การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์

ของ

นฤมล ภูมิชัยโชติ

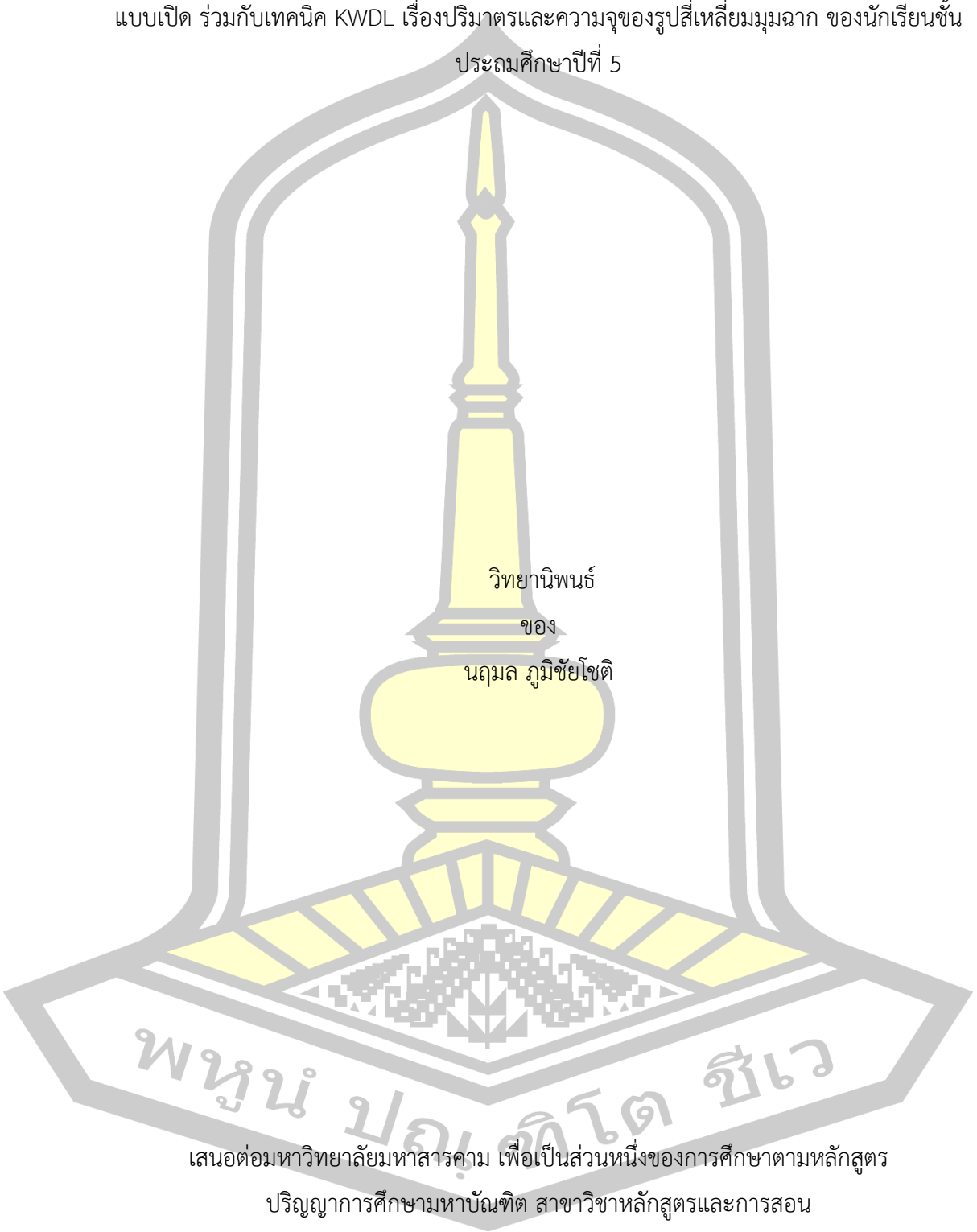
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

ธันวาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5



วิทยานิพนธ์

ของ

นฤมล ภูมิชัยโชติ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

ธันวาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Mathematic Problem-Solving Abilities through Open Approach Learning with KWDL Technique About the volume and capacity of a rectangular shape of students in grade 5

Naruemon Phumchaichok

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Curriculum and Instruction)

December 2024

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวนฤมล ภูมิชัยโชติ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รศ.ดร. ภมรพรรณ์ ยุระยาตร์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ.ดร. ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ)

.....กรรมการ

(รศ.ดร. มนตรี วงษ์สะพาน)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(รศ.ดร. วนิดา ผาระนัด)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....	.....
(รศ.ดร. ชวลิต ชูกำแพง)	(รศ.ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์	คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย นฤมล ภูมิชัยโชติ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตร์ตราจารย์ ดร. ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** หลักสูตรและการสอน

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาความสามารในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 2) พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 17 คน โรงเรียนดอนแคนโนนเปลือยวิทยา ตำบลฆ้องชัยพัฒนา อำเภอฆ้องชัยจังหวัดกาฬสินธุ์ ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบสบถามความพึงพอใจ 5) แบบสัมภาษณ์นักเรียน และ 6) แบบประเมินพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคาะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลวิจัยพบว่า

1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของ

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.71 คิดเป็นร้อยละ 83.58 ของคะแนนเต็มมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.91 ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

คำสำคัญ : ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์, การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด, เทคนิค KWDL, การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

TITLE The Development of Mathematic Problem-Solving Abilities through Open Approach Learning with KWDL Technique About the volume and capacity of a rectangular shape of students in grade 5

AUTHOR Naruemon Phumchaichok

ADVISORS Assistant Professor Tatsirin Sawangboon , Ph.D.

DEGREE Master of Education **MAJOR** Curriculum and Instruction

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2024

ABSTRACT

This research is an action research aimed at 1) developing the problem-solving abilities of the Grade 5 students who are taught using activities Open Approach with the KWDL technique to achieve at least 70 percent of the total score, 2) improving the academic performance of the Grade 5 students who are taught using activities Open Approach. with the KWDL technique to achieve at least 75 percent of the total score, and 3) studying the satisfaction of fifth-grade students towards the open learning approach combined with the KWDL technique. The target group was 17 students in Grade 5 at Donkeannonpueaiwitaya School, Khong Chai, Kalasin. The target students were selected through purposive sampling. The research instruments include 1) a learning activity plan using the open learning approach combined with the KWDL technique, 2) a test measuring problem-solving ability in mathematics concerning the volume and capacity of rectangular shapes, 3) a test measuring academic performance regarding the volume and capacity of rectangular shapes, 4) a satisfaction questionnaire, 5) student interviews, and 6) an assessment of mathematical problem-solving behavior. The statistics used for data analysis include percentages, means, and standard deviations.

Research findings indicate that

1) The ability to solve mathematical problems on the volume and capacity of rectangles of the 5th grade students who received open learning methods and KWDL techniques, 15 students passed the 70 percent criteria, accounting for 88.24 percent of the target group of students, and 2 students did not pass the 70 percent criteria, accounting for 11.76 percent of the target group of students.

2) Academic achievement on the volume and capacity of rectangles of the 5th grade students who received open learning methods and KWDL techniques had an average score of 16.71, accounting for 83.58 percent of the full score. 15 students passed the 75 percent criteria, accounting for 88.24 percent of the target group of students. which is higher than the specified criteria.

3) The satisfaction of students towards learning management with open methods combined with KWDL technique on the topic of volume and capacity of rectangles, Grade 5, has a mean of 3.89, standard deviation of 0.91, which is at a very satisfactory level.

Keyword : Mathematic Problem-Solving Abilities, Open Approach, KWDL Technique, Action research

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยการให้ความกรุณาและช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำข้อคิดเห็นและแก้ไขวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ภมรพรรณ์ ยุระยาตร์ ให้เกียรติเป็นประธานกรรมการ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร. มนตรี วงษ์สะพาน เป็นกรรมการ และรองศาสตราจารย์ ดร. วนิดา ผาระนัด เป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุติภายนอกในการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนดอนแคนโนนเปลือยวิทยา คณะครู และบุคลากรทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและอำนวยความสะดวกต่างๆ และนักเรียนโรงเรียนดอนแคนโนนเปลือยวิทยา ที่ตั้งใจทำกิจกรรมและให้ข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

กราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว และเพื่อนๆ ของผู้วิจัยที่ให้ความสนับสนุน คอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันในการทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงจะเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้วิจัยจนสามารถจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นฤมล ภูมิชัยโชติ

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ
กิตติกรรมประกาศ ..... ซ
สารบัญ ..... ฌ
สารบัญตาราง ..... ฐ
สารบัญภาพ ..... ณ
บทที่ 1 บทนำ 1
ภูมิหลัง 1
ความมุ่งหมายของการวิจัย 4
ความสำคัญของการวิจัย 4
ขอบเขตของการวิจัย 5
นิยามศัพท์เฉพาะ 6
กรอบแนวคิดในการวิจัย 9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) 12
1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์ 12
1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ 13
1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 13
1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้แกนกลาง 14
1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง 14

1.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 18
1.7 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ 18
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด 20
2.1 ความหมาย 20
2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 20
2.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด 26
2.4 แนวทางการวัดและประเมินผล 27
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL 28
3.1 ความหมาย 28
3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 28
3.4 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL 30
3.5 แนวทางการวัดและประเมินผล 31
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL 31
5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 37
5.1 ความหมาย 37
5.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 38
5.3 ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 40
5.4 ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 42
5.5 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 46
5.6 แนวทางการวัดและประเมินผล 50
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 57
6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 57
6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 61
6.3 จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 63

6.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 64
6.5 แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 67
7. ความพึงพอใจ 74
7.1 ความหมาย 74
7.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 75
7.3 การวัดความพึงพอใจ 77
8. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ 81
8.1 ความหมาย 81
8.2 ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 83
8.3 ประเภทของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 87
8.4 รูปแบบวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 91
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 100
9.1 งานวิจัยในประเทศ 100
9.1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (open approach). 100
9.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL 100
9.1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL 102
9.2 งานวิจัยต่างประเทศ 104
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 106
1. กลุ่มเป้าหมาย 106
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 109
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ 110
4. การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล 131
5. การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล 138

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 138
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 142
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล 142
ลำดับการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 142
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 142
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 172
ความมุ่งหมายของการวิจัย 172
สรุปผล 172
อภิปรายผล 173
ข้อเสนอแนะ 177
บรรณานุกรม 179
ภาคผนวก 186
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL 187
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล 204
ภาคผนวก ค การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ 214
ภาคผนวก ง ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 218
ภาคผนวก จ การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ 225
ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 231
ประวัติผู้เขียน 237

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้..... 14

ตารางที่ 2 มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้..... 16

ตารางที่ 3 มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้..... 17

ตารางที่ 4 มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา..... 17

ตารางที่ 5 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 18

ตารางที่ 6 ตาราง KWDL 29

ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL 32

ตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา..... 35

ตารางที่ 9 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 50

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวม ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 52

ตารางที่ 11 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อย ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 53

ตารางที่ 12 เกณฑ์การประเมินผลวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 55

ตารางที่ 13 เกณฑ์การแบ่งระดับนักเรียนจากการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 107

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์คะแนนและระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 22 คน 107

ตารางที่ 15 เกณฑ์การแบ่งระดับนักเรียนจากการประเมินสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 108

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์คะแนนและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 22 คน 108

ตารางที่ 17 โครงสร้างเวลาเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 110

ตารางที่ 18 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 111

ตารางที่ 19 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 125

ตารางที่ 20 ตารางการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และการเก็บข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 134

ตารางที่ 20 ตารางการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และการเก็บข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 135

ตารางที่ 20 ตารางการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และการเก็บข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 3 136

ตารางที่ 23 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 144

ตารางที่ 24 แสดงปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 150

ตารางที่ 25 ตารางแสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2 .. 153

ตารางที่ 26 แสดงปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 160

ตารางที่ 27 ตารางแสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3 .. 162

ตารางที่ 28 แสดงปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3 167

ตารางที่ 29 แสดงผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL 168

ตารางที่ 30 แสดงผลวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 169

ตารางที่ 31 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 215

ตารางที่ 32 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 216

ตารางที่ 33 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 217

ตารางที่ 34 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับนิยามศัพท์ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 219

ตารางที่ 35 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับนิยามศัพท์ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2 219

ตารางที่ 36 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับนิยามศัพท์ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3 220

ตารางที่ 37 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 220

ตารางที่ 38 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL 222

ตารางที่ 39 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ของแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 223

ตารางที่ 40 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างพฤติกรรมที่แสดงออกกับองค์ประกอบด้านการแก้โจทย์ปัญหาของแบบประเมินพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 224

ตารางที่ 41 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 226

ตารางที่ 42 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2 227

ตารางที่ 43 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3 228

ตารางที่ 44 แสดงค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 229

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 11
รูปที่ 2 แสดง 4 ขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด Inprasitha (2011) 22
รูปที่ 3 แสดงสถานการณ์การสอนโดยใช้วิธีการแบบปลายเปิด (Nohda, 1998) 24
รูปที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการเชิงเทคนิค Grundy (1988) 87
รูปที่ 5 กรอบแนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่เกิดจากประสบการณ์การปฏิบัติ Grundy (1988) 88
รูปที่ 6 กรอบการพัฒนาทฤษฎีบทเชิงวิพากษ์ Grundy (1988) 89
รูปที่ 7 วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kurt Lewin (1948) 92
รูปที่ 8 รูปแบบวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Carr and Kemmis (1986) 93
รูปที่ 9 วงจร P-A-O-R สำหรับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ Kemmis (1988) 94
รูปที่ 10 รูปแบบวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Stringer (1999) 95
รูปที่ 11 รูปแบบวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Coghlan and Brannick (2001) 97
รูปที่ 12 ตัวอย่างการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 146
รูปที่ 13 ตัวอย่างการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 147
รูปที่ 14 ตัวอย่างการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2 155
รูปที่ 15 ตัวอย่างการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ..156
รูปที่ 16 ตัวอย่างการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3 164
รูปที่ 17 ตัวอย่างการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3 165

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติการศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจสังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือการเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยีการสื่อสาร และการร่วมมือซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) การจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาจำเป็นต้องเปลี่ยนไปจากเดิม ครูต้องเปลี่ยนบทบาทจากครูผู้สอนมาเป็นโค้ช (coach) หรือครูผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน (learning facilitator) ห้องเรียนต้องเปลี่ยนจากห้องสอน (classroom) มาเป็นห้องทำงาน (studio) ใช้การเรียนเป็นกลุ่ม และทำงานร่วมกัน เปลี่ยนจากการเรียนแบบแข่งขันมาเป็นเน้นความร่วมมือช่วยเหลือแบ่งปันกัน ครูคือผู้ทำหน้าที่สร้างแรงบันดาลใจ สร้างความท้าทาย ความสนุกในการเรียนให้แก่ศิษย์ โดยเน้นออกแบบโครงการ ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันลงมือทำเพื่อเรียนรู้จากการลงมือทำเพื่อให้ได้ฝึกฝนทักษะเพื่อการดำรงชีวิต (ชวลิต ชูกำแพง, 2565) แต่การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งเห็นได้จากผู้เรียนยังมองว่าการเรียนคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ยาก และผู้เรียนระดับประถมศึกษามองคณิตศาสตร์ในรูปแบบนามธรรมไม่ได้

จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่ตั้งใจเรียน ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากทักษะการแก้ปัญหา เป็นทักษะการคิดที่มีความสำคัญและจำเป็นในการจัดการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ปัญหาต่างๆ เหตุการณ์ความยุ่งยากต่างๆ ไม่อาจได้รับการแก้ไขให้บรรลุเป้าหมายและประสบความสำเร็จได้ถ้าเพียงแต่มีความรู้และความจำ นอกจากนั้น ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ยังต้องเผชิญกับปัญหาต่างๆ มากมาย ความสามารถในการแก้ปัญหาเหล่านี้อย่างมีคุณภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นควบคู่กับการศึกษาเรียนรู้ ที่ผู้เรียนทุกคนในยุคปัจจุบันจึงต้องเตรียมพร้อม (วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ 2560) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ จะเห็นได้จากคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (o-net) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนดอนแคนโนนเปลือยวิทยา ในรายวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 27.79 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน เมื่อดูมาตรฐานการเรียนรู้จากผลการทดสอบ พบว่ามาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่ามาตรฐานการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐาน ค 2.1 และมาตรฐาน ค 3.1 และร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกรายข้อ พบว่าข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดในระดับโรงเรียนไปจนถึงระดับประเทศ คือตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2567) อีกทั้งผู้วิจัยได้สังเกตและประเมินจากคะแนนปลายภาคของนักเรียนในบริบทโรงเรียน พบว่า ในรายวิชาคณิตศาสตร์นักเรียนยังมีปัญหาเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ที่ผ่านมาพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจว่าโจทย์ปัญหาต้องการอะไร และข้อมูลที่ให้มามีอะไรบ้างที่สามารถนำไปหาคำตอบได้ และจะสามารถหาคำตอบได้อย่างไร มีปัญหาในขั้นตอนการคำนวณเมื่อต้องคำนวณโจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอน เนื่องจากมีพื้นฐานในการคำนวณที่ไม่ดี และไม่เข้าใจว่าในแต่ละขั้นตอนต้องคำนวณอะไรก่อนถึงจะได้คำตอบที่ถูกต้อง มีปัญหาในการคิดแก้ปัญหาเมื่อพบโจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากเดิมและไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลการสอบระดับประเทศของโรงเรียนต่ำ

จากปัญหาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้ดีขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยการเปลี่ยนบทบาทของครูผู้สอนจากผู้บรรยายเป็นผู้ให้คำปรึกษาแทน เพื่อให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดโดยตรงทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและพัฒนาการคิดได้โดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับกรมวิชาการ ที่กล่าวไว้ว่า คณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้สามารถคิดได้อย่างมีระบบ มีเหตุผล สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(สุมาลี ยิ่งยอม และ นภาภรณ์ ธัญญา, 2565) วิธีการแบบเปิดเป็นขั้นตอนที่เน้น “การเรียนรู้” ที่เริ่มจากสิ่งที่มีความหมายในโลกแห่งความจริงของนักเรียน เพื่อเคลื่อนย้ายเข้าสู่โลกคณิตศาสตร์ ด้วยการแก้ปัญหาและการคิดของนักเรียนเอง ทั้งนี้กระบวนการเรียนรู้จะเริ่มจากโลกแห่งความเป็นจริงของนักเรียน จะถูกแปลงเป็นสถานการณ์ปัญหา ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด (open approach) ผู้เรียนจะผ่านการแก้ปัญหาโดยการคิดเป็นกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้นักเรียนมีความสามารถและทักษะในการเรียนรู้ตลอดชีวิต (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2561) และยังส่งเสริมให้มีการพัฒนาด้านการให้เหตุผล และการแก้ปัญหาของนักเรียนได้เป็นอย่างดียิ่งอีกด้วยและอีกเทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจคือ เทคนิค KWDL ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีประโยชน์มากในการพัฒนาผู้เรียนทางสติปัญญา ทักษะทางสังคม ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา และยังช่วยให้ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาหลากหลายทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน มาเรียนรู้ร่วมกัน ได้ฝึกการคิดอย่างมีระบบ และมีขั้นตอนการคิดที่เป็นกระบวนการชัดเจน (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2561) เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล (KWDL) เป็นเทคนิคที่พัฒนามาจากเทคนิค เค ดับเบิ้ลยู แอล (KWL) ของ Ogle (1986) ที่อาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐาน ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการอ่านก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการอ่านให้มีคุณภาพมากขึ้น และช่วยชี้นำแนวคิดในการอ่านและหาคำตอบของคำถามที่สำคัญ นอกจากนั้นยังนำมาใช้ในการเรียนรู้ ความต้องการของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ฝึกให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างหลากหลาย จะทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิมได้ ดังนั้นการนำกระบวนการของเทคนิค KWDL ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ถือได้ว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมอีกวิธีหนึ่ง (วัชรา เล่าเรียนดี, 2554)

จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิด และเทคนิค KWDL เป็นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ทำความเข้าใจปัญหา และเกิดวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย และเทคนิค KWDL จะช่วยส่งเสริมให้การแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ได้เป็นลำดับขั้นตอนตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบความถูกต้อง โดยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ที่เสริมด้วยเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยสนใจที่กระบวนการคิดของนักเรียน นักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดแก้สถานการณ์ปัญหาและสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่ม มาช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความท้าทายและอยากแก้สถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้น นอกจากนี้การใช้การ

เรียนรู้เป็นกระบวนการกลุ่มและทำงานร่วมกัน จะทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม ได้ฝึกฝนตนเองในด้านความกล้าแสดงออก กล้าคิด กล้าตัดสินใจ และการได้มีส่วนร่วมจะช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL มาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการศึกษาค้นคว้าจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL มาใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผลที่จะได้มีประโยชน์ดังนี้

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของครูคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้จัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จทางด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. เป็นข้อสนเทศทางการศึกษาเพื่อช่วยในการพัฒนา และศึกษาค้นคว้าวิจัยในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนคณิตศาสตร์และผู้สนใจให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 17 คน โรงเรียนดอนแคนโนนเปลือยวิทยา ตำบลฆ้องชัยพัฒนา อำเภอฆ้องชัย จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โดยนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยมีเกณฑ์การเลือก ดังนี้ 1) นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยพิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้เรื่องทศนิยม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 และ 2) นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม โดยพิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สาระการเรียนรู้เรื่องทศนิยม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL

2.2 ตัวแปรตาม

2.2.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.3 ความพึงพอใจต่อการเรียน

3. สาระการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สาระการเรียนรู้เรื่องปริมาณและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งตรงกับตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และตัวชี้วัด ค 2.2 ป.5/4 บอกลักษณะของปริซึม

4. ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (open approach) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจ และทักษะการคิด โดยให้เสนอแนวคิด หรือกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนคณิตศาสตร์ตามศักยภาพของตนเองผู้วิจัยได้นำขั้นตอนของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, 2565) มาเป็นแนวในการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน

1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน โดยการทำให้ปัญหานั้นเป็นปัญหาของนักเรียนให้ได้

2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ความความสามารถของตนเองในการคิดหาวิธีในการแก้ปัญหา

3) การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องออกมานำเสนอวิธีการที่ตนเองใช้ในการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเรียนรู้แนวคิดของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ

4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาหาข้อสรุปของการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง และเหมาะสม

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้คิดอย่างเป็นระบบ เป็นไปตามขั้นตอนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการฝึกทักษะทางสังคมการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยให้นักเรียนได้ช่วยเหลือกัน ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนของ วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986) มาเป็นแนวในการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน

1) K (what we know) สิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มคละความสามาถ ที่มีเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

2) W (what we want to know) โจทย์ให้หาอะไรจะมีวิธีการอย่างไรใช้วิธีอะไรได้บ้าง โดยนักเรียนในกลุ่มจะต้องร่วมกันอภิปรายเพื่อหาสิ่งที่โจทย์ให้หาเพิ่มเติมเกี่ยวกับโจทย์ เช่น ความสัมพันธ์ของโจทย์และกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหา

3) D (what we do to find out) ดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ โดยเขียนให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ และหาคำตอบ

4) L (what we learned) สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปขั้นตอนที่ใช้แก้โจทย์ปัญหา โดยให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา และสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียน

3. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจ และทักษะการคิด โดยให้เสนอแนวคิด หรือกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนคณิตศาสตร์ตามศักยภาพของตนเอง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL มี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (posing open–ended problem) ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น K (what we know) สิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับผู้เรียน โดยการนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาจากเรื่องราว หรือสิ่งที่ผู้เรียนให้ความสนใจ ให้ผู้เรียนได้สัมผัสปัญหาจากสถานการณ์นั้นจริงๆ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มคละความสามาถ ที่มีเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (student’ self–learning) ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น W (what we want to know) โจทย์ให้หาอะไรจะมีวิธีการอย่างไรใช้วิธีอะไรได้บ้าง และขั้น D (what we do to find out) ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดและเขียนแสดงแนวคิดลงในตาราง KWDL โดยใช้กระบวนการกลุ่มให้นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกันและแบ่งหน้าที่กันในการลงมือแก้ปัญหา ช่วยกันหาสิ่งที่รู้เกี่ยวกับโจทย์ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ วิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ มาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน (whole class discussion and comparison) ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น L (what we learned) สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนได้ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดที่ได้จากขั้นที่ 2 หน้าชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนคนอื่นๆ ในชั้นได้มีโอกาสเรียนรู้แนวคิดของเพื่อน โดยให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (summarization through connecting students' ideas emerged in the classroom) เป็นขั้นที่ผู้สอนขยายและเชื่อมโยงแนวคิดที่ได้จากการที่นักเรียนได้นำเสนอในขั้นที่ 3 มาสรุปเป็นแนวคิดที่ได้จากการเรียนรู้

4. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของแต่ละบุคคล ในการใช้ทักษะ หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ได้เรียนรู้มานั้น โดยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา และเลือกวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนของวิธีการทางคณิตศาสตร์ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องวางแผนการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธี หรือเทคนิคต่าง ๆ ตามความสามารถ ผู้วิจัยจะวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Polya สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มี 4 ขั้นตอน

1) ขั้นความเข้าใจโจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์หาสิ่งที่โจทย์ให้มา และสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้

2) ขั้นการเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการวางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธี หรือเทคนิคต่างๆ ตามความสามารถ

3) ขั้นการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการตามแผน เป็นการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

4) ขั้นการสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา

วัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยวัดจากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3 ฉบับ แต่ละฉบับเป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ โดยวัดหลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวทางการวัดและประเมินของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาเป็นแนวทางการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 ประเด็น คือ ความเข้าใจโจทย์ปัญหา การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และการสรุปคำตอบ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของแต่ละบุคคล ที่เกิดจากการเรียนการสอน รายวิชาคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่แสดงออกถึงความเอาใจใส่ และความรู้ความเข้าใจที่ได้จากการเรียนตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา โดยเน้นวัดผลสัมฤทธิ์ตามมาตรฐานตัวชี้วัดของ

