ที่เอาไปต้มก่อนแล้วค่อยเทใส่ในถาด  
ทีละชั้น ทีละสีคะ
- ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ เมื่อเทใส่ในถาดครบทุกชั้นแล้ว แม่ค้าก็จะตัดให้เป็นรูป  
สี่เหลี่ยมชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปขาย ถ้านักเรียนเป็นแม่ค้าขายขนมชั้น  
นักเรียนจะขายในราคาชิ้นละกี่บาทคะ
- นักเรียน : ชิ้นเล็กๆ ชิ้นละ 2 บาทครับ
- นักเรียน : ขายชิ้นละ 5 บาทคะ รวมค่ากล่องด้วย
- นักเรียน : ถ้าใส่กล่องขาย กล่องละ 4 ชิ้น ขาย 10 บาทครับ
- ผู้วิจัย : ครูรู้จักแม่ค้าขายขนมไทยอยู่คนหนึ่ง แต่ละวันแม่ค้าจะทำขนมชั้น  
ขายวันละ 1 ถาด นักเรียนลองช่วยแม่ค้าคิดหน่อยสิคะว่า ขนม  
ชั้นหนึ่งถาดของแม่ค้ามีปริมาตรเท่าไร แล้วถ้าเขาขายหมดเขาจะ  
ได้เงินกี่บาท (ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา)

## ขั้นการอภิปราย

- ผู้วิจัย : ถาดของแม่ค้ามีความจุเท่าไรคะ
- นักเรียน : 4,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : แล้วขนมชั้นของแม่ค้าหนึ่งถาดมีปริมาตรเท่าไรคะ
- นักเรียน : 3,600 ลูกบาศก์เซนติเมตร ครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : ถ้าแม่ค้าขายขนมได้ทั้งหมด แม่ค้าจะได้เงินกี่บาทคะ
- นักเรียน : ต้องหาก่อนว่าขนมหนึ่งถาดได้กี่ชิ้น กลุ่มผมหาได้ว่าขนมหนึ่งถาด  
ตัดแบ่งขายได้ 36 ชิ้น แม่ค้าขายชิ้นละ 15 บาท ก็นำ 36 มาคูณ  
กับ 15 ครับ จะได้เงินทั้งหมด 540 บาทครับ

### ขั้นการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิด

- ผู้วิจัย : จากใบกิจกรรมที่นักเรียนทุกกลุ่มทำ เรามาร่วมกันพิจารณาและสรุปวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จะหาได้อย่างไรคะ
- นักเรียน : ความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง ครับ/ค่ะ
- ผู้วิจัย : ใช่แล้วค่ะ เราจะหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้จากความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง

### ตัวอย่างบทสัมภาษณ์ผู้ร่วมวิจัย

ผู้วิจัย : ภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 และภาพรวมของการจัดกิจกรรมเพื่อเก็บข้อมูลการวิจัย เป็นอย่างไรบ้างคะ แต่ละท่านมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้วิจัยในการนำไปปรับปรุงแก้ไขในการสอนปกติอย่างไรบ้างคะ

ผู้ร่วมวิจัย (1) : ภาพรวมถือว่าทำได้ดีนะครับ ผอ. มองว่าการสอนโดยวิธีการแบบเปิด เป็นวิธีการสอนที่ดีแบบหนึ่ง ที่นักเรียนจะได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ไปพร้อมกับฝึกทักษะการทำงานเป็นทีม ทำให้นักเรียนมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน นักเรียนที่เรียนอ่อนก็จะได้ฝึกเรียนรู้ไปพร้อมกับนักเรียนเก่ง จนเกิดเป็นการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน แต่อยากเน้นย้ำครูผู้สอนเกี่ยวกับการควบคุมชั้นเรียน ถ้ามีนักเรียนที่พูดคุยกันเสียงดัง หรือไม่สนใจทำกิจกรรม อยากรบกวนให้ครูผู้สอนรีบดึงสมาธิให้เขากลับมาสนใจเรียนให้เร็วที่สุด เพื่อที่จะได้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนในชั่วโมงนั้นๆ ได้ทันเพื่อนในชั้น แล้วก็อยากฝากครูผู้สอนอีกเรื่องคือ ถ้าเก็บข้อมูลวิจัยเสร็จแล้ว ผอ. อยากรบกวนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดนี้กับนักเรียนชั้นอื่นๆ หรือสอนชั้น ป.6 ในเนื้อหาอื่นๆ เอาสัปดาห์ละ 1-2 ชั่วโมง ถ้าเป็นไปได้จะดีมาก

ผู้ร่วมวิจัย (2) : ถ้าพูดถึงการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด สำหรับครูกรุณา ไม่ใช่เรื่องที่น่าห่วงค่ะ เพราะเขาคือครูคนหนึ่งที่เป็นตัวแทนโรงเรียน ทำการสอนโดยใช้นวัตกรรมนี้ให้กับต้นกำเนิดของนวัตกรรม คือมหาวิทยาลัยขอนแก่น ดูแล้วหลายครั้ง ถึงที่จะไม่ได้มีโอกาสเข้าร่วมสังเกตการณ์สอน แต่พี่ก็ได้อ่านงานวิจัยของครูผู้สอนคร่าวๆ

รวมทั้งได้ดูแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 15 แผนแล้ว เห็นว่าเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี ในฐานะที่เป็นหัวหน้างานวิชาการ ขอฝากให้ครูผู้สอนช่วยแนะนำหรือเป็นผู้นำนวัตกรรมการสอนโดยวิธีการแบบเปิดไปขยายผลต่อให้ครูกลุ่มสาระอื่นๆ ได้นำไปใช้ในการสอนด้วยนะคะ

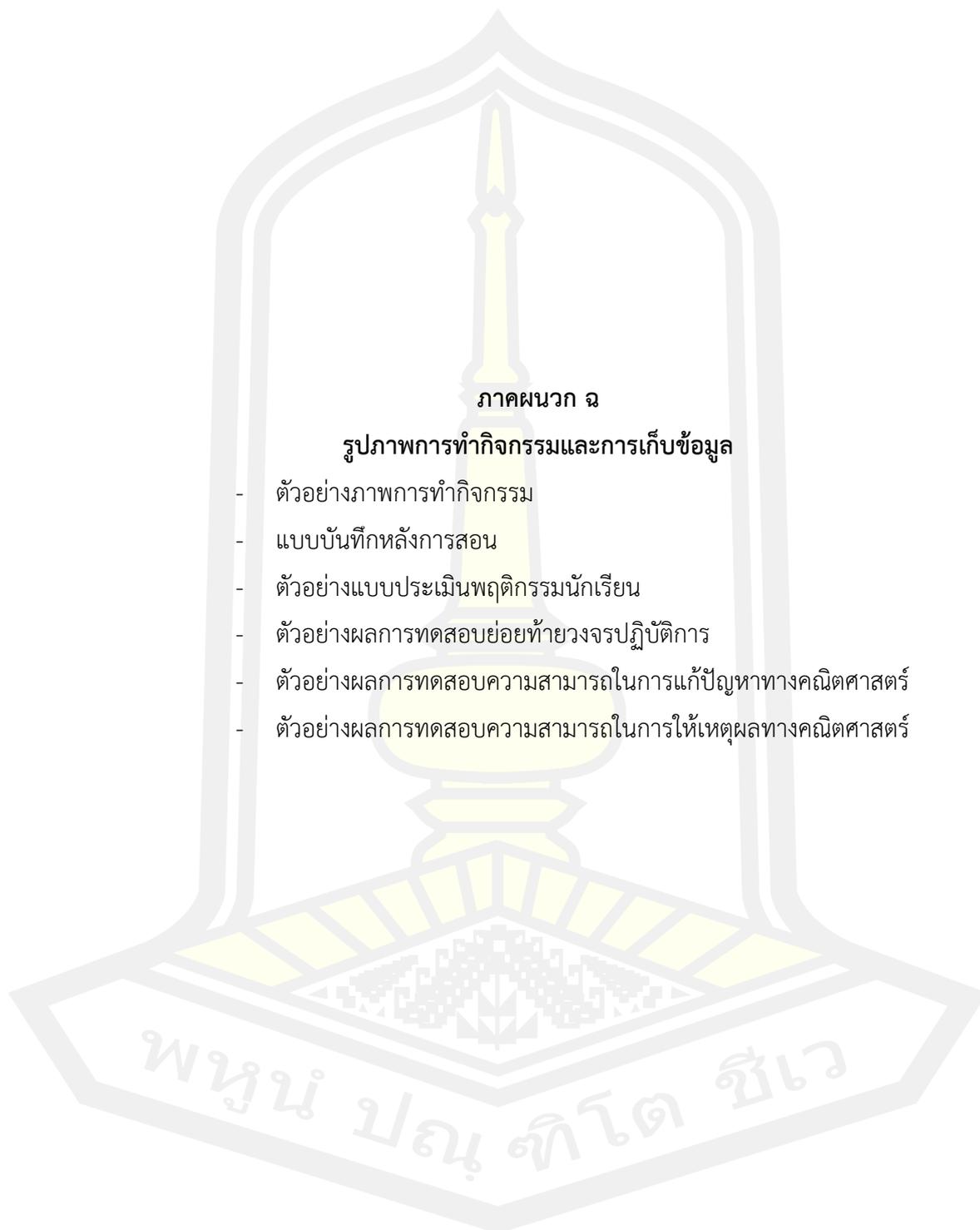
ผู้ร่วมวิจัย (3) : ในฐานะที่เป็นทั้งผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย เป็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นศิษย์เก่า สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เรียนรู้นวัตกรรมการศึกษาขั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดมาทั้งในระดับปริญญาตรีและปริญญาโท อันดับแรกต้องขอชื่นชมครูผู้สอนก่อนค่ะ การที่ครูผู้สอนจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดได้ จะต้องมีการเตรียมตัวเตรียมความพร้อมเยอะมาก ทั้งจะต้องเตรียมแผนการสอน เตรียมสื่อที่เป็นใบงาน เตรียมสื่อที่เป็นชิ้นงานตัวอย่างให้นักเรียน แต่ที่ได้เห็นถึงความตั้งใจของครูผู้สอนซึ่งมีความตั้งใจเป็นอย่างมากในการเตรียมการสอนในแต่ละชั่วโมง ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในบางชั่วโมงอาจจะพบปัญหา แต่ครูผู้สอนก็สามารถแก้ไขปัญหาได้ ครูผู้สอนสามารถจัดการชั้นเรียนได้ค่อนข้างดี สามารถพูดกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้กลับมาสนใจเนื้อหาที่เรียน มีคำพูดที่เป็นการเสริมแรงให้นักเรียนอยู่เสมอ พี่ขอชื่นชมตรงนี้จะ สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 15 แผน เป็นกิจกรรมที่ดี น่าสนใจ ตรงตามตัวชี้วัดในหลักสูตร อยากจะฝากให้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมแบบ Open Approach นี้ในหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ หรือในชั้นเรียนอื่นๆ เพื่อพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไปนะคะ

ผู้ร่วมวิจัย (4) : ถึงพี่จะไม่มีโอกาสได้เข้าสังเกตการณ์สอน แต่ก็ได้ให้คำแนะนำ ครูผู้สอนที่มาขอคำแนะนำเกี่ยวกับการแก้ปัญหาให้นักเรียนที่มีพื้นฐานการอ่าน การเขียน ค่อนข้างช้า ซึ่งในระดับชั้น ป.6 ปีนี้มีนักเรียนที่อ่านช้า เขียนช้าหลายคนพอสมควร ในฐานะครูผู้สอนวิชาภาษาไทย ก็กำลังดำเนินการแก้ปัญหาในจุดนี้เช่นกันครับ พี่ขอชื่นชม และได้เห็นถึงความตั้งใจของครูกรุณา ที่อยากจะแก้ไข ปัญหาและพัฒนาทักษะต่างๆ ของนักเรียนทุกคน ขอชื่นชมครับ

ผู้ร่วมวิจัย (5) : จากการร่วมสังเกตชั้นเรียน ขอชื่นชมครูผู้สอนค่ะ ครูผู้สอน ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดี ควบคุมชั้นเรียนได้ดี อธิบาย เนื้อหาที่ยากๆ ให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายๆ นำเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียน มาสร้างเป็นโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหา ทำให้นักเรียนเข้าถึง เนื้อหาคณิตศาสตร์จากสิ่ง ที่นักเรียนเคยพบในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนสามารถที่จะนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตจริงได้ ถ้ามีโอกาสจะลองนำวิธีการสอนแบบเปิดไปใช้สอนใน รายวิชาวิทยาศาสตร์ นะคะ

ผู้ร่วมวิจัย (6) : จากที่หนูได้เข้าร่วมสังเกตชั้นเรียนตั้งแต่วงจรปฏิบัติการที่ 1 จนถึง วงจรปฏิบัติการที่ 4 เป็นบางชั่วโมง เห็นได้ชัดเลยว่าครูผู้สอนมี พัฒนาการด้านการนำวิธีการสอนแบบเปิดมาใช้ในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ดีขึ้นมากค่ะ ช่วงแรกสังเกตได้ชัดเลยว่าครูผู้สอนมีความ กังวล แต่ช่วงหลังดีขึ้นมากค่ะ การสอนเป็นธรรมชาติ นักเรียนรู้สึก ไม่กดดัน เหมือนได้เรียนไปด้วยเล่นไปด้วย พฤติกรรมของนักเรียน ในชั่วโมงแรกๆ จะไม่ค่อยยกมือออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน แต่ ครูผู้สอนก็แก้ปัญหาได้ดี คือกำหนดให้แต่ละสัปดาห์ แต่ละกลุ่ม จะต้องออกมานำเสนอไม่ซ้ำคนเดิม ซึ่งวิธีการนี้หนูก็ได้นำไปใช้ใน ชั้นเรียน ป.4 ที่หนูสอนด้วยค่ะ ได้ผลดีมาก ๆ เห็นได้ชัดเลยว่า นักเรียนแต่ละคนจะพยายามเตรียมตัวนำเสนอ เตรียมการตอบ คำถามเพื่อนๆ ในชั้น ทำให้เขากระตือรือร้นที่จะเรียนรู้เพราะกลัว จะตอบผิด จากปัญหาที่พบและได้แนะนำครูผู้สอนไปแล้วนั้น ครูผู้สอนก็สามารถปรับปรุง และพัฒนาการสอนได้ดีมากๆ ค่ะ ใน ฐานะที่หนูเป็นนักศึกษาที่ศึกษานวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและ วิธีการแบบเปิดมาโดยตรง ขอชื่นชมครูผู้สอนค่ะ สอนได้ดีมากค่ะ

ผู้ร่วมวิจัย (7) : หนูเห็นด้วยกับครูเจนจิราค่ะ หนูขอชื่นชมครูผู้สอนค่ะ ที่สามารถ จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดได้ดีมากค่ะ ทั้งๆ ที่ ครูผู้สอนไม่ได้ศึกษานวัตกรรมการนี้มาโดยตรง แต่ครูผู้สอนก็สามารถ ทำได้ตามแบบที่วิธีการแบบเปิดต้องการให้เกิด ครูผู้สอนมีการ ปรับปรุงพัฒนาการสอนตามคำแนะนำอยู่เสมอ ทำให้การสอน เป็นไปตามลำดับขั้นตอน สนุก และได้ความรู้อย่างแท้จริงค่ะ



**ภาคผนวก ฉ**

**รูปภาพการทำกิจกรรมและการเก็บข้อมูล**

- ตัวอย่างภาพการทำกิจกรรม
- แบบบันทึกหลังการสอน
- ตัวอย่างแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน
- ตัวอย่างผลการทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการ
- ตัวอย่างผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ตัวอย่างผลการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์