หลักสูตร สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ข้อ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งจะใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังจบครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

6. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติในทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่อความต้องการของบุคคลบรรลุจุดมุ่งหมาย หรือตอบสนองต่อความต้องการทั้งด้านร่างกายและจิตใจ การวัดความพึงพอใจ สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้วัดความพึงพอใจ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (likert rating scale) จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 20 ข้อ โดยแบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ

7. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยที่ครูเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาและการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ผ่านการวิเคราะห์สะท้อนผลการปฏิบัติงานเป็นวงจร ผู้วิจัยได้นำรูปแบบวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis ได้ปรับและนำเสนอวงจร PAOR ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นการวางแผน (plan)

2) ขั้นปฏิบัติการ (act)

3) ขั้นการสังเกต (observer)

4) ขั้นการคิดสะท้อน (reflect)

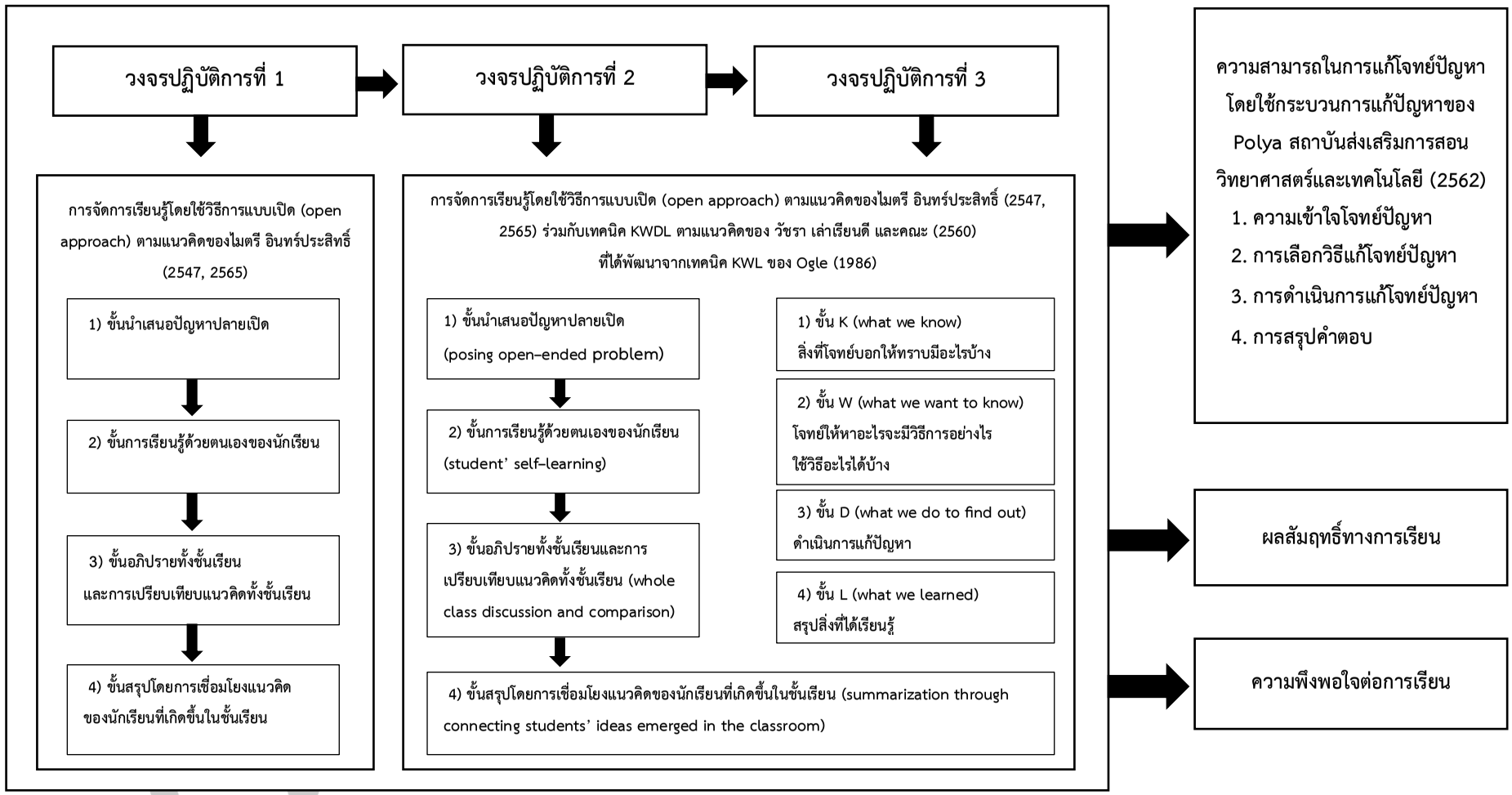
เมื่อปฏิบัติตามวงจรทั้ง 4 ขั้นแล้ว จากนั้นจะเริ่มเข้าวงจรการวิจัยที่ 2 และ 3 ต่อกันไปจนกว่าปัญหาได้รับการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจต่อการเรียน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เนื่องจากวิธีการแบบเปิดเป็นวิธีที่ใหม่และผู้เรียนยังไม่คุ้นชิน ซึ่งสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีลักษณะที่เป็นปัญหาแบบเปิดและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา โดยการดึงวิธีคิดแก้ปัญหาจากความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์เดิมมาใช้ โดยการนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, 2565) มาสังเคราะห์เพื่อใช้ในการวิจัย และส่งเสริมการพัฒนาผู้เรียนทาง

สติปัญญา ทักษะทางสังคม ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา เพื่อให้การแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นไปอย่างมีระบบ โดยการนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ของวัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986) มาใช้เสริมในขั้นตอนของวิธีการแบบเปิดในวงจรปฏิบัติการที่ 2-3 เพื่อให้นักเรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้น

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร แนวคิดทฤษฎี หลักการ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (open approach)
3. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL
4. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL
5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. ความพึงพอใจ
8. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยกรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่า ของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่าง ถูกต้องชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. ให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือ โต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

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

1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

ตารางที่ 1 มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ป.5	1. เขียนเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นตัวประกอบของ 10 หรือ 100 หรือ 1,000 ในรูปทศนิยม	**ทศนิยม** - ความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนและทศนิยม - ค่าประมาณของทศนิยมไม่เกิน3 ตำแหน่ง ที่เป็นจำนวนเต็ม ทศนิยม 1 ตำแหน่ง และ 2 ตำแหน่ง การใช้เครื่องหมาย ≈

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
	2. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางศ์	**จำนวนนับและ 0 การบวก การลบ การคูณ และการหาร** - การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางศ์
	3. หาผลบวก ผลลบของเศษส่วนและจำนวนคละ 4. หาผลคูณ ผลหารของเศษส่วนและจำนวนคละ 5. แสดงวิธีหำคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน 2 ขั้นตอน	**เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน** - การเปรียบเทียบเศษส่วนและจำนวนคละ - การบวก การลบของเศษส่วนและจำนวนคละ - การคูณ การหารของเศษส่วนและจำนวนคละ - การบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วนและจำนวนคละ - การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ
	6. หาผลคูณของทศนิยมที่ผลคูณเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง 7. หาผลหารที่ตัวตั้งเป็นจำนวนนับหรือทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง และตัวหารเป็นจำนวนนับ ผลหารเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง 8. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม 2 ขั้นตอน	**การคูณ การหารทศนิยม** - การประมาณผลลัพธ์ของการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม - การคูณทศนิยม - การหารทศนิยม - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทศนิยม
	9. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละไม่เกิน 2 ขั้นตอน	**ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์** - การอ่านและการเขียนร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ - การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

ตารางที่ 2 มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.5	1. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม	**ความยาว** - ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว เซนติเมตรกับมิลลิเมตร เมตรกับเซนติเมตร กิโลเมตรกับเมตร โดยใช้ความรู้เรื่องทศนิยม - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวโดยใช้ความรู้เรื่องการเปลี่ยนหน่วยและทศนิยม
	2. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม	**น้ำหนัก** - ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักกิโลกับกรัม โดยใช้ความรู้เรื่องทศนิยม - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนัก โดยใช้ความรู้เรื่องการเปลี่ยนหน่วยและทศนิยม
	3. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	**ปริมาณและความจุ** - ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก - ความสัมพันธ์ระหว่าง มิลลิลิตร ลิตร ลูกบาศก์เซนติเมตร และลูกบาศก์เมตร - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะสี่เหลี่ยมมุมฉาก
	4. แสดงวิธีหำคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	**รูปเรขาคณิตสองมิติ** - ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม - พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		- การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ตารางที่ 3 มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.5	1. สร้างเส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงให้ขนานกับเส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้	**รูปเรขาคณิต** - เส้นตั้งฉากและสัญลักษณ์แสดงการตั้งฉาก - เส้นขนานและสัญลักษณ์แสดงการขนาน - การสร้างเส้นขนาน - มุมแย้ง มุมภายใน และมุมภายนอกที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดขวาง
	2. จำแนกรูปสี่เหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูป 3. สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆ เมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุมหรือเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม	**รูปเรขาคณิตสองมิติ** - ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม - การสร้างรูปสี่เหลี่ยม
	4. บอกลักษณะของปริซึม	**รูปเรขาคณิตสามมิติ** - ลักษณะและส่วนต่างๆ ของปริซึม

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

ตารางที่ 4 มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.5	1. ใช้ข้อมูลจากกราฟเส้นในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา 2. เขียนแผนภูมิแท่งจากข้อมูลที่เป็นจำนวนนับ	การนำเสนอข้อมูล - การอ่านกราฟเส้น - การอ่านและการเขียนแผนภูมิแท่ง

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

1.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่าง ถูกต้องชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

1.7 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์

โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค15101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 มีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1

สาระการเรียนรู้ที่	ชื่อสาระการเรียนรู้	มาตรฐานตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
1	เศษส่วน	ค 1.1 ป.5/3 ค 1.1 ป.5/5	การเปรียบเทียบเศษส่วนและจำนวนคละ การบวก การลบ เศษส่วนและจำนวนคละ มีวิธีการที่หลากหลาย การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ เศษส่วนและจำนวนคละต้องวิเคราะห์โจทย์ และแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบรวมทั้งตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ	34

สาระการเรียนรู้ที่	ชื่อสาระการเรียนรู้	มาตรฐานตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
2	ทศนิยม	ค 1.1 ป.5/1 ค 1.1 ป.5/8	ทศนิยมสามารถเขียนในรูปเศษส่วนและเศษส่วนสามารถเขียนในรูปทศนิยมได้ การบวกและการยลทศนิยมมีวิธีการเหมือนกับการบวกและการลบจำนวนนับโดยตั้งหลักเลขและจุดทศนิยมให้ตรงกันแล้วบวกหรือลบกันเหมือนจำนวนนับ ส่วนการแก้โจทย์ปัญหาการบวกการลบทศนิยมต้องเริ่มจากการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา เขียนประโยคสัญลักษณ์และแสดงวิธีทำพร้อมทั้งตรวจสอบคำตอบและความสมเหตุสมผลของคำตอบ	34
3	ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ค 2.1 ป.5/3 ค 2.2 ป.5/4	ปริซึมเป็นทรงที่มีหน้าตัดหรือฐานทั้งสองเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่ในระนาบที่ขนานกัน มีหน้าข้าง เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก การหาปริมาตร ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและ ความจุ ของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากหาได้ จากความกว้าง คูณ ความยาว คูณ ความสูง การแก้โจทย์ปัญหาสามารถทำ ได้หลายวิธีแต่ควรเลือกวิธีที่เหมาะสม และดำเนินตามขั้นตอนที่วางไว พร้อมทั้งตรวจสอบคำตอบและความสมเหตุสมผลของคำตอบ	12
รวมภาคเรียนที่ 1				80

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สาระการเรียนรู้เรื่องปริมาณและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งตรงกับตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และตัวชี้วัด ค 2.2 ป.5/4 บอกลักษณะของปริซึม

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

2.1 ความหมาย

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงความหมายของวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ดังนี้

Nohda (2000) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด หมายถึง วิธีการหรือกระบวนการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์กับธรรมชาติของนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้วิธีการที่หลากหลาย ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อกระตุ้นแนวคิดของนักเรียนจน สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจนนำไปสู่การแก้ปัญหา สถานการณ์ต่าง ๆ ได้

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) กล่าวว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการสอนเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถ เรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขา ควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ และสามารถ ขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์

สิทธิพล อาจอินทร์ (2564) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยวิธีแบบเปิด (opened approach) เป็นการจัดการเรียนรู้ ที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ส่วนบุคคลของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลความสามารถในการหาแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างและสามารถนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ โดยครูต้องเรียนรู้แนวคิดของนักเรียนอย่างละเอียด และหาวิธีสนับสนุนให้นักเรียนพัฒนาตนเองตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปลายเปิด (open–ended problem) เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาระตามหลักสูตรและฝึกกระบวนการคิดควบคู่ไปด้วย

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจและทักษะการคิด โดยให้เสนอแนวคิด หรือกระบวนการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนคณิตศาสตร์ตามศักยภาพของตนเอง

2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ดังนี้

Nohda (2000) ได้อธิบายว่า การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด สามารถจัดการเรียนรู้ภายใต้ 3 สถานการณ์ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ A การกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูนำเสนอสถานการณ์หรือปัญหาต้น

กำเนิด ให้กับนักเรียนและนักเรียนจะต้องพยายามสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นเพื่อต่อประสบการณ์ในการเรียนรู้ของตนเอง

สถานการณ์ B การสืบเสาะแนวทางการแก้ปัญหานักเรียนจะต้องใช้พื้นฐานประสบการณ์ของตนเอง เพื่อที่จะสามารถค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหา โดยครูชี้แนะให้นักเรียนอภิปรายหารืออย่างกว้างขวางเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ และบูรณาการแนวทางการแก้ปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้องกันให้สามารถที่จะประสานกันเป็นความรู้ที่ซับซ้อนขึ้น

สถานการณ์ C การนำเสนอปัญหาที่ขั้นสูงมากขึ้นนักเรียนพยายามที่จะนำเสนอปัญหาในลักษณะทั่วไปมากยิ่งขึ้น โดยใช้กิจกรรมในสถานการณ์การสืบเสาะเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาเป็นพื้นฐาน ซึ่งในการแก้ปัญหาเหล่านี้นักเรียนจะถูกคาดหวังให้ค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาในลักษณะทั่วไปมากยิ่งขึ้น

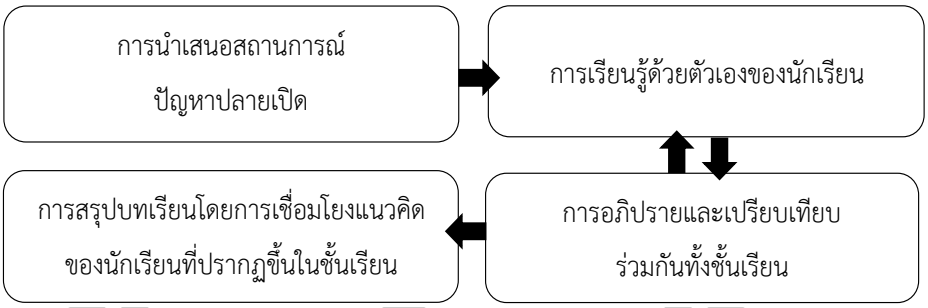
ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) มี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (posing open–ended problem) เป็นการนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียน โดยจุดเน้นของการนำเสนอปัญหาปลายเปิดคือ การทำให้ปัญหานั้นเป็นปัญหาของนักเรียนให้ได้

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (student' self–learning) เป็นการให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง ในขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการเรียนรู้ด้วยตัวเองเพียงคนเดียวมาเป็นการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น

ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ (whole class discussion and comparison) เป็นการนำแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนมาอภิปรายทั้งชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนคนอื่นๆ ในชั้นได้มีโอกาสเรียนรู้แนวคิดของเพื่อน

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (summarization through connecting students' ideas emerged in the classroom) เป็นการขยายแนวคิดการเชื่อมโยงจากแนวคิดต่างๆ ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียนในการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและขั้นอภิปรายทั้งชั้นเรียนสามารถย้อนกลับไปกลับมา



รูปที่ 2 แสดง 4 ขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด Inprasitha (2011)

Inprasitha (2011) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด (posing open-ended problem) เป็นขั้น ที่ครูเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน ครูจะต้องอธิบายปัญหานั้นให้นักเรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ กฎ และเงื่อนไขของปัญหานั้น ๆ เพราะนักเรียนบางคนอาจจะไม่เข้าใจปัญหาเนื่องจากเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่เคยพบเจอมาก่อน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของปัญหาอาจใช้สื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้นและให้ข้อมูลทั่วไปเพิ่มเติม เพื่อให้เห็นปัญหาที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น รวมถึงยกตัวอย่างแนวทางการคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ

2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (student's self-learning) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา ครูไม่ควรกำหนดแนวทางการคิดของนักเรียนเพราะเน้นให้นักเรียนได้คิดหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งรูปแบบการสอนนี้เป็นการรวมกันของสองสิ่งคือการทำงานของแต่ละบุคคล และการอภิปรายในชั้นเรียน

3. ขั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (whole class discussion and comparison) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องอภิปรายแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเองในชั้นเรียน สิ่งที่สำคัญคือการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาของนักเรียนในใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึกเพื่อให้มองเห็นถึงแนวคิดของนักเรียนที่เป็นลายลักษณ์อักษร และครูก็จะสามารถประเมินนักเรียนได้จากใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึกนั้น ๆ

4. ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (summing-up by connecting student's emergent mathematical ideas) เป็นขั้นที่ครูหรือผู้เรียนควรเขียนแนวคิดของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลาย แล้วครูทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความต่างของแนวคิดนั้น ๆ ครูควร

ส่งเสริมแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในทางบวก พร้อมทั้ง แนะนำและปรับเปลี่ยนตามความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น ๆ

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2565) ได้กล่าวว่า การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดยึดหลักการ 3 ประการ ดังนี้

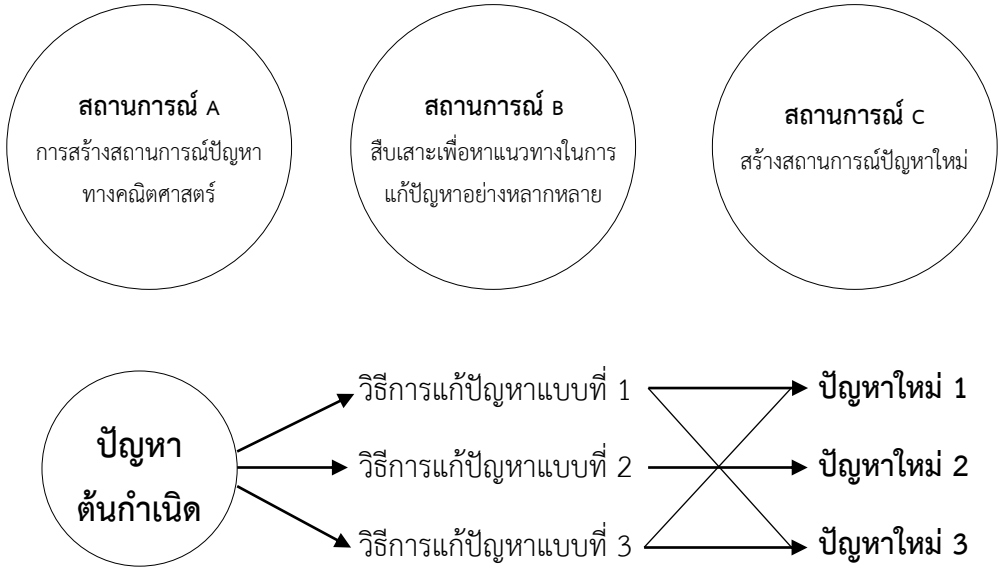
1. มีความสัมพันธ์กับความเป็นอิสระของกิจกรรมของนักเรียนนั่นคือครูจะต้องตระหนักในคุณค่าของกิจกรรมของนักเรียน โดยที่จะพยายามไม่เข้าไปสอดแทรกโดยไม่จำเป็น

2. มีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะในเชิงวิวัฒนาการ และเชิงบูรณาการ เนื่องจากเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่เป็นระบบและมีความเป็นทฤษฎีเพราะฉะนั้นความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีความสำคัญมากเท่าใดก็ยิ่งทำให้เกิดความรู้ที่มีลักษณะเชิงอุปมา มีความพิเศษ และความเป็นลักษณะทั่ว ๆ ไปมากขึ้นเท่านั้น อุปมาเทียบได้กับว่ารู้ที่มีความสำคัญมากก็ยิ่งจะรู้ได้ล่วงหน้าว่าสามารถเปิดประตูสู่โลกกว้างได้มาก ในขณะเดียวกันความรู้ต้นกำเนิดที่มีความสำคัญก็จะได้รับการสะท้อนอีกหลายๆ ครั้งต่อมาบนเส้นทางของการวิวัฒนาการเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ การได้มีโอกาสไตร่ตรองหลายๆ ครั้งเกี่ยวกับความรู้ต้นกำเนิดนั้นจะเป็นแรงผลักดันให้ก้าวเข้าไปสู่ประตูของโลกกว้างที่กล่าวมา

3. มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจที่สำคัญๆ ในห้องเรียนของครู บ่อยครั้งใน ห้องเรียนคณิตศาสตร์ที่ครูต้องเผชิญกับแนวคิดของนักเรียนที่ครูไม่ได้คาดมาก่อน ในลักษณะนี้ๆ จะต้องมีบทบาทสำคัญในการที่จะทำให้แนวคิดเหล่านั้นได้มีบทบาทอย่างเต็มที่ในชั้นเรียน และ พยายามอย่างจริงจังว่าทำอย่างไรนักเรียนคนอื่นจะสามารถเข้าใจได้แท้จริงเกี่ยวกับแนวคิดที่ได้

โดยทั่วไปการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา 3 สถานการณ์ดังนี้ สถานการณ์ A กำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาสถานการณ์หนึ่ง สถานการณ์ B สืบเสาะเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย สถานการณ์ C สร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ก้าวหน้ากว่าเดิม

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว



รูปที่ 3 แสดงสถานการณ์การสอนโดยใช้วิธีการแบบปลายเปิด (Nohda, 1998)

ในสถานการณ์ A ซึ่งเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมานั้น บทบาทของครูคือนำสถานการณ์ปัญหาหรือปัญหาต้นกำเนิดปัญหาหนึ่งมานำเสนอกับนักเรียน บทบาทของนักเรียนคือพยายามสร้างปัญหาคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาหรือปัญหา ต้นกำเนิดนั้นที่ตอบสนองต่อประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง

ในสถานการณ์ B ซึ่งเป็นช่วงของการสืบเสาะเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายนั้น นักเรียนถูกคาดหวังที่จะค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ของตนเอง ส่วนครูพยายามชี้แนะให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางคำตอบที่หลากหลายที่ได้มา เพื่อที่จะสามารถบูรณาการแนวทางคำตอบที่ดูเหมือนจะไม่เกี่ยวข้องกันเลยในตอนแรกให้สามารถรวมกันเป็นความรู้ในระดับสูงขึ้นในระยะต่อมา

ในสถานการณ์ C ซึ่งเป็นการสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ก้าวหน้ากว่าเดิม นักเรียนต้องพยายามสร้างปัญหาที่มีความเป็นกรณีทั่วไป (generalization) มากขึ้น โดยอาศัยพื้นฐานจากกิจกรรมต่างๆ ที่เขาเกี่ยวข้องในสถานการณ์ B และจากการที่ได้แก้ปัญหาเหล่านี้ นักเรียนได้รับการคาดหวังว่าจะสามารถค้นพบแนวทางคำตอบที่มีลักษณะเป็นกรณีทั่วไปได้มากขึ้น

ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (posing open-ended problem) เมื่อครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน นักเรียนอาจจะถูกถามในสถานะต่อไปนี้ “นักเรียนค้นพบคุณสมบัติ (ความสัมพันธ์ กฎ วิธีการ ฯลฯ) อะไรบ้าง” ในช่วงแรกของการใช้ วิธีการนี้ คำถามในลักษณะนี้อาจ

ทำให้นักเรียนบางคนเกิดความสับสนเพราะนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการใช้คำว่าคุณสมบัติ ความสัมพันธ์ กฎ วิธีการ ฯลฯ ในคณิตศาสตร์หรือในการตอบปัญหา เพราะฉะนั้นนักเรียนจึงไม่เข้าใจว่าต้องการให้ทำอะไร ดังนั้นเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหา ครูอาจใช้แนวทางต่อไปนี้

-กระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาประเด็นเดียวกัน โดยดูปัญหาผ่านทางจอโปรเจคเตอร์ หรือบนกระดาน

- เพิ่มเติมข้อมูลสำหรับกรณีทั่ว ๆ ไป สำหรับการแนะนำตัวอย่างที่หลากหลายในสถานการณ์ปัญหาหรือโดยการแสดงข้อมูลที่เป็นรูปธรรมมากกว่าที่ให้ไว้ในปัญหา
- ให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดแนวทางการคิดเกี่ยวกับปัญหาของนักเรียน
- สร้างสื่อรูปธรรมที่เป็นต้นแบบ

2. การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (students' self-learning) วิธีการแบบเปิดถูกเน้นในเรื่องการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนแต่ละคน ครูต้องระมัดระวังไม่กำหนดข้อเสนอแนะสำหรับนักเรียนทุกคนแต่ครูต้องปรับข้อเสนอแนะให้เหมาะกับความคิดเห็นของนักเรียนอย่างเฉพาะเจาะจง การสอนลักษณะนี้ก็เหมือนกับการสอนทั่ว ๆ ไป ที่ประกอบด้วยการทำงานรายบุคคล การอภิปรายทั้งชั้น อย่างไรก็ตามเราไม่ได้ต้องการแค่วิธีการเดียว เราคาดการณ์ไปที่ประเด็นใหม่ๆ ที่ยังไม่เกิดขึ้นซึ่งประเด็นใหม่ๆ หรือแนวคิดใหม่ๆ นี้จะเกิดขึ้นในขณะที่มีการอภิปรายในชั้นเรียน สิ่งสำคัญของแนวทางนี้คือการเคลื่อนย้ายการเรียนรู้รายบุคคลไปที่การเรียนรู้ในกลุ่ม

3. การอภิปรายและการเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้น (whole class discussion and comparison) การเขียนบันทึกการตอบปัญหา แนวทางเข้าสู่ปัญหา หรือวิธีแก้ปัญหาที่ทำโดยนักเรียนแต่ละคนหรือในกลุ่มการเรียนที่ผ่านมาเป็นสิ่งสำคัญมาก ดังนั้นการใช้สมุดบันทึกหรือใบงานอาจสะดวกสำหรับนักเรียนที่จะบันทึกข้อมูลเหล่านี้ รวมทั้งการรวบรวมใบงานหลังหมดคาบเรียน ครูสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้มาประเมินการเรียนรู้รายบุคคลหรือการเรียนรู้ในกลุ่มกิจกรรมของนักเรียนในขั้นตอนนี้เป็นสิ่งสำคัญมากต่อการพัฒนาบทเรียนในอนาคต ครูควรพยายามจำแนกนักเรียนว่าใครยังไม่เข้าใจปัญหาและให้ตัวอย่างเพิ่มขึ้นหรือเสนอแนะเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดในแนวทางที่เกี่ยวข้องกับปัญหา สิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นในขณะที่ครูเดินเพื่อที่จะดูรายละเอียดการทำงานของนักเรียน ถ้ามีเวลามากพอควรอนุญาตให้นักเรียนทำงานให้เสร็จเรียบร้อย

4. การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (summarization through connecting students' mathematical ideas emerged in the classroom) ครูหรือนักเรียนควรเขียนงานของตัวเองหรือของกลุ่มบนกระดานเพื่อให้สมาชิกในห้องได้

เห็น จากนั้นครูรวบรวมแนวคิดทั้งหมดของนักเรียนถึงแม้ว่าบางแนวคิดจะเหมือนกัน หรือเป็นการทำซ้ำกับคนอื่นๆ นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นให้ยืนยันงานของตัวเองไม่ว่าจะสอดคล้องหรือสามารถสรุปรวบยอดแนวคิดเข้ากับแนวคิดของนักเรียนคนอื่นๆ ได้หรือไม่ก็ตาม ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อแนวคิดบางอย่างที่นำเสนอยังไม่ถูกต้องหรือยังไม่สมบูรณ์ ครูควรพิจารณาในมุมบวกและปรับแนวคิดเหล่านั้นจากข้อเสนอแนะของนักเรียนคน อื่นๆ เมื่อนักเรียนเสนอแนวคิดเป็นจำนวนมากเพื่อที่จะไปสู่ข้อสรุป ครูควรสนใจที่ประเด็นใดประเด็นหนึ่งและนำไปสู่ข้อสรุป ดังนั้นขณะที่รวมและปรับการตอบสนองของนักเรียนให้เหมาะสม ครูควรผสมผสานและจัดเรียงตามแนวคิดนั้น ๆ สรุปการเรียนรู้และกระตุ้นเพื่อเป็นการเตรียมสำหรับคาบเรียนต่อไป

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดผู้วิจัยได้นำขั้นตอนของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, 2565) มาเป็นแนวในการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน โดยการทำให้ปัญหานั้นเป็นปัญหาของนักเรียนให้ได้ 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องอาศัยความรู้ความความสามารถของตนเองในการคิดหาวิธีในการแก้ปัญหา 3) การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องออกมานำเสนอวิธีการที่ตนเองใช้ในการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเรียนรู้แนวคิดของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ และ 4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาหาข้อสรุปของการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง และเหมาะสม

2.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดดังนี้

เกษม เปรมประยูรม และคณะ (2554) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาภาษาทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถใช้ภาษาของนักเรียนเองในการอธิบายและให้เหตุผลได้รวมทั้งสื่อถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการแก้ปัญหาในกลุ่มย่อยและภาษาทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนไม่ได้เป็นคำศัพท์ที่เป็นทางการแต่เป็นภาษาที่นักเรียนใช้ในชีวิตประจำวันที่ประกอบไปด้วยแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเขียนแสดง แนวคิดด้วยภาพและการใช้ท่าทางของนักเรียน

จากประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สามารถสรุปได้ว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยตัวผู้เรียนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการคิดแก้สถานการณ์ปัญหาและสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่มมาช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความท้าทายและอยากแก้สถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้น นอกจากนี้จะทำให้นักเรียนได้ฝึกฝนตนเองในด้านความกล้าแสดงออก กล้าคิด กล้าตัดสินใจ ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.4 แนวทางการวัดและประเมินผล

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงแนวทางการวัดและประเมินผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ดังนี้

สุลัดดา ลอยฟ้า และ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) ได้กล่าวว่า การประเมินกิจกรรมของผู้เรียนในการสอนที่ใช้วิธีการแบบเปิดเป็นสิ่งที่มีคุณค่าที่จะกล่าวถึง เพราะว่าเป้าหมายของวิธีการแบบเปิดไม่ใช่เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแต่เพียงอย่างเดียว แต่เพื่อเป็นการส่งเสริมแนวทางในการคิดทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ซึ่งในความเป็นจริงแล้วไม่ใช่เรื่องง่ายที่ครูจะประเมินความหลากหลายทางคำตอบของผู้เรียน แต่การประเมินแนวทางคำตอบของผู้เรียนสามารถพิจารณาได้จากเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. ความคล่องแคล่ว (fluency) หมายถึงจำนวนคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนแต่ละคนสร้างขึ้นมีมากน้อยเพียงใด

2. ความยืดหยุ่น (flexibility) หมายถึงความแตกต่างของแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนแต่ละคนค้นพบมีมากน้อยเพียงใด

3. ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ระดับของความเป็นต้นแบบหรือแนวคิดริเริ่มขผู้เรียนรู้อยู่ในระดับใด

4. ความงดงาม (elegance) หมายถึงระดับของการนำเสนอแนวคิดของผู้เรียนมีความชัดเจนและยากง่ายเพียงใด

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2565) ได้กล่าวว่า เกณฑ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีการประเมินทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยเฉพาะอย่ายิ่งสองเกณฑ์แรกสามารถประเมินจากการนับจำนวนแนวทางคำตอบของนักเรียนได้

จากแนวทางการวัดและประเมินผล สามารถสรุปได้ว่า แนวทางการวัดและประเมินผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดนั้นไม่สามาถประเมินได้จากคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว แต่จะต้องดูที่แนวคิดในการหาคำตอบของผู้เรียนว่ามีแนวคิดที่มากน้อยหรือแตกต่างกันเพียงใด ระดับแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับใด การนำเสนอแนวคิดของผู้เรียนมีความชัดเจนเหมาะสมหรือไม่

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL

3.1 ความหมาย

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ดังนี้

วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ได้กล่าวว่า KWDL เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986) ที่ต้องการพัฒนาทักษะการอ่านเป็นฐานเดียวกัน นั้นคือนักเรียนต้องมีความสามารถในการอ่านก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการอ่านให้มีคุณภาพมากขึ้น โดยเฉพาะการอ่านเชิงวิเคราะห์ การนำเทคนิค KWDL ไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์เป็นวิธีที่เหมาะสมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะโจทย์ปัญหาเป็นปัญหาของนักเรียนมากที่สุดซึ่งอาจเนื่องจากการอ่านโจทย์ไม่เข้าใจชัดเจน วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งนอกจากการคิดคำนวณไม่เป็น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561) ได้กล่าวว่า การสอน เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล (K-W-D-L) เป็นการสอนที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการให้นักเรียนช่วยเหลือกันในการเรียนรู้และหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดจาก 4 คำถาม คือ What we know, What we want to know, What we do to find out, What we learned

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา และพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้คิดอย่างเป็นระบบเป็นไปตามขั้นตอนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการฝึกทักษะทางสังคมการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยให้นักเรียนได้ช่วยเหลือกัน

3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ดังนี้

วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

ขั้น K : เรารู้อะไร (what we know) หรือโจทย์บอกอไรเราบ้าง (สำหรับคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์)

ขั้น W : เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร (what we want to know) โจทย์ให้อะไรหรือโจทย์บอกอะไรบ้าง

ขั้น D : เราทำอะไร อย่างไร (what we do และหาคำตอบ) หรือเรามีวิธีการอย่างไรบ้าง หรือมีวิธีดำเนินการเพื่อหาคำตอบอย่างไร

ขั้น L : เราเรียนรู้อะไรจาก (การดำเนินการ ขั้น 3) (what we learned) ซึ่งคือคำตอบ สาระความรู้และวิธีศึกษาคำตอบ ขั้นตอนการคิดคำนวณ

ตารางที่ 6 ตาราง KWDL

K **โจทย์บอกอะไรบ้าง**	W **โจทย์ให้หาอะไร จะมีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีอะไรได้บ้าง**	D **ดำเนินการตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา**	L **คำตอบที่ได้ และบอกวิธีคิดหาคำตอบ**
1..... 2..... 3..... 4.....	สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคือ..... วิธีแก้ปัญหาคือ..... วิธีแก้ปัญหาที่เลือกใช้คือ..... เหมาะ.....	แสดงวิธีทำ..... วิธีที่ 1 วิธีที่ 2 วิธีที่ 3	คำตอบ..... สรุปขั้นตอนที่ใช้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล มีขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 K (what we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง กิจกรรมในขั้นนี้ครูจะแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 - 5 คน ที่มีเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อนแล้วให้นักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่รู้เกี่ยวกับโจทย์ เช่น สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โดยใช้บัตรกิจกรรมการสอน เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และแบบบันทึกการทำงาน

ขั้นที่ 2 W (what we want to know) นักเรียนจะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ หรือ สิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ กิจกรรมในขั้นนี้นักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายเพื่อหาสิ่งที่ต้องการรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับโจทย์ เช่น ความสัมพันธ์ของโจทย์และกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 D (what we do to find out) นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องกรหรือสิ่งที่ตนเองต้องการรู้ กิจกรรมในขั้นนี้ นักเรียนจะช่วยกันดำเนินการเพื่อแก้โจทย์ปัญหาโดยเขียนโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ หาคำตอบและตรวจสอบคำตอบ

ขั้นที่ 4 L (what we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มจะสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากแก้โจทย์ปัญหา โดยให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา และสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียน

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนของ วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986) มาเป็นแนวในการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน 1) K (what we know) สิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มคละความสามาถ ที่มีเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ 2) W (what we want to know) โจทย์ให้หาอะไรจะมีวิธีการอย่างไรใช้วิธีอะไรได้บ้าง โดยนักเรียนในกลุ่มจะต้องร่วมกันอภิปรายเพื่อหาสิ่งที่โจทย์ให้หาเพิ่มเติมเกี่ยวกับโจทย์ เช่น ความสัมพันธ์ของโจทย์และกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหา 3) D (what we do to find out) ดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ โดยเขียนให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ และหาคำตอบ และ 4) L (what we learned) สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปขั้นตอนที่ใช้แก้โจทย์ปัญหา โดยให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา และสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียน

3.4 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ดังนี้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561) ได้กล่าวว่า การสอนแบบ KWDL นี้มีประโยชน์มากในการพัฒนาผู้เรียนทางสติปัญญา ทักษะทางสังคม ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา และยังช่วยให้ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาหลากหลายทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อนมาเรียนรู้ร่วมกันได้ ได้ฝึกการคิดอย่างมีระบบ และมีขั้นตอนการคิดที่เป็นกระบวนการชัดเจน

จากประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL สามารถสรุปได้ว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มีประโยชน์มากในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยการแยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา และเลือกวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนของวิธีการทางคณิตศาสตร์ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาโดยการคิดอย่างเป็นระบบการวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ทักษะทางสังคมโดยการทำงานร่วมกับผู้อื่น และยังพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียน

3.5 แนวทางการวัดและประเมินผล

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงแนวทางการวัดและประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ดังนี้

วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ไม่ควรวัดผลด้วยแบบทดสอบแบบเลือกตอบเพียงอย่างเดียว ควรมีข้อสอบให้แสดงวิธีทำด้วย ซึ่งจะเป็นเครื่องยืนยันได้ว่านักเรียนเข้าใจจริง ดังนั้นควรจะกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน การแสดงวิธีทำที่ชัดเจน

จากแนวทางการวัดและประเมินผล สามารถสรุปได้ว่า แนวทางการวัดและประเมินผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL นั้นไม่ควรวัดผลด้วยแบบทดสอบแบบเลือกตอบเพียงอย่างเดียว ควรมีข้อสอบให้แสดงวิธีทำซึ่งจะสามารถวัดความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง และควรมีเกณฑ์การให้คะแนนการแสดงวิธีทำที่ชัดเจน

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจ และทักษะการคิด โดยให้เสนอแนวคิดหรือกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนคณิตศาสตร์ตามศักยภาพของตนเอง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, 2565) ร่วมกับเทคนิค KWDL ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL ตามแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986) ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, 2565)	**การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ตามแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986)**	**การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด open approach ตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, 2565) ร่วมกับเทคนิค KWDL ตามแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986)**
ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (posing open–ended problem)	**ขั้น K (what we know)** สิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับผู้เรียน โดยการนำเข้าสู่สถานการณ์ ปัญหาจากเรื่องราว หรือสิ่งที่ผู้เรียนให้ความสนใจ ให้ผู้เรียนได้สัมผัสปัญหาจากสถานการณ์นั้นจริงๆ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มคละความสามาถ ที่มีเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง	**ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (posing open–ended problem) ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น K (what we know)** เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับผู้เรียน โดยการนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาจากเรื่องราว หรือสิ่งที่ผู้เรียนให้ความสนใจ ให้ผู้เรียนได้สัมผัสปัญหาจากสถานการณ์นั้นจริงๆ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มคละความสามาถที่มีเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, 2565)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ตามแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด open approach ตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, 2565) ร่วมกับเทคนิค KWDL ตามแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986)
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (student' self–learning)	**ขั้น W (what we want to know)** โจทย์ให้หาอะไรจะมีวิธีการอย่างไรใช้วิธีอะไรได้บ้าง เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนช่วยกันระดมความคิดและเขียนแสดงแนวคิดลงในตาราง KWDL โดยใช้กระบวนการกลุ่มให้นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกันช่วยกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและจะมีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไรได้บ้าง **ขั้น D (what we do to find out)** ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้นักเรียน ช่วยกันแก้ปัญหาจากวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่ช่วยกันระดมความคิดจากขั้น W แบ่งหน้าที่กันในการลงมือแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา	**ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (student' self–learning) ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น W (what we want to know) และขั้น D (what we do to find out)** เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดและเขียนแสดงแนวคิดลงในตาราง KWDL โดยใช้กระบวนการกลุ่มให้นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกันและแบ่งหน้าที่กันในการลงมือแก้ปัญหาช่วยกันหาสิ่งที่รู้เกี่ยวกับโจทย์ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ วิธีการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ มาใช้ในการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, 2565)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ตามแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด open approach ตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, 2565) ร่วมกับเทคนิค KWDL ตามแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986)
ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน (whole class discussion and comparison)	**ขั้น L (what we learned)** สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนได้ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดที่ได้จากขั้นที่ 2 หน้าชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนคนอื่นๆ ในชั้นได้มีโอกาสเรียนรู้แนวคิดของเพื่อนโดยให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา	**ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน (whole class discussion and comparison) ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น L (what we learned)** เป็นขั้นที่ผู้สอนได้ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดที่ได้จากขั้นที่ 2 หน้าชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนคนอื่นๆ ในชั้นได้มีโอกาสเรียนรู้แนวคิดของเพื่อน โดยให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา
ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (summarization through connecting students' ideas emerged in the classroom)		**ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (summarization through connecting students' ideas emerged in the classroom)** เป็นขั้นที่ผู้สอนขยายและเชื่อมโยงแนวคิดที่ได้จากการที่นักเรียนได้นำเสนอในขั้นที่ 3 มาสรุปเป็นแนวคิดที่ได้จากการเรียนรู้

ตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, 2565)	**การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ตามแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986)**	**ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของ Polya สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562)**
ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (posing open–ended problem)	ขั้น K (what we know) สิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง	1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์หาสิ่งที่โจทย์ให้มา และสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (student' self–learning)	ขั้น W (what we want to know) โจทย์ให้หาอะไรจะมีวิธีการอย่างไรใช้วิธีอะไรได้บ้าง ขั้น D (what we do to find out) ดำเนินการแก้ปัญหา	2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องวางแผนการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีหรือเทคนิคต่างๆ ตามความสามารถ 3) ขั้นการดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่
ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน (whole class discussion and comparison)	ขั้น L (what we learned) สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้	

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, 2565)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ตามแนวคิดของ วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986)	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของ Polya สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562)
ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (summarization through connecting students' ideas emerged in the classroom)		4) ขั้นการสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจ และทักษะการคิด โดยให้เสนอแนวคิดหรือกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนคณิตศาสตร์ตามศักยภาพของตนเอง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL มี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (posing open–ended problem) ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น K (what we know) สิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับผู้เรียน โดยการนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาจากเรื่องราว หรือสิ่งที่ผู้เรียนให้ความสนใจ ให้ผู้เรียนได้สัมผัสปัญหาจากสถานการณ์นั้นจริงๆ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มคละความสามาถ ที่มีเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (student' self–learning) ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น W (what we want to know) โจทย์ให้หาอะไรจะมีวิธีการอย่างไรใช้วิธีอะไรได้บ้าง และขั้น D (what we do to find out) ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจะให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดและเขียนแสดงแนวคิดลงในตาราง KWDL โดยใช้กระบวนการกลุ่มให้นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกันและแบ่งหน้าที่กันในการลงมือแก้ปัญหา ช่วยกันหาสิ่งที่รู้เกี่ยวกับโจทย์ สิ่งที่โจทย์ต้องการ

ทราบ วิธีการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน (whole class discussion and comparison) ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น L (what we learned) สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนได้ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดที่ได้จากขั้นที่ 2 หน้าชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนคนอื่นๆ ในชั้นได้มีโอกาสเรียนรู้แนวคิดของเพื่อน โดยให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (summarization through connecting students' ideas emerged in the classroom) เป็นขั้นที่ผู้สอนขยายและเชื่อมโยงแนวคิดที่ได้จากการที่นักเรียนได้นำเสนอในขั้นที่ 3 มาสรุปเป็นแนวคิดที่ได้จากการเรียนรู้

5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.1 ความหมาย

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Anderson and Pingre (1973) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ปัญหา หรือหาคำตอบ ซึ่งผู้ตอบจะทำได้ดีต้องมีวิธีการที่เหมาะสม ใช้ความรู้ ประสบการณ์ และการตัดสินใจโดยพร้อมมูล

Krulik and Rudnick (1987) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลที่ใช้ทักษะ กระบวนการ ความรู้ที่มีอยู่เดิมและความ เข้าใจมาแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมสามารถบูรณาการให้เข้ากับปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นได้ โดยสามารถแก้โจทย์ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบทางคณิตศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล (2545) ได้กล่าวว่า "โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์" หมายถึง โจทย์ปัญหาที่มีลักษณะให้ค้นหาความจริง ข้อสรุป โดยอาศัยเหตุผล และโจทย์ปัญหาที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่อาศัยนิยาม ทฤษฎีบทต่าง ๆ มาใช้ในการหาคำตอบโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหา

สมทรง สุวพานิช (2549) ได้สรุปความหมายของโจทย์ปัญหาว่า เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ประเภทหนึ่ง ที่อยู่ในลักษณะของข้อความไม่ปรากฏเครื่องหมายของการกระทำ (operation) ใด ๆ วิธีแก้ปัญหาจะต้อง อาศัยความสามารถทางด้านภาษา ในการตีความ สรุปความ รวมทั้งความคิดรวบ

ยอดที่เกี่ยวข้องกับการกระทำที่ได้เคยเรียนมาอันสัมพันธ์กับโจทย์เพื่อนำไปสู่ การสรุป เป็นประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบ

จากความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของแต่ละบุคคล ในการใช้ทักษะ หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ได้เรียนรู้มานั้น โดยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา และเลือกวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนของวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยวัดและประเมินโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยวัดจากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3 ชุด แต่ละชุดเป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ โดยวัดหลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

5.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

นักวิชาการทางการศึกษา ได้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Krulik and Rudnick (1982) ได้พิจารณาจำแนกประเภทของปัญหาตามเป้าหมายของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (drill exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอน วิธีและการคำนวณเบื้องต้น

2. ปัญหาข้อความยากง่าย (simple translation) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบมาก่อน เช่น ปัญหาในหนังสือเรียนต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษา เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มันเป็นปัญหาขั้นตอนเดียวที่มุ่งให้เกิดความเข้าใจมโนมติทางคณิตศาสตร์และพัฒนาความสามารถในการคิดคำนวณ

3. ปัญหาหรือข้อความที่ซับซ้อน (complex translation problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่าย แต่เพิ่มปัญหาเป็น 2 ขั้นตอน หรือมากกว่า 2 วิธีที่ดำเนินการ

4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (process problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันทีจะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้นหรือแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหา และการเน้นการพัฒนายุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจ มีการวางแผนแก้ปัญหาและประเมินผลคำตอบ

5. ปัญหาการประยุกต์ (applied problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้มโนมติ และดำเนินการทางคณิตศาสตร์การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การรวบรวม การแทนข้อมูลด้วยสัญลักษณ์จัดระบบประเมินผล และแปลผล เพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูล

นั้น ๆ ปัญหาการประยุกต์เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้แก้ไขปัญหาได้ใช้ทักษะกระบวนการมโนมติและแก้ปัญหาเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์

6. ปัญหาปริศนา (puzzle problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่มไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายแง่มุม ปัญหาปริศนามักเป็นปัญหาลับสมอง ปัญหาท้าทาย ผู้ที่มีทักษะในการแก้ปัญหาจะแก้ปัญหาลักษณะนี้ได้ดี

Ashlock et al. (1983) ได้แบ่งรูปแบบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. โจทย์ปัญหาในหนังสือ หรือโจทย์ปัญหาที่แก้ด้วยการแปลงให้เป็นประโยคคณิตศาสตร์ (standard text or transition problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่แก้ด้วยหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่ตายตัว ไม่ยุ่งยาก

2. โจทย์ปัญหาที่แก้ด้วยกระบวนการ (process problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องแก้ด้วยกลวิธีต่าง ๆ ที่ยุ่งยากมากกว่าประเภทที่ 1 โจทย์ประเภทนี้จำเป็นต้องแก้ด้วยกระบวนการ 3 ขั้น คือ

2.1 การทำความเข้าใจปัญหา

2.2 การพัฒนาและการหากลวิธีในการแก้ปัญหา

2.3 การประเมินการแก้ปัญหา

Baroody (1987) แบ่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 แบบ สรุปได้ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปกติ (routine problems) คือ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในหนังสือแบบเรียนทั่วไป ซึ่งมุ่งเน้นการฝึกทักษะใดทักษะหนึ่งมีข้อมูลที่จำเป็นและมีตำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว

2. โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่ปกติ (nonroutine problems) คือ โจทย์ปัญหาที่มี ลักษณะสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของชีวิตมากกว่าโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปกติ คือ ข้อมูล มากทั้งที่จำเป็น และไม่จำเป็นหรือมีข้อมูล ไม่เพียงพอ อาจมีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ โดยเน้นการ คิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผล

วิชัย พาณิชย์สวย (2545) แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 2 ประเภท ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พบเห็นอยู่ทั่วไป

ในหนังสือเรียนซึ่งใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประเภทนี้ คือ สามารถหาคำตอบด้วยวิธี และลำดับขั้นตอนที่ใช้อยู่เป็นประจำ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเกือบทั้งหมดเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จำเจ ซึ่งจะเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่เด็กคุ้นเคย สามารถหาคำตอบด้วยวิธีที่เป็นข้อกำหนดกฎเกณฑ์เดิม ๆ โดยผู้เรียนจะแปลเรื่องราวของโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์ และคำนวณคำตอบได้ในทันที โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จำเจอาจเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชั้นเดียว หรือโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หลายขั้นตอนก็ได้

2. โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่จำเจ ผู้เรียนไม่สามารถหาคำตอบได้ โดยการแปลเรื่องราวโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์ และคิดคำนวณหาคำตอบตามวิธีที่ใช้แบบเดิม แต่ผู้เรียนจะต้องวางแผนการคิดหากลวิธีมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ประเภทนี้อาจเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของบุคคล หรือเป็นปัญหาที่เกี่ยวโยงกับเนื้อหาวิชาอื่น และบางครั้งคำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อาจมีมากกว่า 1 คำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) แบ่งประเภทของ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พบเห็นทั่วไป โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พบเห็นทั่วไปหรือ โจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนคุ้นเคยกับโครงสร้าง เป็นโจทย์ที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน นักเรียนสามารถนำ ความรู้ หลักการ กฎเกณฑ์และสูตรที่เคยเรียนมาใช้แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ทันที

2. โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่เคยพบเห็น โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่เคยพบเห็น หรือโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคย เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน

จากประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ 1) โจทย์ปัญหาที่เป็นกระบวนการ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ การวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินตรวจสอบ และ 2) โจทย์ปัญหาที่ไม่เป็นกระบวนการ เป็นโจทย์ปัญปัญหาที่ไม่ซับซ้อน สามารถแก้ปัญหาได้ง่าย ไม่ต้องอาศัยกระบวนการเหมือนประเภทแรก

5.3 ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงลักษณะของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Clyde (1967) ได้กล่าวว่า ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. มีความใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตประจำวันและสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหามากที่สุด โดยอาจเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกิดกับผู้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือลักษณะคล้ายกับ สถานการณ์ในชีวิตจริง เป็นต้น

2. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นเป็นปัญหา ควรใช้ภาษาหรือบรรยายในลักษณะที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์และไม่ควรเป็นปัญหาธรรมดาทั่ว ๆ ไป

Hudgins (1977) ได้กล่าวถึงลักษณะของโจทย์ปัญหาที่มีส่วนสัมพันธ์ กับความสามารถที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาว่ามีลักษณะ ดังนี้

1. ภาษาที่ใช้เป็นภาษาที่เข้าใจง่ายหรือยากมีคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด

2. ขนาดของตัวหนังสือและตัวเลขเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนหรือไม่

3. ความยาวของโจทย์ปัญหา

4. รูปแบบและโครงสร้างโจทย์ปัญหาเป็นโจทย์ทางตรงหรือทางอ้อม เป็นโจทย์ที่ใช้ขั้นตอนเดียวในการแก้ปัญหา หรือต้องใช้เวลาหลายขั้นตอน

5. ใช้ทักษะการคำนวณคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลายวิธี

6. เป็นโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนคุ้นเคยมาก่อนหรือไม่

สิริพร ทิพย์คง (2544) ได้กล่าวถึงลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ภาษาที่ใช้กระชับ รัดกุม ถูกต้อง สามารถเข้าใจง่าย

2. แปลกใหม่สำหรับนักเรียนช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิดท้าทายความสามารถ

3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป

4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไป สำหรับความสามารถนักเรียนในวัยนั้นๆ

5. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะสมกับวัยนักเรียน

6. ให้ข้อมูลเพียงพอที่จะนำไปประกอบพิจารณาแก้ปัญหาได้

7. เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน

8. ข้อมูลที่มีอยู่จะต้องทันสมัย และเป็นไปได้จริง

9. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี

10. นักเรียนสามารถใช้การวาดภาพลายเส้น แผนภาพ ไดอะแกรม หรือแผนภูมิ ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

วิชัย พาณิชย์สวย (2545) กล่าวถึงโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะที่ดีมี 4 ประการซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1. ปัญหาที่น่าสนใจ

2. ปัญหาที่ท้าทาย

3. ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง

4. ปัญหาที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้

จากลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรจะต้องเป็นปัญหาที่เหมาะสมกับวัยและระดับความสามารถของผู้เรียน จะต้องเป็นปัญหาที่ท้าทาย ไม่ยากและง่ายจนเกินไป การใช้ภาษานั้นควรเป็นภาษาที่เข้าใจง่าย เป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถหาคำตอบได้หลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์การคิดแก้ปัญหา และการคิดวิเคราะห์

5.4 ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Krulik and Reys (1980) ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่พิจารณาว่าข้อมูลและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้นั้นมีอะไรบ้าง สิ่งที่โจทย์บอกมานั้นเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหาหรือไม่และสิ่งที่โจทย์ถามนั้นคืออะไร

2. วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่หาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์บอกกับสิ่งที่โจทย์ถาม ค้นหาทฤษฎีกฎ สูตร นิยาม เพื่อนำมาใช้วางแผนในการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ดำเนินการตามแผนไว้

4. ตรวจสอบ เป็นขั้นที่ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาทั้งหมด และได้ผลเป็นไปตามที่ต้องการครบถ้วนหรือไม่

Troutman and Lichtenberg (1995) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานจากกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของ Polya (1985) ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาไม่เพียงแต่ทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏในปัญหาเท่านั้น แต่ต้องมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในปัญหา สิ่งหนึ่งที่สำคัญในการทำความเข้าใจปัญหาคือการตั้งคำถามถามตนเองเพื่อให้เข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง

2. กำหนดแผนในการแก้ปัญหา โดยกำหนดอย่างน้อยที่สุดหนึ่งแผน การกำหนดแผนในการแก้ปัญหาหลาย ๆ แผนเป็นสิ่งที่มีประโยชน์เพราะสามารถเปรียบเทียบและเลือกใช้แผนที่คิดว่าน่าจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด การกำหนดแผนเป็นการกกำหนดยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาลงมือทำตามแผนที่กำหนดไว้ซึ่งมีข้อเสนอแนะให้ทำงานเป็นกลุ่ม เพราะถ้าแต่ละคนดำเนินการตามแผนของตน คำตอบที่ได้สามารถนำมาตรวจสอบเปรียบเทียบกัน และได้เรียนรู้สิ่งที่แปลกใหม่จากเพื่อน ๆ ถ้าทุกคนในกลุ่มใช้แผนการแก้ปัญหาเดียวกัน ทั้งกลุ่มก็จะได้มีโอกาสช่วยเหลือกันแก้ปัญหาอย่างรอบคอบในปัญหาที่มีความซับซ้อน เมื่อสามารถวางแผนแบ่งงานได้เป็นส่วน ๆ ผู้แก้ปัญหาสามารถแบ่งกันทำงานตามแผนคนละส่วน แล้วนำมาประกอบกันจะทำให้งานสำเร็จลุล่วงเร็วและมีความสมบูรณ์

4. ประเมินแผนและคำตอบในขั้นตอนนี้ดำเนินการ โดย

4.1 พิจารณาว่าคำตอบมีความเป็นไปได้หรือมีความสมจริงหรือไม่

4.2 ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหา

4.3 ลองแก้ปัญหาใหม่โดยวางแผนใช้วิธีการอื่นแล้วเปรียบเทียบผลที่ได้

4.4 เปรียบเทียบคำตอบของตนเองกับคำตอบของเพื่อน ๆ

5. ขยายปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องค้นหารูปแบบทั่วไปของคำตอบของปัญหาซึ่งต้องเข้าใจโครงสร้างของปัญหาอย่างชัดเจนจึงจะสามารถขยายปัญหาได้การขยายปัญหาจะช่วยสร้างทักษะในการแก้ปัญหา การขยายปัญหาได้โดย

5.1 เขียนปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิม

5.2 เสนอปัญหาใหม่ เพื่อที่ว่าผู้แก้ปัญหาอาจจะค้นหารูปแบบทั่วไป กฎ หรือสูตรในการหาคำตอบ

6. บันทึกการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะจดบันทึกการทำงานของเขาไว้เพื่อที่จะได้สามารถรื้อฟื้นหรือทบทวนความพยายามของเขาได้การจดบันทึกอาจเก็บข้อมูลจากการร่วมกันคิดร่วมกันทำซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาต่อไป สิ่งที่ควรจดบันทึก ได้แก่

6.1 แหล่งของปัญหา

6.2 ตัวปัญหาที่กำหนด

6.3 แนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแบบแผนการคิดอย่างคร่าว ๆ

6.4 ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่จะนำมาใช้หรือสามารถนำมาใช้

6.5 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการขยายผลการแก้ปัญหา

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย (2538) ได้กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ตัวปัญหา พิจารณาว่าปัญหานั้นต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ ช่วย เช่น การเขียนรูปภาพ หรือแผนภูมิ

2. ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใดจะแก้อย่างไร ปัญหาที่กำหนดให้นี้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหานั้นผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาเพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา มีวิธีแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่พิจารณาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้กะทัดรัด ชัดเจน เหมาะสม ดีขึ้นกว่าเดิม

กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ (2540) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของ Polya มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา อ่านสถานการณ์ให้เข้าใจ เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้นๆ แล้วจำแนกออกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่

1.1. สิ่งที่สถานการณ์ให้มา

1.2. สิ่งที่ต้องการให้หา

1.3. สถานการณ์มีการซ่อนเงื่อนในการแก้ไขไว้หรือไม่

2. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการวางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธี หรือเทคนิคต่างๆ ตามความสามารถ

3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

4. ขั้นตรวจสอบผล ตรวจสอบโดยมองย้อนกลับ หรือตรวจสอบแต่ละขั้นตอน หรืออาจตรวจสอบโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงกันหรือไม่

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2547) ได้สรุปกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งอาจใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ช่วย เช่น กราฟ แผนภูมิตาราง
2. แสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหานั้น ๆ พิจารณาถึงเหตุและหนทางที่จะแก้ปัญหา
3. วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการวางโครงการหายุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
4. แก้ปัญหาโดยดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ซึ่งอาจจะมีความจำเป็นต้องใช้การคำนวณช่วย
5. ตรวจสอบ เป็นการทบทวนเหตุผลที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้วว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด คำนวณถูกต้องหรือไม่คำตอบน่าเชื่อถือเพียงใด

ทิศนา แขมมณี (2548) ได้กล่าวว่า วิธีการแก้ปัญหาต่างๆ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 สังเกต โดยให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุป และตระหนักในปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ โดยให้นักเรียนได้อภิปราย หรือแสดงความคิดเห็น เพื่อแยกแยะประเด็นปัญหา สภาพ สาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหา

ขั้นที่ 3 สร้างทางเลือก โดยให้นักเรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งอาจมีการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกลุ่ม และควรมีการกำหนดหน้าที่ในการทำงานให้แก่นักเรียนด้วย

ขั้นที่ 4 เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก โดยนักเรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึกการปฏิบัติงาน เพื่อรายงานและตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก

ขั้นที่ 5 สรุป โดยนักเรียนสังเคราะห์ความรู้ด้วยตนเองซึ่งอาจจัดทำในรูปของรายงาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) ได้กล่าวการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้ความรู้ที่หลากหลายและยุทธวิธีที่เหมาะสมในการหาคำตอบของปัญหา ผู้เรียนต้องได้รับการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด ของ Polya ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร ต้องการให้หาอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง เกี่ยวข้องกับความรู้ใดบ้าง การทำความ

เข้าใจปัญหา ซึ่งอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อช่วยให้เข้าใจมากขึ้น เช่น การวาดภาพ การเขียนตาราง การบอกหรือเขียนสถานการณ์ปัญหาด้วยภาษาของตนเอง

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาว่าจะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีใด แก้อย่างไร รวมถึงพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์การแก้ปัญหาที่ผู้เรียนมีอยู่ เพื่อกำหนดแนวทาง และเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ จนสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถหาคำตอบได้ ผู้เรียนต้องเลือกยุทธวิธีใหม่จนกว่าจะได้คำตอบ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ ตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละขั้นตอน ผู้เรียนอาจพิจารณายุทธวิธีอื่น ๆ ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ รวมทั้งนำแนวคิดในการแก้ปัญหานี้ไปใช้กับสถานการณ์ปัญหาอื่น

จากขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Polya สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) มาเป็นแนวในการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มี 4 ขั้นตอน 1) ขั้นความเข้าใจโจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์หาสิ่งที่โจทย์ให้มา และสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ 2) ขั้นการเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการวางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธี หรือเทคนิคต่างๆ ตามความสามารถ 3) ขั้นการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการตามแผน เป็นการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่ และ 4) ขั้นการสรุปคำตอบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา

5.5 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Reys et al. (2004) ได้เสนอยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 10 ประการ คือ

1. ปฏิบัติเพื่อออกไปจากปัญหา (act it out) เป็นกลวิธีที่นักเรียนได้สัมผัสกับสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา และนักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์นั้น

2. ใช้ภาพหรือแผนภาพ (make a drawing or diagram) เป็นการเขียนภาพหรือแผนภาพของข้อมูลตามที่โจทย์กำหนดให้

3. ค้นหาแบบรูป (look for a pattern) เป็นการใช้แบบรูปของจำนวนหรือ รูปภาพที่โจทย์กำหนดให้ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

4. สร้างตาราง (construct a table) เป็นการจัดระเบียบของข้อมูลในรูปแบบของตาราง ช่วยให้ผู้แก้โจทย์ปัญหามองเห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาได้

5. จำแนกทุกกรณีที่เป็นไปได้ (identify all possibilities) กลวิธีนี้มักใช้ร่วมกับกลวิธี สร้างตาราง และค้นหาแบบรูป ทำให้นักเรียนรู้ว่าคำตอบของโจทย์ปัญหาเป็นอะไรได้บ้าง

6. เดาและตรวจสอบ (guess and check) เป็นการคาดเดาคำตอบและตรวจสอบคำตอบที่ได้ ผู้แก้ปัญหาจะมั่นใจว่าคำตอบที่ได้จากการเดาถูกต้องหรือไม่ จะต้องตรวจสอบคำตอบว่าเป็นไปตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดหรือไม่

7. ทำย้อนกลับ (work backward) เป็นการหาคำตอบโดยพิจารณาจากข้อมูลสุดท้ายที่โจทย์กำหนดมาให้ช่วยในการหาคำตอบที่โจทย์ถาม

8. เขียนประโยคเปิด (write an open sentence) เป็นการศึกษาหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในประโยคคำถาม ซึ่งมีลักษณะเหมือนคำทาย เพื่อใช้ในการหาคำตอบ

9. แก้ปัญหาที่ง่ายกว่าหรือปัญหาที่คล้ายกัน (solve a simpler or similar problem) เป็นการกำหนดปัญหาขึ้นมาใหม่ที่มีลักษณะที่ง่ายกว่า หรือคล้ายคลึงกัน โดยมีโครงสร้างของปัญหาเหมือนเดิม แล้วนำวิธีการที่ใช้แก้โจทย์ปัญหาที่ง่ายกว่าหรือคล้ายกันไปแก้โจทย์ปัญหาเดิม

10. เปลี่ยนจุดมุ่งหมายของปัญหา (change your point of view) เป็นการแก้โจทย์ปัญหาทีละตอน ทำให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้กล่าวถึงยุทธวิธีของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

1. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบเป็นการพิจารณาข้อมูล และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดให้ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องนำมาใช้เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหา แล้วตรวจสอบความถูกต้องถ้าไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่ โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการเดาครั้งแรก ๆ ใช้เป็นข้อมูลในการสร้างกรอบ ในการเดาครั้งต่อไปที่มีความชัดเจนขึ้นและเข้าถึงคำตอบของได้เร็วขึ้นการเดาต้องเดาอย่างมีเหตุผล มีทิศทางเพื่อให้สิ่งที่เดาเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

2. ยุทธวิธีประมาณคำตอบ ในปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณ เมื่อกำหนดแนวทางและวิธีการคิดคำนวณได้แล้ว ในการหาคำตอบอาจใช้การประมาณค่าจำนวนต่าง ๆ ให้มีค่า ใกล้เคียง

จำนวนเต็มหน่วย จำนวนเต็มสิบ จำนวนเต็มร้อย หรือจำนวนเต็มอื่น ๆ แล้วแต่กรณีแล้วประมาณคำตอบจากการคิดคำนวณอย่างคร่าว ๆ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ค่อนข้างรวดเร็วกว่าการคิดคำนวณตรง ๆ บันทึกคำตอบที่ได้จากการประมาณนี้ไว้ คำตอบที่ได้จากการประมาณจะช่วยให้มองเห็นภาพของคำตอบที่ต้องการ และสามารถนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากการคำนวณตามปรกติเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ และในปัญหาบางปัญหา ผลจากการประมาณคำตอบสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการหาคำตอบที่ต้องการได้

3. ยุทธวิธีเขียนภาพหรือแผนภาพ ศักยภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนมีข้อจำกัดจนกระทั่งเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เด็กเล็กค่อนข้างจะมีความยากลำบากในการใช้สัญลักษณ์เพื่อแก้ปัญหา ทางเลือกที่ดีทางหนึ่งที่เป็นรูปธรรมมากกว่าคือการใช้ภาพและแผนภาพ สำหรับเด็กเล็ก สามารถใช้ภาษาที่แทนด้วยรูปภาพในการบันทึกข้อสนเทศเกี่ยวกับการแก้ปัญหา เมื่อเด็กมีวุฒิภาวะขึ้น สิ่งที่แทนด้วยรูปภาพและแผนภาพจะเปลี่ยนไปเป็นตัวเลขและนิพจน์อย่างอื่นทางคณิตศาสตร์ การเขียนภาพหรือแผนภาพช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้นและบางครั้งสามารถหาคำตอบของปัญหาได้ โดยตรงจากเขียนภาพ หรือแผนภาพนั้น

4. ยุทธวิธีสร้างตัวแบบ ตัวแบบพบอยู่มากมายในคณิตศาสตร์ตัวแบบมีประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย และไม่คุ้นเคย นักเรียนควรจะได้รับการกระตุ้นให้ใช้ตัวแบบที่เหมาะสมในการทำความเข้าใจและกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา เราสามารถใช้สิ่งต่าง ๆ ในการสร้างตัวแบบของสถานการณ์ปัญหา

5. ยุทธวิธีลงมือปฏิบัติการลงมือทำเป็นยุทธวิธีแก้ปัญหาประเภทหนึ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ โดยปกติอาจทำคร่าว ๆ ก่อน ไม่เน้นความละเอียดและประณีต เพื่อให้เห็นภาพรวมของงานที่ทำ เป็นยุทธวิธีที่ดีที่ทำให้นักเรียนได้คิดผ่านการกระทำและทำให้มองเห็นภาพของสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมเข้าใจง่าย

6. ยุทธวิธีแจกแจงรายการหรือการสร้างตาราง การแจกแจงรายการเป็นการนำเสนอสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ได้แก่ ข้อมูลที่กำหนดกรณีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่กำหนดโดยนำเสนอให้เป็นระบบ มีระเบียบ ครบถ้วน เป็นหมวดหมู่ ป้องกันการเสนอซ้ำซ้อน อาจนำเสนอในรูปตารางเพื่อให้การพิจารณาใช้ประโยชน์ จากข้อมูลทำได้สมบูรณ์ การแจกแจงรายการอาจนำเสนออย่างครบถ้วนทุกประเด็น เมื่อมีกรณีต่าง ๆ ที่จะนำเสนอมีจำนวนจำกัด หรืออาจนำเสนอเพียงบางรายการที่จำเป็นและเพียงพอต่อการหาคำตอบของปัญหาก็ได้

7. ยุทธวิธีสร้างตาราง เป็นการจัดกระทำกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้เป็นระบบมีระเบียบ โดยนำมาเขียนลงในตารางช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การหาคำตอบที่ต้องการ การใช้ยุทธวิธีสร้างตารางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีประเด็นที่ควรพิจารณา ดังนี้

7.1 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด

7.2 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีที่เป็นไปได้บางกรณี

7.3 สร้างตารางเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด (หรือมากกว่า)

7.4 สร้างตารางเพื่อค้นหานัยทั่วไปของความสัมพันธ์

8. ยุทธวิธีค้นหาแบบรูป แบบรูปเป็นสิ่งที่ปรากฏอยู่ในธรรมชาติและเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น แบบรูปเป็นสาระสำคัญที่เด่นชัดในคณิตศาสตร์ การค้นหาและการใช้แบบรูปสามารถประยุกต์ได้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เด็กเล็ก ๆ สามารถค้นหาและพรรณนาแบบรูปได้จากการร้อยลูกปัด การเล่นไม้บล็อก ในระดับประถมศึกษาเด็กสามารถค้นหาและอธิบายแบบรูปของจำนวน เช่น 2, 4, 6, 8, ... ; 30, 27, 24, 21, ... นักเรียนที่มีวุฒิภาวะสูงกว่าจะทำกิจกรรมเกี่ยวกับแบบรูปที่เป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนได้ดีกว่า

9. ยุทธวิธีเปลี่ยนมุมมอง การเปลี่ยนมุมมองดูเหมือนว่าเป็นแนวทางการคิดมากกว่าที่จะเป็นยุทธวิธียุทธวิธีนี้ บางทีเรียก “หยุดคิดก่อน” (breaking out) เพราะว่าผู้แก้ปัญหาต้องหยุดคิดมองปัญหาให้รอบด้าน หาวิธีหามุมมองของปัญหาใหม่ซึ่งอาจแปลกแยกไปจากวิธีปกติธรรมดา

10. ยุทธวิธีนึกถึงปัญหาที่คล้ายกัน เมื่อเผชิญกับปัญหาสิ่งหนึ่งที่ผู้แก้ปัญหาควรกระทำคือการพิจารณาว่าปัญหานี้คล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่ ถ้าเป็นปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อน หรือมีบางส่วนของปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อน ผู้แก้ปัญหาต้องคิดทบทวนถึงวิธีการหรือยุทธวิธีที่เคยใช้ แล้วพิจารณาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

11. ยุทธวิธีทำปัญหาให้ง่ายหรือแบ่งเป็นปัญหาให้ยาก ปัญหาบางปัญหาดูเหมือนเป็นปัญหาใหม่ อาจเป็นด้วยขนาดของจำนวนหรือความซับซ้อนของปัญหา การทำปัญหาให้ง่ายลงจะช่วยทำให้สามารถกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาและนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหาที่กำหนดได้วิธีการหนึ่งในการทำปัญหาได้ง่าย คือ การแบ่งปัญหาออกเป็นส่วน ๆ หรือเริ่มต้นด้วยปัญหาที่มีระดับความซับซ้อนน้อยลง การทำปัญหาให้ง่ายสามารถนำมาใช้เพื่อให้สามารถค้นหาแบบรูปของคำตอบได้

12. ยุทธวิธีใช้ตัวแปร การแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้กระทำโดยสมมติตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า สร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่ปัญหากำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้นแล้วพิจารณาหาคำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น ปัญหาบางปัญหาสามารถสร้าง

ความสัมพันธ์ในรูปสมการที่สอดคล้องกับปัญหาได้ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ทำโดยแก้สมการแล้วพิจารณาความเป็นไปได้จากคำตอบของสมการนั้น

13. ยุทธวิธีให้เหตุผล การให้เหตุผลในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา ผนวกกับข้อความรู้ที่ทราบมาก่อนเป็นเหตุบังคับไปสู่ผลซึ่งเป็นคำตอบของปัญหา และมักใช้ร่วมกับยุทธวิธีอื่น ๆ

14. ยุทธวิธีทำย้อนกลับ ยุทธวิธีทำย้อนกลับเป็นยุทธวิธีเฉพาะซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาบางปัญหา โดยที่การแก้ปัญหาเริ่มต้นจากสิ่งที่ปัญหากำหนดให้แล้วหาความเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่ปัญหาต้องการทำได้ค่อนข้างยาก แต่ว่าการเริ่มต้นพิจารณาจากสิ่งที่ปัญหาต้องการ แล้วหาความเชื่อมโยงย้อนกลับไปสู่สิ่งที่ปัญหากำหนดให้ทำได้ง่ายกว่า เป็นยุทธวิธีที่มีคุณค่าสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้ เป็นวิธีการที่ชาญฉลาดในการช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผล เป็นยุทธวิธีที่ใช้การคิดวิเคราะห์จากผลไปหาเหตุในการแก้ปัญหานั้น ขั้นตอนที่ถือได้ว่ามีความสำคัญมากคือการวางแผนเป็นขั้นตอนที่บุคคลผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ทักษะ ความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ที่มีอยู่ประมวลเข้ากับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าบุคคลที่ได้รับการฝึกฝนอยู่เสมอจนมีทักษะในการแก้ปัญหาเพียงพอ เมื่อเผชิญกับปัญหาก็จะสามารถนำประสบการณ์ที่สั่งสมออกมาปรับใช้ได้สอดคล้องกับสถานการณ์ของปัญหา

จากยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นมีหลากหลาย ผู้เรียนควรจะเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมตามลักษณะของโจทย์ปัญหาที่พบเจอ

5.6 แนวทางการวัดและประเมินผล

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงแนวทางการวัดและประเมินผลในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Polya (1973) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 9 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	หลังจากที่อ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง ต้องการทราบอไรบ้าง แล้วข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	เงื่อนไขในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับได้ถูกต้อง

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
3. ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา สามารถสร้างตารางไดอะแกรม เขียนสมการ หรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ
4. ขั้นตรวจสอบคำตอบ	พิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมายของคำตอบ

Charles and Lester (1982) เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้โดยพิจารณาถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ มีวิธีการให้คะแนนดังนี้

   0 หมายถึง แปลความหมายผิดโดยสิ้นเชิง

   1 หมายถึง แปลความหมายผิดบางส่วน

   2 หมายถึง แปลความหมายโจทย์ถูกต้อง

2. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

   0 หมายถึง ไม่ลงมือทำหรือทำผิดโดยสิ้นเชิง

   1 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องเป็นบางส่วน

   2 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้อง (ไม่พิจารณาการคำนวณ)

3. การตอบปัญหา เป็นการพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาร่วมกับทักษะการคำนวณมีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

   0 หมายถึง ตอบผิดและกระบวนการแก้ปัญหาผิด

   1 หมายถึง ตอบผิดเพียงบางส่วน (ในกรณีที่มีหลายคำตอบ)

   2 หมายถึง การคำนวณถูกต้อง

ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์ (2537) ได้เสนอแนวทางใหม่ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่เรียกว่า การวัดสภาพจริง (authentic performance measurement) โดยสร้างข้อคำถามดังต่อไปนี้

1. เสนอสถานการณ์ที่ประกอบด้วยข้อมูลและข้อจำกัดต่าง ๆ ให้นักเรียนหาคำตอบ พร้อมทั้งอธิบายวิธีการคิดที่ได้คำตอบ ซึ่งอาจจะมีวิธีการคิดหลายวิธี

2. เสนอปัญหาประกอบด้วยข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง (หรือไม่จำเป็น) ให้นักเรียนพิจารณาแก้ปัญหาและให้ความเห็นเกี่ยวกับข้อมูลที่ไม่เหมาะสม

3. เสนอปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาบางส่วนให้นักเรียนวิจารณ์และให้แก้ปัญหานั้นให้สำเร็จ

4. เสนอปัญหาให้แสดงวิธีการแก้ปัญหาและการตรวจสอบ โดยนำเสนอต่อเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนหรือแลกเปลี่ยนคำตอบกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ให้แนวทางการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 ประเด็น คือความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบ ดังนี้

เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวม ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่พิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหาของผู้เรียนในภาพรวม โดยกำหนดระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวม ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	**เกณฑ์การพิจารณา**
4 (ดีมาก)	1. เข้าใจปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน 2. เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน 3. สรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	1. เข้าใจปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน 2. เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน 3. สรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	1. เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง 2. เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน 3. สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ต้องปรับปรุง)	1. เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง 2. เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา 3. ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อย ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีการกำหนดระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นย่อยเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3