ภาพกิจกรรม วงจรปฏิบัติการที่ 1



**แบบสังเกตและบันทึกคะแนนพฤติกรรมนักเรียนหอพักชั้นเรียน**

คำชี้แจง : ให้ผู้สอน/ผู้สังเกตชั้นเรียน บันทึกคะแนน 1-4 ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนการปฏิบัติงานของนักเรียนรับ ลงในตารางตามจริง

ที่	ชื่อแสดงแทน	รายการประเมิน				รวม คะแนน	สรุป	
		1. แต่งงาน แต่งใจ แต่งใจ แต่งใจ	2. แต่งงาน แต่งใจ แต่งใจ แต่งใจ	3. แต่งงาน แต่งใจ แต่งใจ แต่งใจ	4. แต่งงาน แต่งใจ แต่งใจ แต่งใจ		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	เพ็ญกลาง	2	2	3	3	10	✓	
2	พิณฉิ่ง	3	2	3	3	11	✓	
3	กมลทิพย์	2	3	3	3	11	✓	
4	พิศ	2	2	3	2	9	✓	
5	แม่โพธิ์	3	2	3	3	11	✓	
6	อุษาภัส	2	2	3	2	9	✓	
7	รณนงค์	3	2	3	3	11	✓	
8	ชุนพันธ์	2	2	3	2	9	✓	
9	เม็กกี้	3	2	3	2	10	✓	
10	ลิไล	2	2	3	2	9	✓	
11	พัชริกา	2	2	3	2	9	✓	
12	ศรีนิมิต	2	2	3	2	9	✓	
13	แม่ขวัญ	3	2	3	3	11	✓	
14	ฟ้าใส	2	2	3	2	9	✓	
15	โอบบอ	3	2	3	3	11	✓	
16	รุ้งนันทน์	3	2	3	3	11	✓	

ผู้สังเกต/ผู้บันทึก  
ครั้งที่ 1 วันที่ 29 พ.ค. 65

**แบบสังเกตและบันทึกคะแนนพฤติกรรมของนักศึกษาที่กิจกรรมกลุ่ม**

คำชี้แจง : ให้ผู้สอน/ผู้สังเกตชั้นเรียน บันทึกคะแนน 1-4 ตามเกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติงานของนักศึกษาที่กิจกรรมจริง

ที่	ชื่อแสดงแทน	รายการประเมิน				รวม คะแนน	สรุป	
		1. ความสนใจ ความตั้งใจ ความรับผิดชอบ	2. การมีส่วนร่วม การช่วยเหลือ	3. การทำงาน การสื่อสาร	4. การทำงาน การสื่อสาร		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	เพ็ญกลาง	3	3	3	3	12	✓	
2	พิณฉิ่ง	3	3	3	3	12	✓	
3	กมลทิพย์	3	3	3	3	12	✓	
4	พิศ	2	3	3	3	11	✓	
5	แม่โพธิ์	3	3	3	3	12	✓	
6	อุษาภัส	2	3	3	3	11	✓	
7	รณนงค์	3	3	3	3	12	✓	
8	ชุนพันธ์	3	3	3	3	12	✓	
9	เม็กกี้	3	3	3	3	12	✓	
10	ลิไล	3	3	3	3	12	✓	
11	พัชริกา	2	3	3	3	11	✓	
12	ศรีนิมิต	2	3	3	3	11	✓	
13	แม่ขวัญ	3	3	3	3	12	✓	
14	ฟ้าใส	3	3	3	3	12	✓	
15	โอบบอ	3	3	3	3	12	✓	
16	รุ้งนันทน์	3	3	3	3	12	✓	

ผู้สังเกต/ผู้บันทึก  
ครั้งที่ 2 วันที่ 30 พ.ค. 65

**แบบสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์**

คำชี้แจง : ให้ผู้สอน/ผู้สังเกตชั้นเรียน บันทึกคะแนน 1-4 ตามเกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติงานของนักเรียนรับ ลงในตารางให้ครบถ้วน

ที่	ชื่อแสดงแทน	รายการประเมิน					รวม คะแนน	สรุป	
		การแก้ปัญหา	การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	การเชื่อมโยง	การสื่อสาร	การสื่อสาร		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	เพ็ญกลาง	-	3	3	3	3	11	✓	
2	พิณฉิ่ง	-	3	3	3	3	12	✓	
3	กมลทิพย์	-	2	3	3	3	11	✓	
4	พิศ	-	2	3	3	3	11	✓	
5	แม่โพธิ์	-	2	3	3	3	11	✓	
6	อุษาภัส	-	2	3	3	3	11	✓	
7	รณนงค์	-	3	3	3	3	12	✓	
8	ชุนพันธ์	-	2	3	3	3	11	✓	
9	เม็กกี้	-	3	3	3	3	12	✓	
10	ลิไล	-	3	3	3	3	12	✓	
11	พัชริกา	-	3	3	3	3	12	✓	
12	ศรีนิมิต	-	2	3	3	3	11	✓	
13	แม่ขวัญ	-	3	3	3	3	12	✓	
14	ฟ้าใส	-	2	3	3	3	11	✓	
15	โอบบอ	-	3	3	3	3	12	✓	
16	รุ้งนันทน์	-	3	3	3	3	12	✓	

เกณฑ์การประเมิน  
ผ่าน ได้คะแนน 9 คะแนนขึ้นไป  
ไม่ผ่าน ได้คะแนน 0-8 คะแนน

ผู้สังเกต/ผู้บันทึก  
ครั้งที่ 1 เดือน 5 พ.ค. 65

**แบบสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์**

คำชี้แจง : ให้ผู้สอน/ผู้สังเกตชั้นเรียน บันทึกคะแนน 1-4 ตามเกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติงานของนักเรียนรับ ลงในตารางให้ครบถ้วน

ที่	ชื่อแสดงแทน	รายการประเมิน				รวม คะแนน	สรุป		
		มีวินัย	ใฝ่เรียนรู้	มุ่งมั่นในการทำงาน	รักการอ่าน		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1	เพ็ญกลาง	3	2	1	3	2	1	9	✓
2	พิณฉิ่ง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8	✓
3	กมลทิพย์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7	✓
4	พิศ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7	✓
5	แม่โพธิ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7	✓
6	อุษาภัส	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7	✓
7	รณนงค์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7	✓
8	ชุนพันธ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7	✓
9	เม็กกี้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7	✓
10	ลิไล	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7	✓
11	พัชริกา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7	✓
12	ศรีนิมิต	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8	✓
13	แม่ขวัญ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8	✓
14	ฟ้าใส	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8	✓
15	โอบบอ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8	✓
16	รุ้งนันทน์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8	✓

เกณฑ์การประเมิน  
ผ่าน ได้คะแนน 4 คะแนนขึ้นไป , ไม่ผ่าน ได้คะแนน 0-3 คะแนน

ผู้สังเกต/ผู้บันทึก  
ครั้งที่ 2 เดือน 5 พ.ค. 65

ตัวอย่างแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนนวงจรปฏิบัติกาที่ 1

พณีย์

15

สถานการณ์ปัญหา : น้องส้มไปซื้อของที่ห้างสรรพสินค้ากับแม่ ได้เลือกซื้อขนมมา 4 ชนิด ดังนี้



น้องส้มไป พิจารณาลงขนมทั้งสี่ชนิดที่ซื้อมา แล้วพยายามคิดเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่ได้เรียนมา

คำสั่ง : ให้นักเรียนเขียนอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของขนมที่น้องส้มไปซื้อมา

- 1) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก  
 4
- 2) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 4
- 3) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 3
- 4) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 4

พีพี

10

สถานการณ์ปัญหา : น้องส้มไปซื้อของที่ห้างสรรพสินค้ากับแม่ ได้เลือกซื้อขนมมา 4 ชนิด ดังนี้



น้องส้มไป พิจารณาลงขนมทั้งสี่ชนิดที่ซื้อมา แล้วพยายามคิดเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่ได้เรียนมา

คำสั่ง : ให้นักเรียนเขียนอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของขนมที่น้องส้มไปซื้อมา

- 1) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 4
- 2) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 1
- 3) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 2

วิวัฒน์

18

สถานการณ์ปัญหา : น้องส้มไปซื้อของที่ห้างสรรพสินค้ากับแม่ ได้เลือกซื้อขนมมา 4 ชนิด ดังนี้



น้องส้มไป พิจารณาลงขนมทั้งสี่ชนิดที่ซื้อมา แล้วพยายามคิดเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่ได้เรียนมา

คำสั่ง : ให้นักเรียนเขียนอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของขนมที่น้องส้มไปซื้อมา

- 1) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 5
- 2) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 4
- 3) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 5
- 4) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 4

สิริทิ

14

สถานการณ์ปัญหา : น้องส้มไปซื้อของที่ห้างสรรพสินค้ากับแม่ ได้เลือกซื้อขนมมา 4 ชนิด ดังนี้

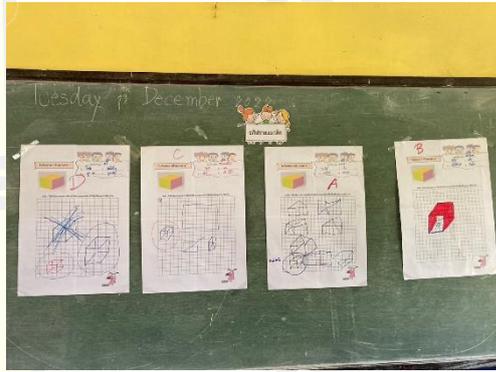


น้องส้มไป พิจารณาลงขนมทั้งสี่ชนิดที่ซื้อมา แล้วพยายามคิดเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่ได้เรียนมา

คำสั่ง : ให้นักเรียนเขียนอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของขนมที่น้องส้มไปซื้อมา

- 1) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 2
- 2) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 3
- 3) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 5
- 4) สีน้ำตาลเข้มของฟูลครีมชีสเค้ก 4 ชิ้น  
 4

ตัวอย่างผลการทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติการที่ 1



ภาพกิจกรรม วงจรปฏิบัติการที่ 2

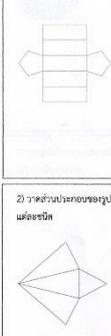




สถานการณ์ปัญหา : รูปทรงเรขาคณิตสามมิติหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้างนะ?