ตารางที่ 11 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อย ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	**คะแนน (ระดับคุณภาพ)**	**เกณฑ์การพิจารณา**
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

นิวัฒน์ สาระขันธ์ (2565) ได้กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนประกอบด้วยความความสามารถหลายอย่างดังต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหาได้ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการหาคำตอบ ผลเฉลย หรือแนวทางในการจัดการกับปัญหา

2. การสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหา เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้อันจะนำไปสู่การสร้างโจทย์ปัญหา สถานการณ์ หรือคำถาม

3. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี

4. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นความสามารถในการพิจารณาคำตอบหรือการแก้ปัญหาที่ได้ว่าเหมาะสม สอดคล้อง และสมเหตุสมผลเพียงใด

5. การขยายความคิดจากผลการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการนำผลจากการแก้ปัญหาไปคิดต่อ เช่น การมองเห็นรูปทั่วไป การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเงื่อนไขของปัญหาเปลี่ยนไป

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาประเมินได้หลากหลายตามความสามารถข้างต้น อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ ผู้สอนมักใช้ปัญหาหนึ่ง ๆ ประเมินความสามารถหลาย ๆ อย่างรวมกัน และสิ่งที่ประเมินมากที่สุดคือ การแก้ปัญหาได้และการใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา แต่สิ่งที่ยังทำได้ไม่มากนัก คือการประเมินการสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหาจากข้อมูลที่กำหนดให้ การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ และการขยายความคิดจากผลการแก้ปัญหา

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผ่านมามักใช้แบบทดสอบลักษณะเดียวกับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมักเป็นข้อสอบปรนัยระดับการนำไปใช้ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ซึ่งผลรวมของคะแนนสอบเป็นเพียงภาพรวมของระดับความสามารถที่ผู้เรียนมี ทั้งที่การแก้ปัญหาไม่ได้อาจมีระดับความบกพร่องแตกต่างกัน ตั้งแต่ไม่ทราบว่าจะแก้ปัญหาอย่างไรหรือทำไม่ได้เลย จนถึงเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาถูกต้องหรือเหมาะสม แต่คิดหรือคำนวณคำตอบผิดพลาด ด้วยเหตุนี้ ผู้สอนจึงควรตระหนักว่าการใช้ข้อสอบลักษณะดังกล่าว ไม่ได้ให้ข้อมูลที่จะนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาของผู้เรียน สิ่งที่จะเป็นประโยชน์มากกว่าคือข้อมูลที่ทำให้ทราบว่าผู้เรียนแก้ปัญหาไม่ได้เพราะเหตุใด เช่น ไม่เข้าในปัญหา วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น เลือกใช้วิธีแก้ปัญหาไม่เหมาะสม ดำเนินการตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ ใช้เทคนิคหรือกลวิธีไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา ไม่ทราบวิธีตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นต้น แบบทดสอบที่จะใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา จึงควรมีลักษณะเปิด หรือเป็นปัญหาแบบเปิด โดยอาจเปิดที่คำตอบให้มีคำตอบที่หลากหลายคำตอบ หรือเปิดที่กระบวนการ คือ มีวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี เพื่อให้ได้คำตอบที่หลากหลายวิธี เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเต็มศักยภาพ แบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบหนึ่งที่นิยมใช้กัน คือแบบวัดความสามาถในการแก้ปัญหาที่ให้ผู้เรียน

แสดงวิธีทำงาน 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Polya เพื่อที่จะประเมินความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน

จากแนวทางการวัดและประเมินผล สามารถสรุปได้ว่า แนวทางการวัดและประเมินผลโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นจะต้องพิจารณาถึงกระบวนการและทักษะคำนวณที่นักเรียนใช้ในการหาคำตอบและควรกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวทางการวัดและประเมินของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาเป็นแนวทางการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 ประเด็น คือ ความเข้าใจโจทย์ปัญหา การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และการสรุปคำตอบ ดังนี้

ตารางที่ 12 เกณฑ์การประเมินผลวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	**คะแนน**	**เกณฑ์การพิจารณา**
1. ความเข้าใจโจทย์ปัญหา	2	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และสามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามอะไรได้ถูกต้อง
	1	- เข้าใจปัญหาได้บางส่วนสามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามอะไรได้ถูกต้อง หรือสามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามอะไรได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง
	0	- ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามอะไร หรือไม่เขียนอะไรเลย
2. การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา	3	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา พร้อมบอกขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
	2	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเล็กน้อย แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
	0	- ไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ หรือไม่เขียนอะไรเลย
3. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา	3	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วน แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องเล็กน้อย แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	0	- ไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือไม่เขียนอะไรเลย
4. การสรุปคำตอบ	2	- มีการการสรุปคำตอบได้ถูกต้อง บอกหน่วยของคำตอบที่ได้อย่างชัดเจนครบถ้วน
	1	- มีการการสรุปคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่บอกหน่วยของคำตอบ หรือหน่วยของคำตอบผิด
	0	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ไพศาล หวังพานิช (2526) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ (achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (academic achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝนอบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผล (level of accomplishment) ของบุคคลว่า เรียนแล้วรู้เท่าไร มีความสามารถชนิดใด ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ (performance test)”

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (content) อันเป็น ประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ สามารถวัดได้โดยใช้ “ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ (achievement test)

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า คือ คุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลจากการเรียนการสอนหรือมวล ประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอนทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพสมอง

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงผลการเรียนรู้ที่ประเมินพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้ออกมาเป็นระดับความสามารถ ซึ่งได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านความรู้และการคิด ตามแนวคิดจุดประสงค์ของบลูม ได้แก่

1. ความรู้ความจำ (knowledge) หมายถึง ความสามารถทางสมองที่ทรงไว้ซึ่งเรื่องราว ต่างๆ ที่รับรู้เข้าไว้ในสมองเป็นความสามารถในการระลึกเรื่องราวประสบการณ์หรือสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว

2. ความเข้าใจ (comprehension) หมายถึง ความสามารถในการจับใจความของ เรื่อง ความสามารถในการแปลความ ดีความและขยายความ

3. การนำไปใช้ (application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ ทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริง ไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้น เป็นพฤติกรรมทางด้านวัดผล หมายถึง ความสามรถที่สำคัญ 3

ประการ นำหลักวิชาไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ แก้ปัญหาที่ยังไม่ได้แก้มาเลย และสามารถยกตัวอย่างและสาธิตสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วได้ในรูปแบบใหม่

4. การวิเคราะห์ (analysis) พฤติกรรมด้านคิดวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยวิธีการของเหตุผล อันเป็นสมรรถภาพที่จำเป็นต้องปลูกฝังให้เกิดแก่เด็กอย่างยิ่ง เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด และยังมองถึงว่า ส่วนย่อยที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันโดยอาศัย หลักการใด เป็นสมรรถภาพที่เต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันอยู่เสมอ การวิเคราะห์จึงต้อง อาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการไปใช้มา ประกอบการพิจารณา

5. การสังเคราะห์ (synthesis) คือ ความสามารถในการรวมสิ่งต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้เป็นรูปใหม่อีกรูปแบบหนึ่ง มีคุณลักษณะ โครงสร้าง หน้าที่ใหม่ มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม การสังเคราะห์เป็นความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ หรือคิดริเริ่มสิ่งใหม่

6. การประเมินค่า (evaluation) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของความคิดทุกชนิด เพื่อเปรียบเทียบเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดให้ การประเมินจึงเป็นการแสดง ความคิดเห็นที่นำเกณฑ์มาใช้ เป็นความสามารถขั้นสุดท้าย ด้านสติปัญญาในการจัดระบบความสามารถ ด้านนี้จึงถือว่าสูงสุด และจะต้องอาศัยความสามารถขั้นจำ เข้าใจ นำไปใช้ วิเคราะห์และสังเคราะห์มา ใช้ประกอบเพื่อเป็นฐานการประเมิน

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555) กล่าวว่า เป็นความสามารถทางสติปัญญาใน การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกตามพฤติกรรม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พึงประสงค์ ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ ความจำ และการคิดคำนวณ (computation) เป็นระดับที่วัด ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม ตลอดจน การบวก การคิดคำนวณอย่างง่ายๆ พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้น ได้แก่

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หมายถึง ความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในลักษณะเดียวกับที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นการถามเพื่อให้ผู้เรียนบอกความหมายของศัพท์และนิยามที่เคยเรียนมาแล้วโดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างไร

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการคิดคำนวณตามที่เคยเรียนมาแล้ว

2. ความเข้าใจเป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้หรือเรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถอธิบาย ยกตัวอย่างจำแนก แปลความ ตีความ สรุปความ หรือขยายความได้พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 6 ขั้น ได้แก่

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง ความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่งด้วยตัวเอง รู้จักนำของเท็จจริงของเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาสรุป

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถในการสรุปหรือบอกความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับตัวปัญหา ซึ่งผู้เรียนควรจะรู้หลังจาก เรียนจบเรื่องนั้นแล้ว

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถใน การสรุปศัพท์และนิยามทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ หรือการหาค่าสัญลักษณ์โดยอาศัยโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความเข้าใจในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง หมายถึง ความสามารถในการแปลงข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการ โดยไม่ได้รวมถึงการคำนวณหาคำตอบของสมการนั้น

2.5 ความเข้าใจในการดำเนินตามเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่ง ความสมเหตุสมผลของข้อความ บทความ หรือผลงานทางคณิตศาสตร์

2.6 ความเข้าใจในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ว่าโจทย์กำหนดอะไรบ้างและต้องการถามเรื่องอะไร รวมทั้งการแปลกความหมายจาก กราฟหรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (application) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง หรือทฤษฎีต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้ โจทย์ปัญหาที่ใช้วัด ในระดับนี้ต้องไม่ใช่โจทย์เดิมที่ผู้เรียนเคยฝึกทำมาแล้วพฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาธรรมดา หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ หมายถึง ความสามรถของผู้เรียนในการนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกัน เช่น มโนทัศน์ กฎ ของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบความสัมพันธ์เปรียบเทียบและนำมาสรุปเพื่อตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ จำแนกส่วนประกอบย่อยของปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดว่ามีความจำเป็นหรือไม่ ในการแก้ปัญหาโจทย์นั้น

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้ หรือจากปัญหาที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ (analysis) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา มีลักษณะซับซ้อน หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน แต่ต้องอยู่ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้น ได้แก่

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หมายถึง ความสามารถใน การถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากไม่สามารถคิดคำนวณโดยตรงได้

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเองหรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการแสดงการพิสูจน์ หมายถึง ความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเองโดยอาศัยทฤษฎีหรือบทนิยมต่างๆ เข้ามาช่วยในการพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผล เพื่อวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่ มีขั้นตอนใดผิดพลาดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และการเขียนพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบ จนสามารถสรุปเป็นกรณีทั่วไปไปได้

เมษา นวลศรี (2556) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (achievement) เป็นความสามารถอันเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมาการวัดความรู้ ความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาของบุคคลนั้น วิธีการที่ใช้กันมากและ เหมาะสมที่สุด คือการสอบ (testing) และเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับการสอบ

คือ แบบทดสอบ (test) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสอบผู้เรียน ในบทนี้จะเน้นเฉพาะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (achievement test)

พิมย์เกสร กำปนาท (2558) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (achievement) เป็นความสามารถที่เกิดจากการจัดการ เรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา โดยเน้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร การวัดความรู้ความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาของผู้เรียนนั้น วิธีการที่ใช้กันมากและเหมาะสมที่สุด คือ การทดสอบ (testing) กระทำอยู่ 2 ด้าน คือ การภาคทฤษฎีและการปฏิบัติ และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดสอบภาคทฤษฎี คือ แบบทดสอบ (test)

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของแต่ละบุคคล ที่เกิดจากการเรียนการสอน รายวิชาคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่แสดงออกถึงความเอาใจใส่ในระหว่างเรียน และความรู้ความเข้าใจที่ได้จากการเรียนตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา โดยเน้นวัดผลสัมฤทธิ์ตามมาตรฐานตัวชี้วัดของหลักสูตร

6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

Ross and Stanley (1954) ได้ให้ความหมายสั้นๆ ว่า “แบบสอบผลสัมฤทธิ์” หมายถึงแบบสอบที่ใช้วัดความสามารถทางวิชาการ เช่น แบบสอบวิชาเลขคณิต แบบสอบวิชาพีชคณิต ฯลฯ เป็นต้น

ชวาล แพรัตกุล (2518) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบความสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากโรงเรียนและทางบ้าน ยกเว้นการวัดทางร่างกาย ความถนัด และทางบุคคลกับสังคมสำหรับในโรงเรียนแล้วแบบทดสอบประเภทผลสัมฤทธิ์มุ่งที่จะวัดความสำเร็จในวิชาการเป็นส่วนใหญ่

Gronlund (1993) ให้แนวคิดว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นกระบวนการเชิงระบบ เพื่อการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีหน้าที่หลักสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2549) ได้ให้ความหมายของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้ว

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี (2552) ได้กล่าวว่า แบบสอบผลสัมฤทธิ์ส่วนใหญ่ที่สร้างขึ้น มักจะมีความมุ่งหมายที่สำคัญ คือ เพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาและทักษะต่าง ๆ ของแต่ละสาขาวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาขาวิชาทั้งหลายที่ได้จัดสอนในระดับชั้นเรียนต่าง ๆ ของแต่ละโรงเรียน ลักษณะของแบบสอบผลสัมฤทธิ์มีทั้งที่เป็นข้อเขียน (paper and pencil test) และที่เป็นภาคปฏิบัติจริง (performance test)

สมชาย รัตนทองคำ (2554) ได้กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (achievement test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถสมอง ด้านต่างๆ เช่น ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประมาณค่า ซึ่งแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อาจเป็นประเภทที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง เช่น ข้อสอบปลายภาค หรือเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน ที่มีผู้สร้างไว้แล้ว เช่น ข้อสอบ TOFEL รูปแบบและวิธีการใช้แบบทดสอบแบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ

1. แบบสอบปากเปล่า (oral test) เป็นการทดสอบที่อาศัยการซักถามเป็นรายบุคคล เหมาะสำรับผู้สอบจำนวนน้อย ข้อดีคือ สามารถถามได้ละเอียด และสามารถโต้ตอบได้

2. แบบเขียนตอบ (paper-pencil test) เป็นการทดสอบที่มีการเขียนตอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบอัตนัย หมายถึงแบบทสอบที่ถามให้ตอบยาวๆ สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างกว้างขวาง เหมาะสำหรับการวัดความสามารถในการใช้ภาษาและแสดง

ความคิดเห็นที่หลากหลาย และแบบทดสอบปรนัย หมายถึงแบบทดสอบประเภท ถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ และเลือกตอบ เหมาะสำหรับสอบผู้สอบจำนวนมาก ๆ มีเวลาตรวจข้อสอบน้อย

3. แบบปฏิบัติ (performance test) เป็นการทดสอบที่ผู้สอบได้แสดงพฤติกรรมออกมาโดยการกระทำหรือลงมือปฏิบัติจริง

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ออกแบบไว้สำหรับวัดความรู้หรือทักษะที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นทักษะทางสมองหรือความคิดอันเป็นผลของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์และขอบเขตของเนื้อหาสาระอย่างชัดเจน แต่เนื่องจากข้อจำกัดหลายประการ ทำให้ผู้สอนไม่สามารถทำการวัดความรู้และทักษะที่ได้สอนไปแล้วทั้งหมดได้ แบบทดสอบที่ใช้จึงเป็นเพียงกลุ่มตัวอย่างของเนื้อหาสาระส่วนหนึ่งที่ ใช้เป็นตัวแทนมวลเนื้อหาหรือประสบการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจึงตั้งอยู่บนข้อตกลงเบื้องต้น 3 ประการ ดังนี้

1. มวลเนื้อเรื่อง หรือทักษะที่เป็นจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน สามารถนำมาระบุได้ชัดเจน (well defined) ในเชิงพฤติกรรมหรือกลุ่มพฤติกรรม นั่นคือผลลัพธ์อันเป็นเป้าหมายของการ

เรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนนั้นจะต้องสามารถนำมาใช้สื่อความหมายและความสำคัญให้เป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไปได้

2. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นได้ทำหน้าที่วัดพฤติกรรมสำคัญอันเป็นเป้าหมายของการเรียนรู้นั่นคือ แบบทดสอบได้สร้างขึ้นมามีความตรงตามเนื้อหา (content validity)

3. ผู้สอบได้มีโอกาสเรียนรู้ครอบคลุมสิ่งที่แบบทดสอบมุ่งวัด การวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนจะนำมาแปลผลได้อย่างมีความหมายเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ (opportunity to learn) ครอบคลุมสิ่งที่แบบทดสอบมุ่งวัด

ไพศาล วรคำ (2558) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ (knowledge) และทักษะ (skill)

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ที่ตัวผู้เรียนได้เรียนรู้ตามกิจกรรมการเรียนรู้จากครูผู้สอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีนั้นควรมีความตรงตามเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของบทเรียนในหน่วยนั้นๆ

6.3 จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

เมษา นวลศรี (2556) ได้กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ ดังนี้

1. เพื่อจัดตำแหน่งผู้เรียน จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อบอกตำแหน่งของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถในระดับใดของกลุ่ม หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์แล้วจัดว่าอยู่ในระดับใด

2. เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน การใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนนั้น เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทั้งทางด้านความรู้ความสามารถ ลักษณะนิสัย และทักษะต่างๆ ให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

3. เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน การใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนควรทำอย่างต่อเนื่อง อาจใช้เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละหน่วยย่อย ซึ่งพบว่าผู้เรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ของแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ผู้สอนก็ควรจะได้ศึกษาว่าผู้เรียนมีข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในเรื่องใด ๆ ก็ทำการแก้ไขข้อบกพร่องนั้น และทำการประเมินผลต่อไป

จากจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกผู้เรียนว่ามีความรู้อยู่ในระดับใด เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนว่ามีความก้าวหน้าทางด้านความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด และเพื่อปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ว่ามีข้อบกพร่องและต้องแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ให้ดีขึ้นอย่างไร

6.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ศศิธร แม้นสงวน (2555) กล่าวว่า ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมเป็นผลการเรียนรู้ที่ครูกำหนดและคาดหวังจะให้เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยครูจะกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์
3. กำหนดชนิดของข้อสอบ
4. เขียนข้อสอบ
5. ตรวจทาน
6. จัดพิมพ์แบบทดสอบ
7. ทดลองสอบเพื่อนำผลมาวิเคราะห์ข้อสอบ
8. แก้ไขปรับปรุงแล้วได้แบบทดสอบฉบับจริง

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555) กล่าวว่า ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หรือหลักสูตรสถานศึกษา แล้ววิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเนื้อหาวิชา

คณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด ขั้นที่ 2 จากข้อมูลในขั้นที่ 1 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนในแต่ละเนื้อหา

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด คือพฤติกรรมระดับความรู้หรือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบจำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา

ขั้นที่ 4 จากข้อมูลในขั้นที่ 2 และ 3 นำมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดและ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 4

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) กล่าวถึง ขั้นตอนของการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบโดยต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2. ออกแบบการสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบ ขอบเขต และแนวทาง การสร้างเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสอบที่มีคุณภาพ ประกอบด้วย

2.1 การวางแผนการทดสอบ ควรมีการทดสอบอย่างน้อย ภาคเรียนละ 2 ครั้ง

2.2 การกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ ได้แก่ แบบสอบอิงกลุ่ม แบบสอบข้อเขียน แบบสอบเสนอคำตอบ แบบสอบความเร็ว และแบบสอบเป็นกลุ่ม

2.3 การสร้างแผนผังการทดสอบ เพื่อให้จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนแบบทดสอบมีความสัมพันธ์กัน

2.4 การสร้างผังข้อสอบ เพื่อเสนอรายละเอียดของการทดสอบแต่ละครั้งว่าจะวัดการสอนและการสร้างเนื้อหาอะไร และจะวัดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้อะไร ขอบเขตของเนื้อหาวิชาตลอดจนการกำหนดน้ำหนักความสำคัญ หรือสัดส่วนข้อสอบสาหรับวัดพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบแต่ละครั้ง

3. เขียนข้อสอบ โดยผู้เขียนจำเป็นต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดี และต้องมีความรู้ในเทคนิคการเขียน โดยมีลำดับขั้นตอนการเขียน ดังนี้

3.1 กำหนดแบบแผนข้อสอบ

3.2 ร่างข้อสอบ

3.3 ทบทวนร่างข้อสอบโดยผู้เขียนข้อสอบและโดยผู้อื่น เช่น อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญเป็นต้น

3.4 บรรณาธิการข้อสอบ โดยการปรับปรุงข้อบกพร่อง รวมทั้งขัดเกลาข้อความและภาษาให้เหมาะสมกับผู้เรียน

4. ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ควรระมัดระวังในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการทดสอบข้อสอบ ไม่ควรใช้กลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างจากกลุ่มเป้าหมายอย่างสุดขั้วเมื่อทดลองใช้ แล้วนำมาวิเคราะห์และคัดเลือกข้อสอบ โดยการหาความยากง่ายและอำนาจจำแนกที่เหมาะสม นำข้อสอบมารวมกันเป็นแบบทดสอบ และทำการวิเคราะห์แบบทดสอบโดยการหาความเที่ยงและความตรง

5. นำแบบทดสอบไปใช้

6. วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ด้านความเที่ยงตรง

7. ปรับปรุงแบบทดสอบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2560) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตาราง วิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ซึ่งได้อธิบายไว้ แล้วในบทที่ 2 ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบ โดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบ ต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 3

5. ตรวจทานข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมดจัดทำเป็นแบบทดสอบ ฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำาอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบ และวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อ ๆ ไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำได้โดย 1) วิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์ของการเรียนรู้ 2) กำหนดจุดประสงค์ของกาเรียนรู้ 3) กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง 4) ตรวจทานข้อสอบ 5) จัดพิมพ์แบบทดสอบและทดลองสอบ และ 6) จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

6.5 แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึงแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

Gronlund (1993) ได้ให้หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะมีคุณภาพได้นั้นจะต้องอาศัยหลักการสร้างที่มีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. ต้องนิยามพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน โดยกำหนดในรูปของจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนหรือรายวิชาด้วยคำที่เฉพาะเจาะจงสามารถวัดและสังเกตได้

2. ควรสร้างแบบทดสอบวัดให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ ที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมด ทั้งในระดับความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น

3. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรจะวัดพฤติกรรม หรือผลการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะต้องกำหนดตัวชี้วัด และขอบเขตของผลการเรียนรู้ที่จะวัดแล้วจึงเขียนข้อสอบตามตัวชี้วัดจากขอบเขตที่กำหนดไว้

4. แบบทดสอบที่สร้างขึ้น ควรประกอบด้วยข้อสอบชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสม สอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด

5. ควรสร้างแบบทดสอบโดยคำนึงถึงแผนหรือวัตถุประสงค์ของการนำผล การทดสอบไปใช้ประโยชน์ จะได้เขียนข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และทันใช้ตามแผนที่กำหนดไว้ เช่น การใช้แบบทดสอบก่อนการเรียนการสอน (pretest) สำหรับตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนเพื่อการสอนซ่อมเสริม การใช้แบบทดสอบระหว่างการเรียน การสอนเพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอน (formative test) และการใช้แบบทดสอบหลังการเรียนการสอนเพื่อตัดสินผลการเรียน (summative test)

6. แบบทดสอบที่สร้างขึ้น จะต้องทำให้การตรวจให้คะแนนไม่มีความคลาดเคลื่อนจากการวัด (measurement errors) ซึ่งไม่ว่าจะนำแบบทดสอบไปทดสอบกับผู้เรียนในเวลาที่แตกต่างกันจะต้องได้ผลการวัดเหมือนเดิม

สมนึก ภัททิยธนี (2549) ได้กล่าวถึง หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ ดังนี้

1. เขียนตอนนำให้เป็นประโยคที่สมบูรณ์ แล้วใส่เครื่องหมายปรัศนี ไม่ควรสร้างตอนนำให้เป็นแบบอ่านต่อความ เพราะทำให้คำถามไม่กระชับ เกิดปัญหาสองแง่หรือข้อความไม่ต่อกัน หรือเกิดความสับสนในการคิดหาคำตอบ

2. เน้นเรื่องที่จะถามให้ชัดเจนและตรงจุดไม่คลุมเครือ เพื่อว่าผู้อ่านจะไม่เข้าใจไขว้เขวสามารถมุ่งความคิดในคำตอบไปถูกทิศทาง

3. ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัด หรือถามในสิ่งที่ดีงามมีประโยชน์ คำถามแบบเลือกตอบสามารถถามพฤติกรรมในสมองได้หลาย ๆ ด้าน ไม่ใช่คำถามเฉพาะความจำหรือความจริงตามตำรา แต่ต้องถามให้คิด หรือนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

4. หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ควรขีดเส้นใต้คำปฏิเสธ แต่คำปฏิเสธซ้อนไม่ควรอย่างยิ่ง เพราะปกติผู้เรียนจะยุ่งยากต่อการแปลความหมายของคำถาม และคำตอบที่ถามกลับ หรือปฏิเสธซ่อนผิดมากกว่าถูก

5. อย่าใช้คำฟุ่มเฟือย ควรถามปัญหาโดยตรง สิ่งใดไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ได้ใช้เป็นเงื่อนไขต้องนำมาเขียนไว้ในคำถาม จะช่วยให้คำถามรัดกุมชัดเจนขึ้น

6. เขียนตัวเลือกให้เป็นเอกพันธ์ หมายถึง เขียนตัวเลือกทุกตัวให้เป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือมีทิศทางแบบเดียวกัน หรือมีโครงสร้างสอดคล้องเป็นทำนองเดียวกัน

7. ควรเรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่าง ๆ ได้แก่ คำตอบที่เป็นตัวเลขทศนิยมเรียงจากน้อยไปหามาก เพื่อช่วยให้ผู้ตอบพิจารณาคำตอบได้สะดวก ไม่หลง และป้องกันการเดาตัวเลือกที่มีค่ามาก

8. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดหรือปลายปิดให้เหมาะสม ตัวเลือกปลายเปิด ได้แก่ตัวเลือกสุดท้ายใช้คำว่า ไม่มีคำตอบถูก ที่กล่าวมาผิดหมด ผิดหมดทุกข้อ หรือสรุปแน่นอนไม่ได้

9. ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว แต่บางครั้งผู้ออกข้อสอบคาดไม่ถึงว่าจะมีปัญหา หรืออาจจะให้ตัวลวงไม่รัดกุม จึงสามารถมองตัวเลือกเหล่านั้นได้อีกแง่หนึ่ง ทำให้สับสนได้

10. เขียนทั้งตัวถูกและตัวผิดให้ถูกต้องหรือผิดตามหลักวิชาการ คือ กำหนดตัวถูกหรือผิดเพราะสอดคล้องกับความเชื่อของสังคมหรือคำพังเพยทั่ว ๆ ไปไม่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนการสอนมุ่งให้ผู้เรียนทราบความจริงตามหลักวิชาการเป็นสำคัญ จะความเชื่อโชคลางหรือขนบธรรมเนียมประเพณีเฉพาะท้องถิ่นมาอ้างไม่ได้

11. เขียนตัวเลือกให้อิสระขาดจากกันพยายามอย่าให้ตัวเลือกตัวใดตัวหนึ่งเป็นส่วน หนึ่งหรือส่วนประกอบของตัวเลือกอื่น ต้องให้แต่ละตัวอิสระจากกันอย่างแท้จริง

12. ควรมีตัวเลือก 4-5 ตัวเลือก เพราะถ้าออก 2 ตัวเลือกจะกลายเป็นข้อสอบถูกผิด และเพื่อป้องกันไม่ให้เดาคาตอบได้ง่าย ๆ จึงควรมีตัวเลือกมาก ๆ หากเป็นข้อสอบระดับประถมศึกษา ปีที่ 1-2 ควรใช้ 3 ตัวเลือก ระดับประถมศึกษาปีที่ 3-6 ควรใช้ 4 ตัวเลือก แต่ตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป ควรใช้ 5 ตัวเลือก

13. อย่าแนะนำคำตอบ ซึ่งการแนะนำคำตอบมีหลายกรณี ดังนี้

13.1 คำถามข้อหลัง ๆ แนะคำตอบข้อแรก ๆ

13.2 ถามเรื่องที่ผู้เรียนคล่องปากอยู่แล้ว โดยเฉพาะคำถามประเภทคำพังเพย สุภาษิต คติพจน์ หรือคำเตือนใจ

13.3 ใช้ข้อความของคำตอบถูกซ้ากับคำถามหรือเกี่ยวข้องกันอย่างเห็นได้ชัด เพราะนักเรียนที่ไม่มีความรู้อาจจะเดาได้ถูก

13.4 ข้อความของตัวถูกบางส่วนเป็นส่วนหนึ่งของทุกตัวเลือก

13.5 เขียนตัวถูกหรือตัวลวงถูกหรือผิดเด่นชัดเกินไป

13.6 คำตอบไม่กระจาย

สมชาย รัตนทองคำ (2554) แบบทดสอบนี้สามารถใช้ได้กับการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เป็นพฤติกรรมด้านความสามารถทางสติปัญญาของบุคคล ลักษณะการวัดจึงเป็นการวัดทางอ้อมจากพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้ถูกวัดภายใต้เครื่องมือวัดหรือสถานการณ์ที่ผู้สอบกำหนด ซึ่งมีการจำแนก

ความสามารถออกเป็น 6 ระดับ เรียงจากความสามารถขั้นต่ำไปสูงดังนี้ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่า

1. ความรู้ความจำ คือความสามารถในการระลึกได้ถึงเรื่องราวต่าง ๆ ที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนจะด้วยวิธีการใดก็ตาม เช่น จากการเรียนรู้ในห้องเรียน การอ่านหนังสือ การบอกเล่าต่อ ๆ กันมา เป็นต้น พฤติกรรมด้านความรู้ความจำยังจำแนกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1.1 ความรู้เฉพาะเรื่อง เป็นความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริงเฉพาะเรื่อง

1.2 ความรู้ในการดำเนินการ เป็นความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้น การจำแนกประเภท ความรู้เรื่องกฎเกณฑ์ และระเบียบวิธี

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง เป็นความรู้เกี่ยวกับหลักวิชา ทฤษฎีและโครงสร้าง

2. ความเข้าใจ คือความสามารถในการผสมผสานความรู้ความจำ แล้วขยายความคิดของตนเองออกไปอย่างสมเหตุสมผลสามารถอธิบายความโดยใช้ความคิดและคำพูดของตนเอง ดังนั้นความเข้าใจจึงเป็นความรู้ขั้นสติปัญญา (cognition) เนื่องจากต้องนำเอาความรู้จากขั้นความรู้ความจำมาผสมผสานร่วมด้วย ความเข้าใจแบ่งเป็น 3 ลักษณะได้แก่

2.1 การแปลความ เป็นความสามารถในการสื่อความหมายจากภาษาหนึ่งหรือแบบฟอร์มหนึ่งไปสู่อีกภาษาหนึ่งหรืออีกแบบฟอร์มหนึ่ง

2.2 การตีความ เป็นความสามารถเอาผลการแปลความหลาย ๆ สิ่งมาผสมผสานเรียบเรียงเป็นความคิดใหม่อย่างมีความหมาย

2.3 การขยายความ เป็นการขยายแนวคิดให้กว้างไกลไปจากข้อมูลเดิมอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งต้องอาศัยการแปลความและการตีความประกอบกัน เป็นต้น

3. การนำไปใช้ คือความสามารถนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้มาแล้วไปใช้ที่แปลกใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่ที่ไม่เคยเห็นมาก่อนแต่อาจใกล้เคียง หรือคล้ายคลึงกับที่เคยมีประสบการณ์มาก่อน

4. การวิเคราะห์ คือความสามารถแยกแยะเรื่องราวสิ่งต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ ทำให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์กันของส่วนย่อยได้อย่างชัดเจน สามารถค้นหาความจริงต่างๆ ที่ซ่อนแฝงอยู่ในเนื่องเรื่องนั้น ๆ ได้ การวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ลักษณะได้แก่

4.1 วิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบย่อยที่รวมอยู่ในเรื่องราวนั้นเพื่อชี้ให้เห็นถึงเหตุ ผลลัพธ์ และประเด็นสำคัญ

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เป็นความสามารถในการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยที่รวมกันอยู่ในเรื่องราวนั้น ๆ ว่ามีความสัมพันธ์ เกี่ยวพันธ์กันในลักษณะใด เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

4.3 วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการค้นหาว่า โครงสร้างและระบบของวัตถุสิ่งของ เรื่องราวและการกระทำต่างๆ รวมกันอยู่ในสภาพเช่นนั้นได้เพราะยึดหลักหรือแกนอะไร

5. การสังเคราะห์คือการนำองค์ประกอบย่อย ๆ ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปมารวมเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันเพื่อให้เห็นถึงโครงสร้างที่ชัดเจน แปลกไปจากเดิม แบ่งเป็น 3 ประเภท

5.1 สังเคราะห์ข้อความ เป็นความสามารถในการผสมผสานความรู้และประสบการณ์ต่างทำให้เกิดเป็นข้อความหรือผลผลิตใหม่ อาจสังเคราะห์โดยการพูดเขียนหรือรูปภาพก็ได้

5.2 สังเคราะห์แผนงาน เป็นความสามารถในการกำหนดแนวทาง วางแผน เขียนโครงการต่างๆ ล่วงหน้าขึ้นมาใหม่ ให้สอดคล้องกับข้อมูลและจุดมุ่งหมายที่วางไว้

5.3 สังเคราะห์ความสัมพันธ์เป็นความสามารถในการนำความสำคัญหลักการต่าง ๆ มาผสมผสานให้เป็นเรื่องเดียวกันทำให้เกิดเป็นสิ่งสำเร็จอันใหม่ที่มีความสัมพันธ์แตกต่างไปจากเดิม เป็นเรื่องราวหรือแนวคิดใหม่ที่ผิดหรือแตกต่างไปจากเดิม

6. การประเมินค่า คือความสามารถในการตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหาและวิธีการต่างๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่าเหมาะสม มีคุณค่า ดี-เลว เพียงไร การประเมินค่าต้องอาศัยเกณฑ์ประกอบการตัดสินใจ 2 ลักษณะคือ

6.1 การตัดสินโดยใช้เท็จจริง หรือเกณฑ์ภายในเนื้อเรื่องนั้น ซึ่งเป็นการตัดสินโดยใช้ข้อเท็จจริงที่ปรากฏในเนื้องเรื่องนั้น ๆ

6.2 การตัดสินโดยใช้เกณฑ์ภายนอก เป็นการตัดสินตามเหตุผลทางตรรกศาสตร์ การยอมรับของสังคมสภาพความเป็นจริง ความยุติธรรม

เครื่องมือที่วัดด้านพุทธิพิสัยส่วนใหญ่นิยมใช้แบบทดสอบ ซึ่งมีหลากหลายชนิด แต่แบบทดสอบที่ใช้สำหรับประเมินผลการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอน ที่ใช้ส่วนใหญ่มี 2 ประเภท คือ แบบทดสอบอัตนัย และแบบทดสอบปรนัย ซึ่งมีหลักการสร้างข้อสอบดังนี้

1. การสร้างข้อสอบอัตนัยข้อสอบอัตนัยเป็นข้อสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้แสดงความสามารถในด้านความรู้ ภาษา ความคิดริเริ่มวิเคราะห์ข้อความได้อย่างเหมาะสม แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ แบบไม่จำกัดคำตอบ และแบบจำกัดคำตอบ ซึ่งทั้ง 2 ลักษณะมีหลักการสร้างดังต่อไปนี้

1.1 คำนึงถึงลำดับความสำคัญของจุดมุ่งหมาย ที่วางไว้ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยพิจารณาน้ำหนักจากจุดมุ่งหมาย และเนื้อหาที่ได้สอน

1.2 วางแนวทางการออกข้อสอบว่า จะเป็นแบบ จำกัด หรือไม่จำกัดคำอบ

1.3 เขียนคำสั่งให้ชัดเจนว่า ต้องการให้ผู้สอบตอบอย่างไร เกณฑ์การให้คะแนนเป็นอย่างไร

1.4 ตั้งประเด็นคำถาม ที่ประเมินความรู้จริงของผู้เรียน โดยเน้นด้านใดบ้าง เช่น การสังเคราะห์ วิเคราะห์ หรือประมาณค่า

1.5 พยายามใช้คำถามหลายๆแบบ มิใช้มีแต่คำถามประเภท ใคร อะไร ที่ไหน ที่มุ่งถามเพื่อวัดความรู้ความจำเท่านั้น แต่ควรใช้คำถาม เหตุใด อย่างไร เพื่อให้ผู้เรียน อธิบายและแสดงเหตุผล หรือถามความคิดเห็น เชิงวิเคราะห์ในเชิงเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ ความขัดแย้ง ตีความ เป็นต้น

1.6 ทบทวน และพยายามปรับปรุงให้ข้อคำถามมีความชัดเจน ไม่กำกวม

2. การสร้างข้อสอบปรนัย แบบปรนัยที่รู้จักกันดี ได้แก่

2.1 แบบถูกผิด ซึ่งก็คือแบบทดสอบเลือกตอบสองตัวเลือก ซึ่งผู้ตอบมีโอกาสเลือกตอบข้อใดข้อหนึ่ง อาจตอบว่า ผิดหรือถูก ใช่หรือไม่ มีข้อแนะนำการสร้างดังนี้

2.1.1 เขียนคำาถาม คำตอบ และข้อความให้ชัดเจน กระชับไม่ยอกย้อนไม่ต้องตีความ

2.1.2 ไม่ใช้ข้อความปฏิเสธซ้อน

2.1.3 หลีกเลี่ยงลอกข้อความจากคำบรรยายหรือหนังสือ

2.1.4 ข้อผิด ถูกควรใกล้เคียงกัน เป็นต้น

ข้อดีของข้อสอบนี้คือ ตรวจง่ายรวดเร็วประหยัดค่าใช้จ่าย ข้อเสีย คือเดาง่าย มีค่าความเชื่อมั่นต่ำ

2.2 แบบทดสอบแบบเติมคำ เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้เรียนเขียนคำตอบสั้น ๆ มักมีขอบเขตการตอบอย่างชัดเจนจากช่องว่างที่เว้นไว้ ข้อแนะนำในการสร้าง

2.2.1 เขียนคำสั่งให้รัดกุมว่าตอบตรงไหนอย่างไร

2.2.2 คำถามควรชัดเจนถามเจาะไม่ถามกว้าง และไม่ควรลอกข้อความคำบรรยายหรือจากหนังสือมาถาม

2.2.3 เว้นช่องให้มากพอสำหรับเขียนตอบและควรอยู่ตอนท้ายประโยค ไม่ควรมีหลายแห่งในแต่ละข้อ

ข้อดีคือ สร้างง่ายเดาถูกยากประหยัดเวลา ควรใช้สอบเฉพาะความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ต่างๆ

2.3 แบบจับคู่เป็นปรนัยประเภทกำหนดคำหรือข้อความเป็นสองแถว คล้ายกับแบบทดสอบแบบเลือกตอบข้อความแถวหนึ่งไปใส่อีกแถวหนึ่ง ข้อแนะนำในการสร้าง ได้แก่

2.3.1 ในแถวที่เป็นคำตอบควรมีมากกว่าคำถามเพื่อป้องกันการเดา และควรเป็นคำตอบที่สั้นๆ

2.3.2 คำถามควรระบุเงื่อนหรือหลักการจับคู่ให้ชัดเจน

2.3.3 ข้อคำถาม และคำตอบควรจัดให้อยู่ในหน้าเดียวกัน

2.3.4 วิธีตอบไม่ยุ่งยาก เช่นการเลือกเฉพาะอักษรมาตอบแทนการลอกทั้งข้อความ ข้อดีสร้างง่ายรวดเร็วตรวจง่าย หากสร้างได้ดีเดายาก ประหยัด แต่มักเป็นข้อสอบที่วัดความรู้ความจำและค่อนข้างยากที่จะทำให้ปัญหา และคำตอบเป็นเรื่องเดียวกัน หรือประเภทเดียวกัน (หากประเภทไม่เหมือนกันเดาง่าย)

2.4 แบบเลือกตอบ มักประกอบด้วยคำถามสั้น และคำตอบให้เลือกเพียงข้อเดียว หลักการเขียนข้อสอบ

2.4.1 คำถามควรอยู่ในรูปประโยคคำถามที่สมบูรณ์เจาะจง สั้น และชัดเจนตรงจุด อาจนำคำตอบที่ได้มาเชื่อมต่อกับคำถาม

2.4.2 หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ หากจำเป็นต้องใช้ควรเน้นหรือขีดเส้นให้ชัด

2.4.3 ข้อเดียวควรมีคำตอบเดียว

2.4.4 ควรมีตัวถูกและตัวลวงที่มีควรเป็นไปได้ตามหลักวิชา

จากแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ว่า แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต้องอาศัยหลักการสร้างที่มีประสิทธิภาพ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดมากที่สุด และการตรวจให้คะแนนต้องมีความชัดเจนไม่มีความคลาดเคลื่อนจากการวัด สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 1 ชุด เป็นแบบทดสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ข้อ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งจะใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนหลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังจบวงจรปฏิบัติการ

7. ความพึงพอใจ

7.1 ความหมาย

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึง ความหมายของความพึงพอใจ ดังนี้

Applewhite (1965) ได้กล่าวไว้ว่า ความพึงพอใจความรู้สึกส่วนตัวของ บุคคลในการปฏิบัติงาน ซึ่งมีความหมายกว้างรวมไปถึงความพึงพอใจในสภาพแวดล้อม ทางกายภาพด้วย การมีความสุขที่ทำงานร่วมกับคนอื่นที่เข้ากันได้มีทัศนคติที่ดีต่องานด้วย

Wallerstein (1971) ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมายและอธิบายว่า 8 ความพึงพอใจเป็นขบวนการทางจิตวิทยาไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน แต่สามารถคาดคะเนได้ว่า มีหรือไม่มีจากการสังเกตพฤติกรรมของคนเท่านั้น การที่จะทำให้คนเกิดความพึงพอใจจะต้องศึกษา ปัจจัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของความพึงพอใจนั้น

Good (1973) ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพ หรือ ระดับความพึงพอใจที่เป็นผลมาจากความสนใจและเจตคติของบุคคลที่มีต่องาน

ปริญญา จเรรัชต์ และคณะ (2546)กล่าวไว้ว่าความพึงพอใจ หมายถึงท่าทีความรู้สึกหรือทัศนคติในทางที่ดีของบุคคลที่มีต่อสิ่งที่ปฏิบัติร่วมปฏิบัติหรือได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติโดยผลตอบแทนที่ได้รับรวมทั้งสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นปัจจัยทำให้เกิดความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2549) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นสภาพความรู้สึกที่มีความสุข สดชื่น เป็นภาวะทางอารมณ์เชิงบวกที่บุคคลแสดงออกเมื่อได้รับผลสำเร็จทั้งปริมาณ และคุณภาพ ตามจุดมุ่งหมาย ตามความต้อง ความพึงพอใจจึงเป็นผลของความต้องการที่ได้รับการตอบสนอง โดยมีการจูงใจ (motivation) หรือสิ่งจูงใจ (motivators) เป็นตัวเหตุ

จากความหมายของความพึงพอใจ สามารถสรุปได้ ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติในทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่อความต้องการของบุคคลบรรลุจุดมุ่งหมาย หรือตอบสนองต่อความต้องการทั้งด้านร่างกายและจิตใจ

7.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึง แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ ดังนี้

Michael Beer (1964) ได้ให้แนวคิดของความพึงพอใจไว้ว่าเป็นทัศนคติของคนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

1. V มาจากคำว่า Valance หมายถึง ความพึงพอใจ

2. I มาจากคำว่า Instrumentality หมายถึง สื่อ เครื่องมือ วิธีทางนำไปสู่ความพึงพอใจ

3. E มาจากคำว่า Expectancy หมายถึง ความคาดหวังภายในตัวบุคคลนั้น ๆ ซึ่งบุคคลมีความต้องการและมีความหวังในหลายสิ่งหลายอย่าง ดังนั้นจึงต้องกระทำด้วยวิธีหนึ่งวิธีใด เพื่อตอบสนองความต้องการหรือสิ่งที่คาดหวังเอาไว้ ซึ่งเมื่อได้รับการตอบสนองแล้วตามที่ตั้งความหวังหรือคาดหวังเอาไว้ บุคคลนั้นก็จะได้รับความพึงพอใจ และในขณะเดียวกันก็จะคาดหวังในสิ่งที่ สูงขึ้นไปเรื่อย ๆ ซึ่งอาจจะแสดงในรูปสมการได้ ดังนี้

แรงจูงใจ - ผลของความพึงพอใจ + ความคาดหมาย

ซึ่งหมายถึง แรงจูงใจของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ต่อการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ต่อการประเมินผลงานขององค์กรที่เกี่ยวกับชีวิตความเป็นอยู่ของตน หรือแรงจูงใจที่บุคคลจะเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมขององค์กรใดจะเป็นผลที่เกิดจากทัศนคติองค์กร หรือการทำงานขององค์กรนั้นรวมกัน ความคาดหวังที่เขาคาดหมายไว้ แรงจูงใจที่จะมีความรู้สึกพึงพอใจก็จะสูง แต่ในทางกลับกันถ้ามีทัศนคติในเชิงลบต่องาน และการตอบสนองไม่เป็นไปตามที่คาดหวังไว้แรงจูงใจที่จะ มีความรู้สึกพึงพอใจก็จะต่ำไปด้วย

Maslow (1970) ซึ่งกล่าวถึง ความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ (human basic needs) แบ่งออกเป็น 4 ขั้น และความต้องการขั้นแรกจะต้องได้รับการตอบสนองก่อนจึงจะสามรถ ตอบสนองความต้องการขั้นต่อไปได้ โดยแบ่งความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ ออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ความต้องการทางกาย (physical needs) เป็นความต้องการขั้นพื้นฐานที่เป็นความจำเป็นต่อ การอยู่รอดของชีวิตมนุษย์ ได้แก่ ความต้องการอากาศ อาหาร น้ำ ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย การขับถ่าย การพักผ่อน การหลีกหนีความเจ็บปวด การเคลื่อนไหวและความต้องการทางเพศ

2. ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (safety and security needs) ได้แก่ความต้องการความมั่นคง ความเท่าเทียม ความเสมอภาค ความไว้วางใจ ตลอดจนความปลอดภัยจากสิ่งแวดล้อมที่อันตราย

3. ความต้องการความรักและความเป็นเจ้าของ (love and belonging) ได้แก่ความต้องการความรัก ความใกล้ชิด ความอบอุ่นเห็นอกเห็นใจ ความเป็นเจ้าของ

4. ความต้องการการยอมรับนับถือ (esteem needs) ได้แก่ การตระหนักในคุณค่าและความสามารถ ต้องการได้รับการยอมรับจากผู้อื่น การได้รับความเป็นอิสระ

5. ความต้องการที่จะบรรลุถึงความสำเร็จสมหวังในชีวิต (self actualization) ได้แก่ความต้องการที่อยากจะสำเร็จตามความนึกคิดหรือความคาดหวังทะเยอทะยาน ไฝ่ฝันภายหลังจากที่มนุษย์ได้รับการตอบสนองความต้องการทั้ง 4 ขั้นอย่างครบถ้วนแล้ว ความต้องการในขั้นนี้จะเกิดขึ้นและมักเป็นความต้องการที่เป็นอิสระเฉพาะแต่ละคนซึ่งต่างมีความนึกคิด ได้ฝันที่อยากได้รับผลสำเร็จในสิ่งสูงสุดในทัศนะของคน

Shelly (1975) สรุปทฤษฎีความพึงพอใจไว้ว่าเป็นทฤษฎีว่าด้วยความรู้สึกสองแบบของมนุษย์ คือ ความรู้สึกในทางบวก และความรู้สึกทางลบ ความรู้สึกทุกชนิดของมนุษย์จะต้องอยู่ในกลุ่มความรู้สึกทั้งสองแบบนี้ ความรู้สึกทางบวก คือ ความรู้สึกที่เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะทำให้เกิดความสุข ความรู้สึกนี้เป็นความรู้สึกที่แตกต่างจากความรู้สึกทางบวกอื่น ๆ กล่าวคือ เป็นความรู้สึกที่มีระบบย้อนกลับทำให้เกิดความสุขหรือความรู้สึกทางบวกเพิ่มขึ้นได้อีก จะเห็นได้ว่าความสุขเป็นความรู้สึกที่สลับซับซ้อน และความสุขนี้จะมีผลต่อบุคคลมากกว่าความรู้สึกทางบวก อื่น ๆ ความรู้สึกทางลบ ความรู้สึกทางบวก และความสุข มีความสัมพันธ์กันอย่างสลับซับซ้อน และระบบความสัมพันธ์ของความรู้สึกทั้ง 3 นี้ เรียกระบบความพึงพอใจ โดยความพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อมีความรู้สึกทางบวกมากกว่าความรู้สึกทางลบ ความพอใจสามารถแสดงออกมาในรูปของความรู้สึกทางบวกแบบต่าง ๆ ได้ และความรู้สึกทางบวกนี้ยังเป็นตัวช่วยให้เกิดความพึงพอใจเพิ่มขึ้นได้อีก

สมศักดิ์ คงเที่ยง และ อัญชลี โพธิ์ทอง (2542) ได้จำแนกทฤษฎี ความพึงพอใจในงานออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ทฤษฎีความต้องการ ความต้องการส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์ต่อผลที่ได้รับจากงานกับการประสบความสำเร็จตามเป้าหมายส่วนบุคคล

2. ทฤษฎีการอ้างอิงกลุ่มความพึงพอใจในงานสัมพันธ์ในทางบวก และคุณลักษณะตามปรารถนาของกลุ่ม สมาชิกให้กลุ่มเป็นแนวทางในการประเมินผลการทำงาน การวัดความพึงพอใจที่มีต่อบริการ ความพึงพอใจที่มีการบริการและเกิดผลได้หรือไม่นั้นต้องพิจารณาถึงลักษณะของการให้บริการขององค์การประกอบด้วยระดับความรู้สึกของผู้ใช้บริการในด้านต่างๆ ของแต่ละบุคคล

จากแนวความคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า แต่ละบุคคลนั้นล้วนมีความต้องการ ไม่ว่าจะเป็นความต้องการทางด้านร่างกาย จิตใจ ความปลอดภัย ความสำเร็จ และความต้องการทางสังคม การที่บุคคลนั้นได้รับการตอบสนองในสิ่งที่ตนต้องการก็จะเกิดเป็นความพอใจต่อสิ่งนั้นๆ

7.3 การวัดความพึงพอใจ

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึง การวัดความพึงพอใจ ดังนี้

รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์ (2533) ได้เสนอวิธีการวัดความพึงพอใจที่ใช้ในการศึกษาหลายวิธี ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ (interview) เป็นการเก็บข้อมูลโดยมีผู้สัมภาษณ์ไปค้นหาความจริงโดยสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้คำตอบ ซึ่งการสัมภาษณ์นั้นมี 2 ประเภท

1.1 แบบมีโครงสร้าง (structured interview) เป็นการสัมภาษณ์โดยที่ผู้สัมภาษณ์จะทำการสัมภาษณ์ตามคำถามที่ได้สร้างขึ้นและพิมพ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์

1.2 แบบไม่มีโครงสร้าง (unstructured interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการตั้งค่าถามกำหนดไว้แน่นอน

2. การสังเกต (observation) เป็นการใช้สายตาเฝ้าดูหรือศึกษาเหตุการณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ โดยผู้สังเกตการณ์เพื่อให้เข้าใจลักษณะธรรมชาติและความเกี่ยวข้องกันระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ของเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้นๆ การสังเกตมี 2 ประเภท คือ