คำสั่ง : ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดในประเด็นต่อไปนี้

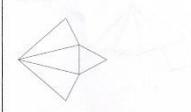
1) บอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนอธิบายลักษณะและส่วนประกอบ



ปริซึมสามเหลี่ยม มีฐานสองเหลี่ยมเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีสี่เหลี่ยมผืนผ้าสี่เหลี่ยมผืนผ้า 5 ด้าน มีสี่เหลี่ยมด้านขนาน 7 ด้าน

5

2) วาดส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ หรือเขียนอธิบายลักษณะและจำนวน ของสี่ประกอบและชนิด

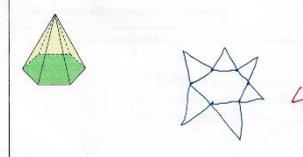


พีระมิดฐานสามเหลี่ยม มีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยม 1 ด้าน มีสี่เหลี่ยมผืนผ้าสี่เหลี่ยม 3 ด้าน มีสี่เหลี่ยมด้านขนาน 4 ด้าน

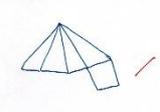
5

(18) PPT 19 กค 65

3) วาดรูปสี่เหลี่ยมประกอบเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้



4) วาดรูปสี่เหลี่ยมประกอบเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ 1 ชนิด พร้อมบอกเหตุผลที่เลือก และอธิบายหลักการในการวาด



มีระฆังสูงสี่เหลี่ยม

วาดฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1 ด้าน วาดด้านในเป็นรูปสี่เหลี่ยม 4 ด้าน

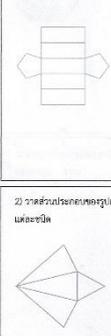
มีเหตุผลที่วาดรูปนี้?

4

สถานการณ์ปัญหา : รูปทรงเรขาคณิตสามมิติหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้างนะ?

คำสั่ง : ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดในประเด็นต่อไปนี้

1) บอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนอธิบายลักษณะและส่วนประกอบ



ปริซึมสามเหลี่ยม มีฐานสองเหลี่ยมเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีสี่เหลี่ยมผืนผ้าสี่เหลี่ยมผืนผ้า 5 ด้าน มีสี่เหลี่ยมด้านขนาน 7 ด้าน

1

2) วาดส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ หรือเขียนอธิบายลักษณะและจำนวน ของสี่ประกอบและชนิด



ปริซึมสามเหลี่ยม มีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยม 1 ด้าน มีสี่เหลี่ยมผืนผ้าสี่เหลี่ยม 3 ด้าน มีสี่เหลี่ยมด้านขนาน 4 ด้าน

1

(6) PPT 19 กค 65

3) วาดรูปสี่เหลี่ยมประกอบเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้



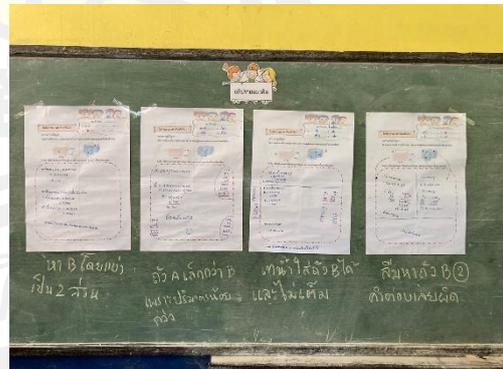
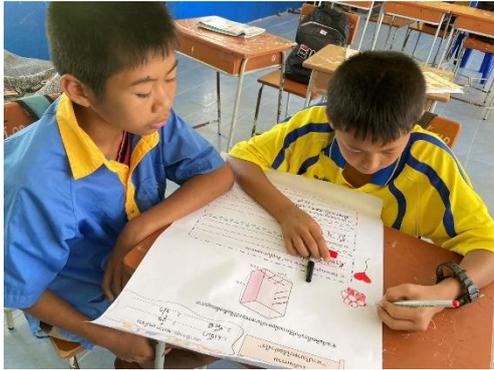
4) วาดรูปสี่เหลี่ยมประกอบเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ 1 ชนิด พร้อมบอกเหตุผลที่เลือก และอธิบายหลักการในการวาด



มีเหตุผลที่วาดรูปนี้?

0

ตัวอย่างผลการทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติครั้งที่ 2



ภาพกิจกรรม วงจรปฏิบัติการที่ 3





1) S-26 GOLD (กร๊อง 1.8 ซม., ยาว 9 ซม., สูง 10 ซม.)  
 ปริมาตรทั้งหมด  
 1) ความยาว = 1.8 ซม.  
 2) ความสูง = 9 ซม.  
 3) ความหนา = 10 ซม.  
 $= 1.8 \times 9 \times 10$   
 $= 16.2 \times 10$   
 $= 162$  มิลลิเมตร

2) HI-Q 1 Plus (กร๊อง 2 ซม., ยาว 8 ซม., สูง 12 ซม.)  
 ปริมาตรทั้งหมด  
 1) ความยาว = 2 ซม.  
 2) ความสูง = 8 ซม.  
 3) ความหนา = 12 ซม.  
 $= 2 \times 8 \times 12$   
 $= 192 \times 10$   
 $= 1920$  มิลลิเมตร

ตอบ S-26 GOLD มีปริมาตร 162 มิลลิเมตร

HI-Q 1 Plus มีปริมาตร 1920 มิลลิเมตร

3) Entagrow A\* (กร๊อง 2.8 ซม., ยาว 7 ซม., สูง 10 ซม.)  
 ปริมาตรทั้งหมด  
 1) ความยาว = 2.8 ซม.  
 2) ความสูง = 7 ซม.  
 3) ความหนา = 10 ซม.  
 $= 2.8 \times 7 \times 10$   
 $= 19.6 \times 10$   
 $= 196$  มิลลิเมตร

ตอบ Entagrow A\* มีปริมาตร 196 มิลลิเมตร



คุณมีข้อสงสัยเกี่ยวกับข้อใดใน เพราะเหตุใด  
 Entagrow A\* (กร๊อง 2.8 ซม., ยาว 7 ซม., สูง 10 ซม.)

1) S-26 GOLD (กร๊อง 1.8 ซม., ยาว 9 ซม., สูง 10 ซม.)  
 ปริมาตรทั้งหมด  
 1) ความยาว = 1.8 ซม.  
 2) ความสูง = 9 ซม.  
 3) ความหนา = 10 ซม.  
 $= 1.8 \times 9 \times 10$   
 $= 16.2 \times 10$   
 $= 162$  มิลลิเมตร

2) HI-Q 1 Plus (กร๊อง 2 ซม., ยาว 8 ซม., สูง 12 ซม.)  
 ปริมาตรทั้งหมด  
 1) ความยาว = 2 ซม.  
 2) ความสูง = 8 ซม.  
 3) ความหนา = 12 ซม.  
 $= 2 \times 8 \times 12$   
 $= 192 \times 10$   
 $= 1920$  มิลลิเมตร

ตอบ HI-Q 1 Plus มีปริมาตร 1920 มิลลิเมตร

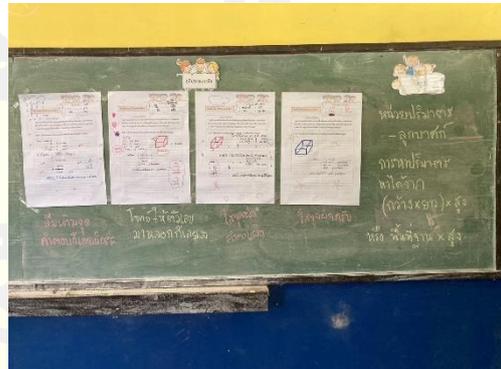
3) Entagrow A\* (กร๊อง 2.8 ซม., ยาว 7 ซม., สูง 10 ซม.)  
 ปริมาตรทั้งหมด  
 1) ความยาว = 2.8 ซม.  
 2) ความสูง = 7 ซม.  
 3) ความหนา = 10 ซม.  
 $= 2.8 \times 7 \times 10$   
 $= 19.6 \times 10$   
 $= 196$  มิลลิเมตร

ตอบ Entagrow A\* มีปริมาตร 196 มิลลิเมตร



คุณมีข้อสงสัยเกี่ยวกับข้อใดใน เพราะเหตุใด  
 Entagrow A\* (กร๊อง 2.8 ซม., ยาว 7 ซม., สูง 10 ซม.)

ตัวอย่างผลการทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการที่ 3



ภาพกิจกรรม วงจรปฏิบัติการที่ 4





22  
PPT  
6 ข้อ 66

คำสั่ง : ให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีคิด/แนวคิด ในการแก้ปัญหาต่อไปนี้

1. สระน้ำกว้าง 2.5 เมตร ยาว 4.6 เมตร ลึก 90 เซนติเมตร สระน้ำมีปริมาณน้ำอยู่ขนาดกี่เมตร

แก้ :  
 กว้าง 2.5 เมตร  $\times$  4.6 เมตร  $\times$  0.9 เมตร  
 $= 2.5 \times 4.6 \times 0.9$   
 $= 10.725$  เมตร

2. กบอกร่าง 24 เซนติเมตร ความยาวของปลอกมากกว่าความกว้าง 6 เซนติเมตร ความสูงของปลอกมากกว่าความกว้าง 2 เซนติเมตร กบอกรับปริมาณน้ำได้

แก้ :  
 กว้าง 24 เซนติเมตร  
 ยาว  $24 + 6 = 30$  เซนติเมตร  
 สูง  $24 + 2 = 26$  เซนติเมตร  
 $= 24 \times 30 \times 26$   
 $= 18720$  เซนติเมตร

3. ตู้ปลาของพี่มีตู้สูง 3,000 ตารางเซนติเมตร สูง 45 เซนติเมตร ตู้ปลาอีกกว้าง 0.5 เมตร ยาว 0.6 เมตร สูง 0.4 เมตร ตู้ปลาที่น้องบรรจุน้ำแล้ว ได้ค่าหน้าไปตู้ปลาที่น้องเองแล้ว ในตู้ยังมีปริมาณน้ำอยู่ขนาดกี่เมตร

แก้ :  
 ปริมาตรตู้ปลา =  $3000 \text{ cm}^2$   
 ปริมาตรน้ำในตู้ =  $0.5 \times 0.6 \times 0.4 = 0.12 \text{ m}^3$   
 ปริมาตรน้ำในตู้ =  $0.12 \times 1000 = 120 \text{ ลิตร}$

8  
PPT  
6 ข้อ 66

คำสั่ง : ให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีคิด/แนวคิด ในการแก้ปัญหาต่อไปนี้

1. สระน้ำกว้าง 2.5 เมตร ยาว 4.6 เมตร ลึก 90 เซนติเมตร สระน้ำมีปริมาณน้ำอยู่ขนาดกี่เมตร

แก้ :  
 กว้าง 2.5 เมตร  $\times$  4.6 เมตร  $\times$  0.9 เมตร  
 $= 2.5 \times 4.6 \times 0.9$   
 $= 10.725$  เมตร

2. กบอกร่าง 24 เซนติเมตร ความยาวของปลอกมากกว่าความกว้าง 6 เซนติเมตร ความสูงของปลอกมากกว่าความกว้าง 2 เซนติเมตร กบอกรับปริมาณน้ำได้

แก้ :  
 กว้าง 24 เซนติเมตร  
 ยาว  $24 + 6 = 30$  เซนติเมตร  
 สูง  $24 + 2 = 26$  เซนติเมตร  
 $= 24 \times 30 \times 26$   
 $= 18720$  เซนติเมตร

3. ตู้ปลาของพี่มีตู้สูง 3,000 ตารางเซนติเมตร สูง 45 เซนติเมตร ตู้ปลาอีกกว้าง 0.5 เมตร ยาว 0.6 เมตร สูง 0.4 เมตร ตู้ปลาที่น้องบรรจุน้ำแล้ว ได้ค่าหน้าไปตู้ปลาที่น้องเองแล้ว ในตู้ยังมีปริมาณน้ำอยู่ขนาดกี่เมตร

แก้ :  
 ปริมาตรตู้ปลา =  $3000 \text{ cm}^2$   
 ปริมาตรน้ำในตู้ =  $0.5 \times 0.6 \times 0.4 = 0.12 \text{ m}^3$   
 ปริมาตรน้ำในตู้ =  $0.12 \times 1000 = 120 \text{ ลิตร}$

ตัวอย่างผลการทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการที่ 4



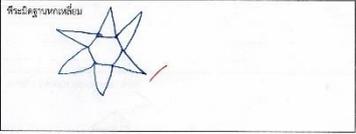
คำสั่ง : ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดและตอบปัญหาต่อไปนี้

1. วาดส่วนประกอบของปริซึมหกเหลี่ยมและพีระมิดฐานหกเหลี่ยม พร้อมเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของรูปร่าง

เขียนหน้าทแยง



พีระมิดฐานหกเหลี่ยม



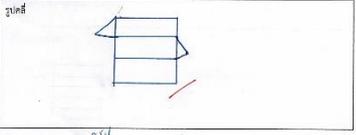
เขียนแสดงแนวคิด

ทั้ง 2 รูป มี 6 ด้าน มี 6 จุดยอด มี 6 ขอบ และ 1 จุดยอด

6  
AP  
2. 20/16

2. วาดรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (ให้ตัดส่วนประกอบทุกส่วน) ของพีระมิดฐานสามเหลี่ยม พร้อมทั้งเขียนแสดงแนวคิดในการวาดรูปทั้งสองนี้

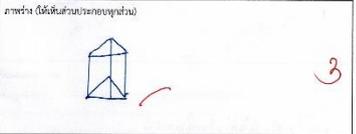
รูปสี่



เขียนแสดงแนวคิด

รูปสี่เหลี่ยมคางหมู มี 4 ด้าน มี 4 จุดยอด มี 4 ขอบ และ 1 จุดยอด

ภาพร่าง (ให้ตัดส่วนประกอบทุกส่วน)



เขียนแสดงแนวคิด

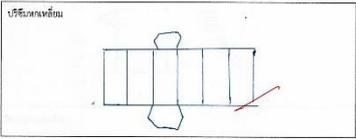
รูปสี่เหลี่ยมคางหมู มี 4 ด้าน มี 4 จุดยอด มี 4 ขอบ และ 1 จุดยอด

3

คำสั่ง : ให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดและตอบปัญหาต่อไปนี้

1. วาดส่วนประกอบของพีระมิดหกเหลี่ยมและพีระมิดฐานหกเหลี่ยม พร้อมเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของรูปร่าง

เขียนหน้าทแยง



พีระมิดฐานหกเหลี่ยม



เขียนแสดงแนวคิด

ชื่อผู้เขียน	เลขที่
.....	.....
.....	.....

.....

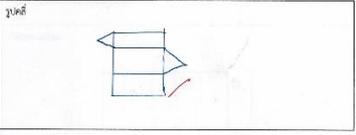
.....

.....

9  
AP  
12. 20/16

2. วาดรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (ให้ตัดส่วนประกอบทุกส่วน) ของพีระมิดฐานสามเหลี่ยม พร้อมทั้งเขียนแสดงแนวคิดในการวาดรูปทั้งสองนี้

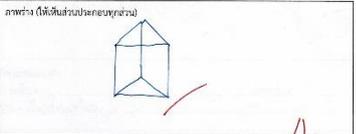
รูปสี่



เขียนแสดงแนวคิด

รูปสี่เหลี่ยมคางหมู มี 4 ด้าน มี 4 จุดยอด มี 4 ขอบ และ 1 จุดยอด

ภาพร่าง (ให้ตัดส่วนประกอบทุกส่วน)



เขียนแสดงแนวคิด

รูปสี่เหลี่ยมคางหมู มี 4 ด้าน มี 4 จุดยอด มี 4 ขอบ และ 1 จุดยอด

4

ตัวอย่างผลการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวกรรณา ศรีผิวสัว
วันเกิด	วันที่ 12 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2534
สถานที่เกิด	อำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 57 หมู่ 17 ตำบลกู่ทอง อำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44160
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนไตรมิตรพัฒนศึกษา อำเภอโนนศิลา จังหวัดขอนแก่น สังกัด สพป.ขอนแก่น เขต 3
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2550 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกู่ทองพิทยาคม อำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกู่ทองพิทยาคม อำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2558 ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ. 5 ปี) สาขาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พ.ศ. 2566 กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ฑิต ชีเว