2.1 การสังเกตทางตรง (direct observation) เป็นการสังเกตการณ์ที่ผู้สังเกตการณ์สัมผัสกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยตรงด้วยตนเอง

2.2 การสังเกตทางอ้อม (indirect observation) เป็นการสังเกตการณ์ที่ผู้สังเกตการณ์ไม่ได้เฝ้าดูหรือศึกษาเหตุการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้น โดยตรงแต่จะดูหรือศึกษาจากที่ได้บันทึกมา เช่น จากภาพยนตร์โทรทัศน์เทปบันทึกภาพ (score card) เป็นต้น

3. แบบสอบถาม (questionnaire) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยชุดของข้อคำถามที่ต้องการให้กลุ่มตัวอย่างตอบ โดยกาเครื่องหมายหรือเขียนตอบ นิยามถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงความคิดเห็นของบุคคล โดยทั่วไปนิยมใช้ 3 รูปแบบ ได้แก่

3.1 แบบสอบถามชนิดปลายเปิด (opened form) คือ แบบสอบถามที่เป็นข้อคำถามที่ไม่ได้กำหนดคำตอบไว้ให้เลือกตอบแต่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบ โดยใช้คำพูดของตนเองตอบมักใช้เวลามากสรุปผลได้ยาก

3.2 แบบสอบถามชนิดปลายปิด (closed form) เป็นคำถามที่มีคำตอบให้ผู้ตอบเขียนเครื่องหมายถูกลงหน้าข้อความหรือช่องที่ตรงกับข้อเท็จจริงซึ่งมีหลายรูปแบบคือ

3.2.1 แบบตรวจสอบรายการ (checklist) แบบให้เลือกตอบที่ตรงกับความเป็นจริงหรือความคิดเห็นของตนคำตอบเดียวสองคำตอบหรือหลายคำตอบ

3.2.2 แบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) โดยให้ผู้ตอบเลือกตอบตามระดับความคิดเห็นของตนเอง

3.2.3 แบบจัดอันดับ (ranking) มีคำตอบให้ใส่ลำดับความสำคัญหรือความชอบต่อคำตอบแต่ละข้อนั้น

3.2.4 แบบเดิมคำสั้น (completion) เป็นการเดิมคำสั้นๆ ตามที่เฉพาะเจาะจง ในกรอบที่กำหนดไว้

3.3 แบบสอบถามชนิดรูปภาพ เป็นการเลือกคำตอบที่เป็นรูปภาพแทนการเลือกคำตอบที่เป็นข้อความ

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2539) ได้เสนอวิธีการวัดความพึงพอใจไว้ ดังนี้

1. การสังเกต (observation) เป็นการวัดโดยคอยสังเกตพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออก ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้วนำข้อมูลไปอนุมานว่าบุคคลมีเจตคติต่อสิ่งนั้นๆ อย่างไร

2. การรายงานตนเอง (self-report) เป็นการวัดโดยการให้บุคคลเล่าความรู้สึกที่มี ต่อสิ่งนั้นออกมา จากการเล่านี้สามารถที่จะกำหนดค่าของคะแนนความพึงพอใจ

3. วิธีการสัมภาษณ์ (interview) เป็นการซักถามกลุ่มบุคลที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา แต่บางครั้งอาจไม่ได้ความจริงตามที่คาดหวังไว้ เพราะบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่างอาจไม่ยอมเปิดเผยความรู้สึกที่แท้จริง

4. เทคนิคจินตนาการ (projective techniques) วิธีนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าผู้สอบ เมื่อผู้สอบเห็นภาพแปลกๆ ก็จะเกิดจินตนาการออกมาแล้วนำมาตีความหมายจากการตอบนั้นๆ ก็พอจะวัดเจตคติได้ว่าพอใจหรือไม่

5. วิธีการวัดทางสรีระ คือ ใช้เครื่องมือ เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย การวัดทางสรีระนี้สามารถกระทำได้โดยการวัดการต้านกระแสไฟฟ้าของผิวหนัง การขยายของลูกนัยน์ตา การวัดฮอร์โมนบางชนิด

6. การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีที่แพร่หลายอีกวิธีหนึ่ง

สมศักดิ์ คงเที่ยง และ อัญชลี โพธิ์ทอง (2542) ได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจอาจกระทำได้หลายวิธี ดังนี้

2. การใช้แบบสอบถาม เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยการขอความร่วมมือจากกลุ่มบุคคลที่ต้องการวัดแสดงความคิดเห็นลงในแบบฟอร์มที่กำหนดคำตอบไว้ให้เลือกตอบหรือเป็นคำตอบ

อิสระ โดยคำถามที่ถามถึงความพึงพอใจในด้านต่างๆ ที่หน่วยงานกำลังให้บริการอยู่ เช่น ลักษณะการให้บริการ สถานที่ ระยะเวลาที่ให้บริการ บุคคลที่ให้บริการ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่วัดถึงระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจผู้ตอบคาถามให้ตรงกับข้อเท็จจริง วิธีนี้ประหยัดและมีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่ง

3. การสังเกต ทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการโดยวิธีการสังเกตดูพฤติกรรมก่อนมารับบริการ ขณะรับบริการ และหลังจากรับบริการแล้ว เช่น สังเกตสีหน้า ท่าทางการพูด การวัดความพึงพอใจวิธีนี้ต้องทำอย่างจริงจังจึงจะสามารถประเมินถึงความพึงพอใจของผู้มารับบริการได้อย่างถูกต้อง จะเห็นได้ว่าการวัดความพึงพอใจต่อการรับบริการนั้นสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความสะดวกความเหมาะสม ตลอดจนจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของการวัดด้วย จะส่งผลให้การวัดนั้นมีประสิทธิภาพหรือน่าเชื่อถือได้

ปริญญา จเรรัชต์ และคณะ (2546) กล่าวว่ามาตรวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถามโดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระคำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่างๆ เช่นการบริการการบริหารและเงื่อนไขต่างๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่งซึ่งต้องอาศัยเทคนิค และวิธีการที่ดีที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

3. การสังเกตเป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

สมชาย รัตนทองคำ (2554) ได้กล่าวถึง แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า แบบสอบถามเป็นชุดของคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ความรู้สึก ความเชื่อ และความสนใจต่างๆ ในทางการศึกษามักนิยมใช้วัดและประเมินผลด้านจิตพิสัยได้แก่ มาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) เป็นเครื่องมือที่ใช้ได้ทั้งให้ผู้ถูกวัดประเมินตนเองและผู้อื่นประเมิน การตอบกระทำโดยให้ผู้ตอบหรือผู้สังเกตประเมินค่าของคุณลักษณะออกมาเป็นระดับต่างๆ มากน้อยตามปริมาณหรือความเข้มของความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออก มาตราส่วนประมาณค่ามีหลายลักษณะ ที่นิยมใช้และสร้างได้ง่ายคือมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (likert

rating scale) และมาตราส่วนประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรเชียล (semantic differential rating scale)

1. มาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (likert rating scale) ลักษณะของมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

1.1 ส่วนที่เป็นข้อความคำถามหรือสถานการณ์ที่กำหนด มักจะมีลักษณะสอบถามความคิดเห็น ความรู้สึก หรือทัศนคติ หรือพฤติกรรมที่แสดงออกของบุคคลที่ต้องการวัด ซึ่งข้อความดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้งทางบวกหรือทางลบ เช่น กายภาพบำบัดมีประโยชน์สำหรับประชาชนระดับใด ขณะเดินท่านมีความรู้สึกปวดระดับใด เป็นต้น

1.2 ส่วนที่เป็นคำตอบ มักเป็นการกำหนดค่าระดับความรู้สึก ความคิดเห็น ทัศนคติ หรือพฤติกรรมที่แสดงออก แบบลิเคิร์ทจะกำหนดคำตอบเป็น 5 ระดับ ในระดับสนับสนุนถึงระดับไม่สนับสนุน ระดับเห็นด้วยถึงระดับไม่เห็นด้วย เป็นต้น ซึ่งมาตราส่วนลิเคิร์ท อาจใช้ตัวเลขแสดงการจำแนกระดับพฤติกรรมได้ 5 ระดับคือ 5, 4, 3, 2, 1 โดยให้ 5 หมายถึงความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกมาในระดับมาก และลดลงเรื่อย ๆ จนถึงระดับ 1 ซึ่งหมายถึงระดับน้อย

แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ทที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ข้อความที่สอบถามพฤติกรรมไม่ควรเป็นข้อความที่เกี่ยวข้องสำหรับบุคคลทั่วไป หรือเป็นหลักวิชาการมากเกินไป เพราะผู้ตอบจะไม่ใช้ความรู้สึกนึกคิดของตนเองในการตอบ แต่จะใช้ความจริงหรือสามัญสำนึกของคนทั่วไปตอบ ตัวอย่างเช่น การไม่รับผิดชอบผู้ป่วยของตนเองจัดเป็นการกระทำที่ถูกต้องระดับใด

2. ข้อความที่สอบถามไม่ควรยาวเกินไป

3. ควรใช้ภาษาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ต้องตีความ

4. ข้อความที่เป็นปฏิเสธ เพราะอาจทำให้เกิดการตีความหมายผิดไป

5. ไม่ควรใช้ข้อความที่ทุกคนตอบตรงกัน เพราะไม่มีประโยชน์ในการสอบถาม 6)มักนิยมเขียนส่วนที่เป็นคำตอบ 5 ระดับ เป็น 2 ลักษณะคือ ตัวเลข และข้อความ

2. มาตราส่วนประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรเชียล (semantic differential rating scale) มาตราส่วนประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียล มีองค์ประกอบ เป็น 2 ส่วนสำคัญคือ

2.1 ข้อความแสดงความรู้สึกคิดเห็นหรือพฤติกรรมของการแสดงออกของบุคคลที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นเป้าหมายของการวัด

2.2 คำคุณศัพท์หรือตัวเลขที่แสดงออกระดับของความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยทั่วไปคำคุณศัพท์ที่ใช้ในแต่ละข้อจะมีลักษณะเป็นความหมายตรงข้ามกัน โดยมีค่าหรือตัวเลขแสดงระดับพฤติกรรมตั้งแต่ระดับต่ำสุดไปถึงสูงสุด เช่น ยาก-ง่าย ชอบ-เกลียด ดี-เลว เป็นต้น

จากการวัดความพึงพอใจ สามารถสรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจ สามารถวัดได้หลากหลายวิธี ได้แก่ 1) การใช้แบบสอบถาม 2) การใช้วิธีสัมภาษณ์จะได้ข้อมูลที่เป็นจริงและละเอียดมากกว่าการใช้แบบสอบถาม และ 3) การใช้วิธีสังเกตอาจต้องใช้ระยะเวลานานกว่าวิธีอื่นๆ เพื่อที่จะได้มาซึ่งข้อมูลที่เป็นจริง การวัดความพึงพอใจขึ้นอยู่กับความสะดวก ความเหมาะสม ตลอดจนความมุ่งหมายของการวัด จึงจะส่งผลให้การวัดมีประสิทธิภาพน่าเชื่อถือ สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้วัดความพึงพอใจวัดโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 20 ข้อ โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (likert rating scale) โดยแบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ ได้แก่

5 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
4 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก
3 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง
2 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย
1 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

8. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

8.1 ความหมาย

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึง ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

Kemmis (1988) ได้ให้ความหมายว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยรูปแบบหนึ่งที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด (spiral of self-reflecting) โดยเริ่มต้นที่ ขั้นตอนการวางแผน (planning) การปฏิบัติ (action) การสังเกต (observing) และการสะท้อนกลับ (reflecting) เป็นการวิจัยที่จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

Mills (2003) ได้ให้ความหมายว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการที่ผู้ประกอบวิชาชีพ ได้แก่ ครู ผู้บริหาร ดำเนินการศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติงานของตน และหาวิธีปฏิบัติงานที่ต เพื่อพัฒนาผลการปฏิบัติงานของตนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพดีมากขึ้นกว่าเดิม

อาจเป็นการค้นหา วิธีการสอนที่ดี การวัดประเมินการเรียนรู้ที่ดี ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อมุ่งสู่งานที่คุณภาพและมี ประสิทธิภาพ

นงลักษณ์ วิรัชชัย และ สุวิมล ว่องวาณิช (2544) ได้กล้าวว่า การวิจัยปฏิบัติการ (action research) คือการวิจัยที่ครูเป็นผู้ลงมือปฏิบัติอย่างต่อเนื่องเพื่อแก้ปัญหาการเรียนการสอนที่ครูประสบในการปฏิบัติงานสอนในห้องเรียน โดยไม่มีจุดมุ่งหมายในการนำผลการวิจัยอ้างอิงไปยังประชากรกลุ่มอื่น บางครั้งจึงเรียกการวิจัยปฏิบัติการที่ครูทำนี้ว่าการวิจัยปฏิบัติการในห้องเรียน (classroom action research)

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ (2564) ได้กล่าวว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) เป็นการวิจัยที่เน้นการแสวงหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานในหน้าที่ของผู้วิจัย ดังนั้นการวิจัยในชั้นเรียน (classroom research) หรือการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) จึงถือเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบหนึ่งนั่นเอง แต่ผู้ที่มีหน้าที่ทำวิจัย คือ ครู อาจารย์ ที่ทำหน้าที่จัดการเรียนการสอนในทุกระดับ ทั้งในห้องเรียน หรือนอกห้องเรียนก็ได้

ชวลิต ชูกำแพง (2565) ได้กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการแก้ปัญหาการปฏิบัติในหน้าที่ของตนเอง ผ่านการวิเคราะห์สะท้อนผลการปฏิบัติงาน เป็นวงจรการทำงานที่อาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบอย่างมีส่วนร่วม ข้อสรุปที่สำคัญเกี่ยวกับความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 ประการ ได้แก่

1. การปฏิบัติงานของตนเอง (action) กล่าวคือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ เกี่ยวกับ ปัญหาการทำงานของตนเอง หรือการมีเป้าหมายใหม่เกี่ยวกับการทำงานของตน เช่น งานของครู ก็คือ เรื่องสภาพปัญหาในการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของเด็ก

2. การวิจัย (research) กล่าวคือ ในการทำงานปกติ อาจจะขาดการวางแผนรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ ทำให้การแก้ปัญหาไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ดังนั้นการวิจัยเชิงปฏิบัติการจำเป็นต้องออกแบบ การเก็บข้อมูล เช่น การบันทึกหลังการสอนของครู หรือใช้วิธีการต่าง ๆ อันนำไปสู่เป้าหมายการสอนของครู

3. การมีส่วนร่วม (participation) กล่าวคือ การทำงานที่ดีในแต่ละวงจรจำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนา ปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น ซึ่งกรณีตัวอย่างนี้ เช่น การสะท้อนผลจากกลุ่มเป้าหมายการวิจัย ซึ่งได้แก่นักเรียนของครูผ่านเครื่องมือ ที่ครูเตรียมการไว้ เช่น แบบสะท้อนการเรียนรู้ แบบบันทึกการเรียนรู้ ฯลฯ หรือการสะท้อนกลับจากผู้ร่วมวิจัย (participant) ซึ่งหมายถึงเพื่อนครูที่ร่วมสะท้อนผลเกี่ยวกับการเรียนการสอน ซึ่ง

สอดคล้องกับ นิยามของชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพที่ต้องเรียนรู้ด้วยกันกับเพื่อนครู (buddy teacher)

จากความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) เป็นการวิจัยที่ครูเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาและการพัฒนาอย่างต่อเนื่องผ่านการวิเคราะห์สะท้อนผลการปฏิบัติงานเป็นวงจร

8.2 ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) ได้เสนอลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษา (action research in education) ไว้อย่างน่าสนใจ ดังต่อไปนี้

1. เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือ (participation and collaboration) ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม ผู้ร่วมวิจัยทุกคนมีส่วนสำคัญและมีบทบาทเท่าเทียมกันในทุกกระบวนการของการวิจัย ทั้งการเสนอความคิดเชิงทฤษฎี การปฏิบัติ ตลอดจนการวางนโยบายการวิจัย

2. เน้นการปฏิบัติการ (action orientation) การวิจัยชนิดนี้ใช้การปฏิบัติเป็นสิ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา

3. ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ (critical function) กิจกรรมการวิเคราะห์ การปฏิบัติอย่างลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้ จะนำไปสู่การตัดสินใจที่สมเหตุสมผลเพื่อการปรับแผนการปฏิบัติการ

4. ใช้วงจรการปฏิบัติการ (the action research spiral) ตามแนวคิดของ Kimmis and McTaggart คือ การวางแผน (planning) ตลอดจน การปรับปรุงผล (re-planning) เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไปจนกว่าจะได้รูปแบบของการปฏิบัติงานที่เป็นที่พึงพอใจและได้เสนอเชิงทฤษฎีเพื่อเผยแพร่ต่อไป

องอาจ นัยพัฒน์ (2548) ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ 8 ประการ ดังต่อไปนี้

1. เกี่ยวข้องกับปัญหาทางด้านการปฏิบัติงาน (practical problem) ที่ผู้ปฏิบัติงานระดับล่างมักจะประสบในขณะทำงานอยู่ประจำหรือปฏิบัติหน้าที่อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในแต่ละวันมากกว่าการเกี่ยวข้องกับปัญหาทางด้านทฤษฎี (theoretical problem) ซึ่งได้รับการนิยามหรือกล่าวถึงโดยนักวิจัยบริสุทธิ์ในสาขาวิชาความรู้ใดๆ โดยเฉพาะ

2. มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อการทำความเข้าใจ (understanding) ต่อสภาพปัญหาที่เกี่ยวกับการปฏิบัติงานของครู ผู้บริหารการศึกษาอย่างลุ่มลึกและกระจ่างชัดภายใต้กระบวนการใคร่ครวญ

ตรวจสอบในลักษณะสะท้อนกลับของยุทธวิธีปฏิบัติที่นักวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ลงมือกระทำลงไปอย่างวิพากษ์วิจารณ์ (critically) อันจะนำไปสู่การได้แนวทางปฏิบัติการสำหรับใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทแวดล้อมมากยิ่งขึ้น สำหรับการดำเนินงานในลำดับต่อไป นอกจากนั้นยังมีจุดมุ่งหมายเพื่อการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานรวมทั้งสภาวการณ์เงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานมากกว่าการมีจุดมุ่งหมายเพื่อการสร้างสรรค์องค์ความรู้เชิงวิชาการอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นการเฉพาะ

3. มุ่งเน้นการตีความหมายเหตุการณ์ หรือสภาวการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้นตามความคิดเห็นหรือทัศนะของผู้ปฏิบัติงานหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับเหตุการณ์ หรือสภาวการณ์ของปัญหาดังกล่าวมากกว่าการอาศัยแนวคิดทฤษฎี กฎหรือหลักการของ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ทั้งนี้เพราะเชื่อว่าท่าทาง การกระทำ การติดต่อสื่อสารหรือพฤติกรรมใดๆ ของมนุษย์ ทั้งที่ปรากฏให้เห็นเด่นชัดหรือไม่เห็นเด่นชัดในเหตุการณ์หรือสภาวการณ์ของปัญหาหนึ่งๆ สามารถตีความหมายได้โดยการสรุปอ้างอิง (inference) จากแรงจูงใจ ความเชื่อ เจตนา หรือจุดมุ่งหมายของผู้แสดงพฤติกรรมประกอบเข้ากับบริบทแวดล้อมที่ก่อให้เกิดพฤติกรรมหรือการกระทำเหล่านั้นขึ้น เช่น บรรทัดฐาน ค่านิยม และกฎเกณฑ์ต่างๆ ทางสังคมเป็นสำคัญ โดยนัยดังกล่าวนี้แสดงว่า นักวิจัยไม่สามารถตีความหมายพฤติกรรมหรือการกระทำของบุคคลใดๆ ได้เลยถ้าปราศจากการพิจารณาบริบทแวดล้อมนั้นๆ มาประกอบด้วยพฤติกรรม

4. เสนอผลการวิจัยในรูปแบบเรียบง่าย การเสนอรายงานผลการศึกษาวิจัยในรูปแบบด้วยการเลือกใช้ถ้อยคำสำนวนในระดับเดียวกับผู้ปฏิบัติงาน โดยพยายามหลีกเลี่ยงคำศัพท์เฉพาะสาขาวิชา (technical term) และภาษาที่มีลักษณะค่อนข้างเป็นนามธรรม เพื่อทำให้ง่ายต่อการติดตามทำความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้คำอธิบายเกี่ยวกับผลการวิจัยตลอดจนกระบวนการวิจัยอื่นๆ สามารถตรวจสอบความตรง (validity) ได้จากการสนทนาแบบเป็นกันเองกับผู้ปฏิบัติงานหรือผู้มีส่วนร่วมหรือเกี่ยวข้องในทุกระยะของกระบวนการวิจัย

5. มุ่งเน้นการมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัย การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในทุกขั้นตอนจะต้องอยู่ภายใต้บรรยากาศการมีส่วนร่วม การร่วมมือร่วมใจ การเชื่อถือและไว้วางใจ การเป็นมิตร รวมทั้งความเป็นอิสระ และความเสมอภาคในการแสดงความคิดเห็น

6. ผ่อนคลายความเข้มงวดเกี่ยวกับระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการไม่ยึดติดอยู่ภายใต้กรอบการจัดกระทำทางการทดลองและการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนอย่างเคร่งครัดแบบตายตัวด้วยแบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research design) หรือ

วิธีการทางสถิติใดๆ (statistical control) แนวคิดพื้นฐาน ดังกล่าวนี้ไม่ได้หมายความว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการละเลยหรือมองข้ามความสำคัญของการศึกษาค้นคว้าด้วยการอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หากแต่ปรับวิธีการศึกษาค้นคว้า ด้วยวิธีการดังกล่าวให้กลมกลืนหรือสอดคล้องกับลักษณะของปัญหาสภาวการณ์ต่างๆ รวมทั้งบริบททางสังคมและวัฒนธรรมที่แวดล้อมปัญหาที่ต้องการแสวงหาความรู้ความจริง ด้วยเหตุนี้การวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยทั่วไปอาจเลือกใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณที่อาศัยแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi experimental design) หรือการวิจัยเชิงคุณภาพ

7. ไม่เน้นการสรุปอ้างอิงผลการศึกษาวิจัยข้ามไปยังบริบทอื่น การสรุปอ้างผล การวิจัยหรือการขยายผลการวิจัยให้ครอบคลุมไปยังห้องเรียน หรือโรงเรียนที่มีทำเลที่ตั้ง หรือบริบทอื่นๆ แตกต่างไปจากทำเล หรือบริบทที่ทำการวิจัยจริงมีลักษณะค่อนข้างจำกัดกว่าการวิจัยเชิงทดลองทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การสรุปอ้างอิงผลของการวิจัยที่ได้จากการวิจัยเชิงปฏิบัติการไม่สามารถอาศัยกฎของความครอบคลุม (covering law) ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความสัมพันธ์ หรือการอ้างอิงเชิงสาเหตุ (causal Relationships) ดังนั้นในทางปฏิบัติโดยทั่วไป การสรุปอ้างอิงผลของการวิจัยที่ได้จากการวิจัยเชิงปฏิบัติการจึงมีแนวโน้มกระทำได้เฉพาะในขอบเขตของสถานที่ บุคคล และเวลาที่ทำการศึกษาวิจัย อย่างไรก็ตามถ้าต้องการขยายผลของการวิจัยให้ครอบคลุมข้ามไปยังขอบเขตอื่นที่นอกเหนือก็สามารถกระทำได้ ถ้าปัจจัยที่เกี่ยวข้องในบริบทเหล่านั้นมีลักษณะคล้ายคลึงหรืออยู่ในสภาวการณ์ที่ใกล้เคียงกันรวมทั้งได้รับการยืนยันจากผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ประกอบด้วย

8. สร้างดุลยภาพและความเสมอภาคระหว่างทัศนะของบุคคลภายในและภายนอก นักวิจัยเชิงปฏิบัติการที่เป็นบุคคลภายใน (insider) และบุคคลภายนอก (outsider) ของสถานที่ทำการศึกษาวิจัยมีบทบาทสำคัญ 2 ประการ คือ บุคคลภายในมีบทบาทเป็นทั้งผู้ปฏิบัติงานตามหน้าที่ปกติและเป็นนักวิจัยปฏิบัติการในสถานที่ทำงานของตนเองในขณะที่บุคคลภายนอกมีบทบาทเป็นผู้เชี่ยวชาญผู้ให้คำปรึกษาทางวิชาการให้กับบุคคลภายในและเป็นนักวิจัยเชิงปฏิบัติการเช่นเดียวกับบุคคลภายในนักวิจัยเชิงปฏิบัติการทั้งที่เป็นบุคคลภายในและบุคคลภายนอกจะต้องปรับบทบาทของตนเองให้มีดุลยภาพทางแนวความคิด ความเชื่อ และการปฏิบัติอยู่เสมอในแต่ละสภาวการณ์ นอกจากนี้จะต้องสร้างความเสมอภาคทางความคิดเห็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจกรรมการวิจัย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความขัดแย้งทางความคิดหรือความสับสนระหว่างบทบาทเหล่านั้นในขณะปฏิบัติงานวิจัย

McNiff and Whitehead (2006) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญ 5 ประการของการวิจัยปฏิบัติทางการศึกษามีดังนี้

1. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการสร้างพลังอำนาจในการทำงาน ธรรมชาติของมนุษย์เมื่อต้องทำงานเดิมจะเกิดความเบื่อหน่าย ทุกคนควรได้รับโอกาสในการเปลี่ยนงานและบทบาทของตนเอง มีโอกาสวิจัยค้นคว้าแก้ปัญหางานของตนเองใหม่ตามความต้องการภายใต้เงื่อนไขที่ไม่ทำให้เกิดผลเสียหายต่อ หน่วยงาน เนื่องการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการพัฒนางานหรือแก้ปัญหาของตนเอง ดังนั้นตนเองจึงเป็นทั้งผู้วิจัยและเป็นผู้ใช้ผลการวิจัยนั้นผลที่เกิดขึ้นจะนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงการทำงานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

2. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับโลกความจริง เนื่องจากการวิจัยในปัญหาที่พบประสบจากการทำงานในโลกของความเป็นจริงในธรรมชาติความเป็นจริงในการทำงานมีความแตกต่างกันไปตามสภาพแต่ละบริบท ดังนั้นการวิจัยเชิงปฏิบัติการจึงเป็นการค้นหาวิธีการที่จะทำให้เกิดการแก้ไขปัญหาที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

3. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้ทำงานสามารถเข้าถึงได้ทุกคนควรได้รับการส่งเสริมให้กำหนดเป้าหมายการทำงานและใช้ที่ทำงานเป็นเสมือนห้องทดลองแนวคิด วิธีการใหม่ๆ ที่พัฒนาขึ้นโดยกระบวนการวิจัยเป็นการวิจัยในการทำงานจึงไม่มีผลกระทบต่อการละทิ้งงานของตน ผลของการวิจัยมีความหมายต่อผู้วิจัยที่ท้าทายให้คิดสะท้อนเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานก่อให้เกิดผลสำเร็จและนำไปสู่การเกิดชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการก่อให้เกิดการปฏิรูปการศึกษา เนื่องจากการวิจัยเชิงปฏิบัติการส่งเสริมให้ครูนักวิจัยค้นหาแนวคิดแนวทางในการแก้ปัญหาเป็นวัฒนธรรมการทำงานที่นำไปสู่การปฏิรูปการศึกษาได้

5. การวิจัยเชิงปฏิบัติการไม่ใช่การวิจัยตามกระแสอย่างไม่มีเหตุผล ครูที่ดีควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

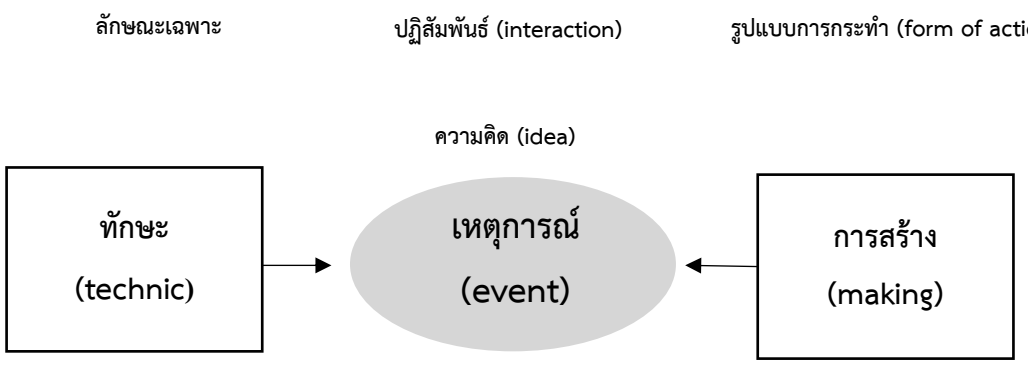
จากลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการพัฒนางานหรือแก้ปัญหาของตนเอง เป็นการค้นหาวิธีการที่จะทำให้เกิดการแก้ไขปัญหาที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด ผลของการวิจัยมีความหมายต่อผู้วิจัยที่ท้าทายให้คิดสะท้อนเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานก่อให้เกิดผลสำเร็จและนำไปสู่การเกิดชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

8.3 ประเภทของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

นักวิชาการทางการศึกษา ได้กล่าวถึง ประเภทของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

Grundy (1988) ได้กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการสามารถแบ่งตามกระบวนทัศน์ได้ 3 แบบ ดังนี้

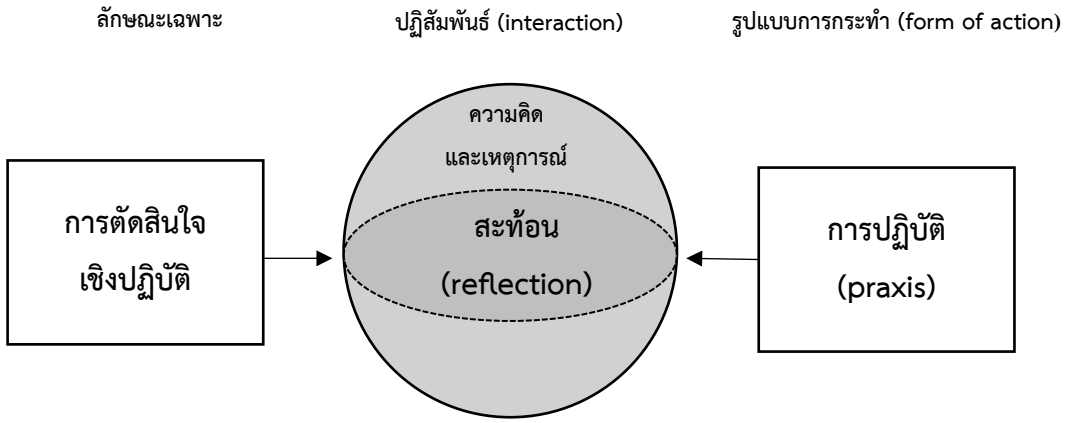
1. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเชิงเทคนิค (technical action research) เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ได้รับอิทธิพลมาจากกระบวนทัศน์ปฏิฐานนิยม (positivist research paradigms) ที่ให้ความสำคัญ กับความรู้และข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตและทดลองซ้ำ จนสามารถยืนยันข้อสรุป (generalizations) เป็นการวิจัยแบบบนลงล่างที่มีผู้ร่วมวิจัยเป็นผู้ถูกกระทำหรือผู้ตาม (passive/follower) กล่าวคือผู้วิจัยจะสร้างรูปแบบการปฏิบัติที่สอดคล้องเหมาะสมกับสภาพการณ์ที่เป็นอยู่และเป็นรูปแบบการปฏิบัติที่ดี และดำเนินการโดยบุคคลหรือกลุ่มคนที่มีประสบการณ์สูงหรือเป็นผู้เชี่ยวชาญ การปฏิบัติมุ่งโดยตรงไปที่ผลการวิจัยแต่ในขณะเดียวกันผู้ปฏิบัติการวิจัยเองเป็นผู้ส่งเสริมให้เกิดการมีส่วนร่วมแบบเป็นกันเอง ในกระบวนการของการปรับปรุงการวิจัยแบบนี้มีผลทำให้เกิดการสะสมของการทำนายความรู้ความสำคัญอยู่ที่การตรวจสอบความตรงและการทำให้ทฤษฎีที่มีอยู่ละเอียดมากขึ้น และให้ความสำคัญกับการนำทฤษฎีสู่การปฏิบัติที่จะก่อให้เกิดผลผลิตที่ต้องการ



รูปที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการเชิงเทคนิค Grundy (1988)

2. การวิจัยเชิงปฏิบัติการที่เกิดจากประสบการณ์การปฏิบัติ (practical action research) เป็น การวิจัยที่ผู้วิจัยอยู่ในฐานะผู้ปฏิบัติงานกับผู้เกี่ยวข้องช่วยกันกำหนดปัญหา และแสวงหาวิธีการต่างๆ ในการปรับปรุงการทำงาน โดยใช้สติปัญญาของผู้ร่วมปฏิบัติงานเป็นสำคัญ เป้าหมายสำคัญของนักวิจัย แบบประสบการณ์การปฏิบัติ คือ เข้าใจการปฏิบัติงานและแก้ปัญหาเฉพาะหน้า โดยเน้นที่การตัดสินใจของ ผู้วิจัยเองที่มุ่งเพื่อให้เกิดสิ่งดีๆ กับงานของตนและผู้เกี่ยวข้อง โดยได้รับอิทธิพลจากกระบวนทัศน์การวิจัย เชิงวิพากษ์ อาศัยมุมมองผสมผสานกันระหว่างการเข้าใจเชิงตีความ (interpretive understanding) กับการอธิบายเชิงสาเหตุ (causal explanation) โดยมีการวิจารณ์

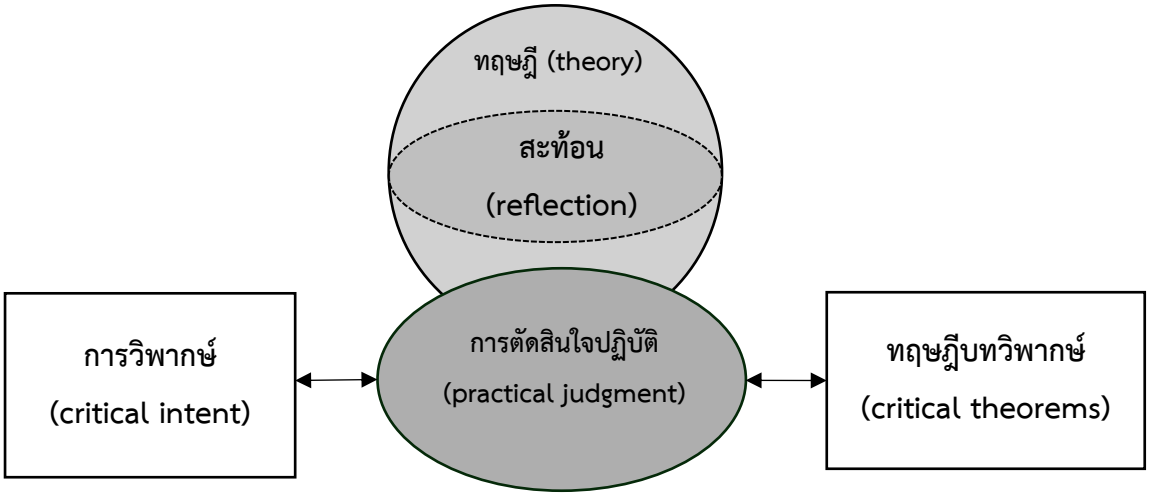
ที่มีแนวความคิดมาจากการวิจารณ์ และการสะท้อนตนเอง การเข้าใจถึงทฤษฎีบทเชิงวิพากษ์อย่างแท้จริง จะทำให้ผู้ปฏิบัติมีความเข้าใจในการ ปฏิบัติงานของกลุ่มผู้วิจัยเองได้จริง



รูปที่ 5 กรอบแนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่เกิดจากประสบการณ์การปฏิบัติ Grundy (1988)

3. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเชิงวิพากษ์ (emancipatory action research) การวิจัยประเภทนี้ได้รับอิทธิพลจากกระบวนทัศน์การวิจัยเชิงวิพากษ์เป็นการผสมผสานแนวคิดการเข้าใจความเชิงวิเคราะห์ (interpretive understanding) กับการอธิบายเชิงสาเหตุ (causal explanation) โดยมีแนวคิดจากการวิจารณ์และสะท้อนตนเอง การเข้าใจทฤษฎีบทเชิงวิพากษ์จะทำให้ผู้ปฏิบัติมีความเข้าใจความคิดในการพัฒนาอย่างถูกต้อง และนำไปใช้ในการพัฒนาได้ การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบนี้มีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความเข้าใจ เกี่ยวกับการปฏิบัติงานของกลุ่มวิจัยเอง โดยใช้หลักเหตุผลและความเสมอภาค ปัญหาถูกนิยามโดยผู้ปฏิบัติ ผู้วิจัยทำหน้าที่ประสานความร่วมมือไปพร้อมๆ กับผู้ปฏิบัติมีส่วนร่วมและความรับผิดชอบเท่าเทียมกับผู้ปฏิบัติ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



รูปที่ 6 กรอบการพัฒนาทฤษฎีบทเชิงวิพากษ์ Grundy (1988)

Calhoun (1993) ได้แบ่งประเภทของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ออกเป็น 3 แบบ ดังต่อไปนี้

1. การวิจัยของครูแบบทำคนเดียว (individual teacher research) เป็นการวิจัยที่เน้นการเปลี่ยนแปลงในห้องเรียนใดห้องเรียนหนึ่งโดยครูกำหนดปัญหาในห้องเรียนที่ต้องการแก้ไขและหาแนวทางแก้ไขนักเรียนอาจไม่มีส่วนในการช่วยกำหนดทางเลือกต่างๆ หากจะมีผู้ปกครองมาเกี่ยวข้องด้วยในการทำวิจัยก็จะเป็นผู้ให้ข้อมูลมากกว่า

2. การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบร่วมมือ (collaborative action research) เป็นการวิจัยที่ทำเป็นกลุ่ม ผู้วิจัยมีจำนวน 1-2 คนขึ้นไปประกอบด้วยครู ผู้บริหาร และนักวิชาการจากมหาวิทยาลัยหรือบุคลากรอื่นๆ มีจุดมุ่งหมายเน้นที่ปัญหาและการเปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดขึ้นในห้องเรียน กระบวนการวิจัยจะเหมือนกับกระบวนการทำวิจัยคนเดียว

3. การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบทำทั้งโรงเรียน (school wide action research) เป็นการวิจัยที่คณะทำงานเป็นผู้ปฏิบัติในโรงเรียนมีการทำงานโดยเลือกปัญหาวิจัยที่สนใจร่วมกัน มีการรวบรวมข้อมูล การจัดระบบ และการแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากโรงเรียนหรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง กระบวนการวิจัยเป็นแบบวงจรต่อเนื่องที่มีหน้าที่เหมือนการประเมินความก้าวหน้ามีจุดมุ่งหมายเน้นที่การปรับปรุงโรงเรียน ได้แก่

3.1 การค้นหาวิธีปรับปรุงโรงเรียนเพื่อแก้ปัญหา

3.2 พยายามปรับปรุงการทำงานเพื่อให้เกิดความเท่าเทียมกันแก่นักเรียนและเพิ่มขอบข่ายของสาระในการสืบค้นแนวทางแก้ปัญหา

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2543) ได้สังเคราะห์รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการจากแนวคิดของ Miller (2000), Freeman (1998), Bennet, Foreman-Pack and Higgins (1996), Stringer (1966), Robinson (1994) จำแนกการวิจัยปฏิบัติการออกเป็น 4 รูปแบบ คือ

1. การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) เป็นการวิจัยที่ทำโดยครู เพื่อแสวงหาวิธีการแก้ไขปัญหา และพัฒนาการปฏิบัติงานหรือการเรียนการสอนในชั้นเรียนของตน

2. การวิจัยปฏิบัติการแบบรวมพลัง (collaboration action research) เป็นงานวิจัยที่ดำเนินการโดยครูหลายคนร่วมกันทำวิจัยเพื่อแก้ปัญหาในชั้นเรียนหลาย ๆ ชั้น หรือแผนกวิชา หรือภาควิชา คณะนักวิจัยเกิดจากการรวมตัวกันของครูที่มีความชำนาญเฉพาะต่างกัน มาร่วมมือกันทำวิจัยโดยมีจุดมุ่งหมายเดียวกัน

3. การวิจัยปฏิบัติการระดับโรงเรียน (schoolwide action research) เป็นการวิจัยที่ดำเนินงานโดยผู้บริหารโรงเรียนและบุคลากรทางการศึกษาของโรงเรียน อาจรวมหน่วยงานนอกโรงเรียนด้วย มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาโรงเรียนและสภาพแวดล้อมในโรงเรียน

4. การวิจัยยิ่งชุมชน (community-based action research) เป็นการวิจัยที่อาศัยความร่วมมือระหว่างโรงเรียนกับชุมชน โดยอาศัยพลังของชุมชนที่จะระดมทรัพยากรจากทุกแหล่งมาพัฒนาชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ

สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม (2544) กล่าวว่ารูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นลักษณะโปรแกรมการวิจัย (research program) แบบการวิจัยและพัฒนา (research and development) โดยเน้น สาระความรู้ที่เป็นประโยชน์ในการเข้าใจสภาพปัญหาและวิธีการแก้ไขโปรแกรมการวิจัยที่มีระยะการ วิจัยอย่างน้อย 3 ระยะ คือระยะที่ 1 เป็นการวิจัยเพื่อวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน ปัญหาของการเรียนและ การจัดการเรียนการสอนการวิจัยในระยะนี้ครูควรมองภาพเป้าหมายของการพัฒนา ซึ่งอาจมีลักษณะ เป็นขั้นหรือเส้นพัฒนาการของผู้เรียนในด้านต่างๆ ให้ชัดเจนความรู้ส่วนนี้มาจากการศึกษาเอกสาร หลักสูตรคู่มือการสอนและแบบเรียนต่างๆ การวิเคราะห์สภาพปัจจุบันอาจใช้การสำรวจปัญหาโดยใช้ ข้อมูลทุติยภูมิในระบบข้อมูลของห้องเรียนและในโรงเรียนนอกจากนี้อาจทำการศึกษา (case study) นักเรียนกลุ่มต่างๆ ที่น่าสนใจ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องอันจะนำไปสู่ทางเลือกต่างๆ ในการแก้ปัญหา ระยะที่ 2 เป็นการวิจัยเพื่อทดลองวิธีการพัฒนาหรือนวัตกรรมทางการเรียนการสอนจากผลการวิจัยใน ระยะที่ 1 ในระยะนี้นักวิจัยจะสร้างวิธีการและเครื่องมือหรือนวัตกรรมที่จะใช้ในการพัฒนาแล้ว ทำการศึกษาคุณภาพของวิธีการหรือนวัตกรรมดังกล่าว 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกเป็นการศึกษาคุณภาพโดยการพัฒนาความเหมาะสมตามเหตุผลซึ่งอาจขอความ

ร่วมมือจากเพื่อนครู ศึกษานิเทศก์ และผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นพิจารณาความเหมาะสม ลักษณะที่ 2 เป็นการทดลองใช้สอนนักเรียน ซึ่งการสอนมักจะเป็นแบบอนุกรมเวลา (time series design) และระยะที่ 3 เป็นระยะที่ครูนักวิจัยต้องการพิสูจน์ความจริงที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้นเกี่ยวกับผลหรือวิธีการหรือนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นมาต่อการเรียนของนักเรียน ขั้นนี้ครูจะทำการวิจัยเชิงทดลองโดยจะมีกลุ่มควบคุมและมีการควบคุมตัวแปรกแทรกซ้อนต่างๆ ให้มากขึ้น เพื่อให้ผลการพิสูจน์มีความตรงภายในและความตรงภายนอกมากยิ่งขึ้น

สุวิมล ว่องวานิช (2548) ได้นำเสนอรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการซึ่งประกอบด้วย 2 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบเป็นทางการ (formal research) เป็นงานวิจัยที่มีแบบแผนการวิจัยเคร่งครัด มีลักษณะการดำเนินงานและการนำเสนอเหมือนงานวิจัยเชิงวิชาการ (academic research) ของนักวิจัยมืออาชีพรูปแบบการนำเสนอรายงานผลการวิจัยที่กำหนดชัดเจนส่วนใหญ่จำแนกเนื้อหาสาระออกเป็น 5 บท

2. รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบไม่เป็นทางการ (informal research) เป็นงานวิจัยที่ไม่ยึดแบบการวิจัยอย่างเคร่งครัดเหมือนการวิจัยเชิง วิชาการมุ่งเน้นตอบคำถามวิจัยมากกว่าการยึดรูปแบบการวิจัยแบบเป็นทางการ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยก็พยายามใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้วจากการเรียนการสอนปกติการนำเสนอผลการวิจัยครอบคลุมเพียง ประเด็นสำคัญที่ผู้วิจัยต้องการนำเสนอ การวิจัยแบบนี้บางครั้งพบว่ามีการรายงานผลเพียง 1-2 หน้า

จากประเภทของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย 2 รูปแบบหลักๆ คือ 1) รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบเป็นทางการ (formal research) และ 2) รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบไม่เป็นทางการ (informal research)

8.4 รูปแบบวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

นักวิชาการทางการศึกษา ได้พัฒนากระบวนการดำเนินวิจัยเชิงปฏิบัติการหลายรูปแบบ ดังนี้

รูปแบบวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kurt Lewin

Lewin (1948) ได้อธิบายขั้นตอนของการดำเนินการว่า มีลักษณะเป็นขั้นบันไดเวียน (spiral of steps) ซึ่งในแต่ละวงจรจะประกอบด้วยขั้นตอนการวางแผน (planning) การปฏิบัติ (action) การค้นหาข้อเท็จจริงและผลของการปฏิบัติ (fact-finding about the result of the action) ซึ่งเป็นแบบพื้นฐานของวิจัยเชิงปฏิบัติการในยุคถัดมา รูปแบบการวิจัยปฏิบัติของ Lewin มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดความคิดทั่วไปหรือความคิดริเริ่ม (identifying a general or initial idea) หรือประเด็นปัญหาที่ต้องการพัฒนา เป็นการเริ่มต้นด้วยการพิจารณาว่าจะปรับปรุงส่วนไหนในการทำงาน โดยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้มีส่วนในการคิดวิเคราะห์ว่าอะไรเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขหรือพัฒนา ในการเริ่มต้น จะเน้นการตัดสินใจร่วมกันบนพื้นฐานความเป็นไปได้

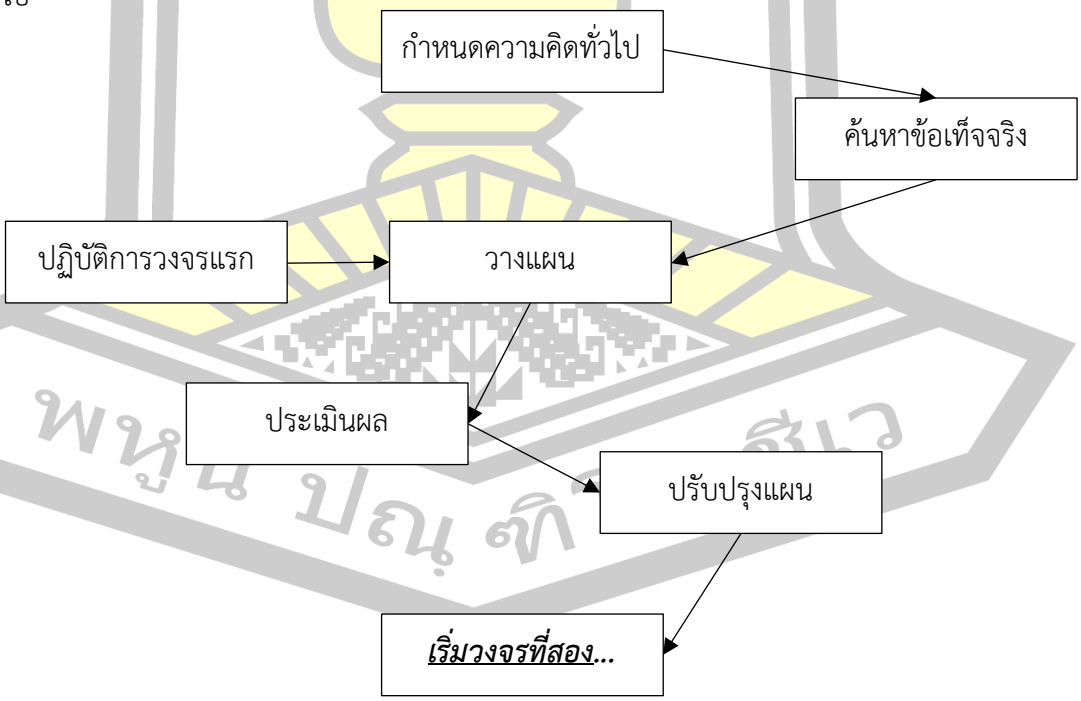
ขั้นที่ 2 ตรวจตราหรือค้นหาข้อเท็จจริง (reconnaissance or fact finding) เป็นการตรวจสอบ เพื่อความรอบคอบให้ทราบข้อเท็จจริงของปัญหา อันจะนำไปสู่การวางแผนเพื่อแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การวางแผน (planning) โดยผู้วิจัยต้องพิจารณาอย่างรอบคอบว่าวิธีการนั้นสามารถปฏิบัติได้จริง จากนั้นจึงวางแผนในการปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการในวงจรแรก (take first step) เป็นการเริ่มต้นดำเนินการเพื่อแก้ไขปรับปรุง การทำงาน ซึ่งเมื่อดำเนินการผู้วิจัยจะได้รับข้อมูล ข้อเท็จจริงใหม่ เพื่ออธิบายและประเมินผลการปฏิบัติ ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (evaluate) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติงาน และประเมินผลการปฏิบัติ ในขั้นนี้กลุ่มเป้าหมายและผู้ร่วมวิจัยทุกคนต้องมีการสะท้อนกลับข้อมูลที่น่าสนใจอย่างชัดเจน เพื่อจะนำ ข้อมูลสารสนเทศมาปรับปรุงแผนปฏิบัติในขั้นต่อไป

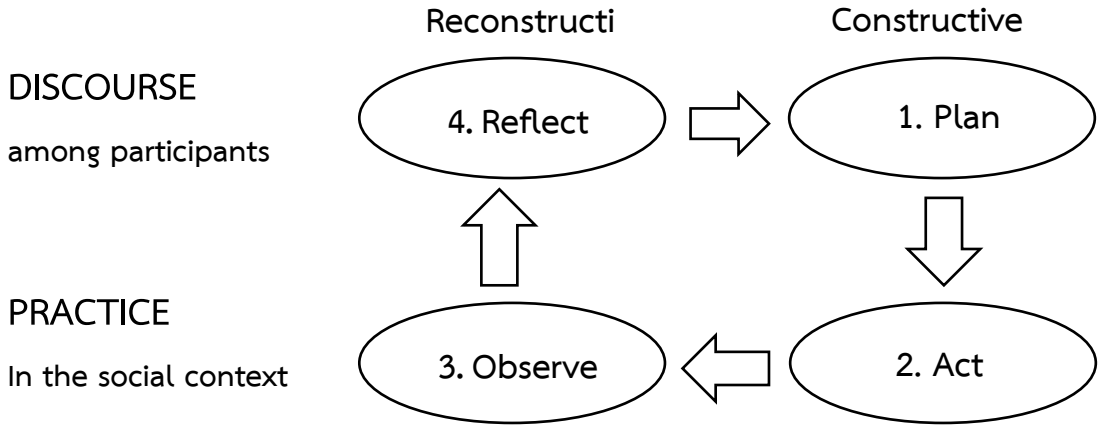
ขั้นที่ 6 ปรับปรุงแผน (amended plan) ปรับปรุงแผนเพื่อจะนำไปวางแผนปฏิบัติในขั้นต่อไป



รูปที่ 7 วงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kurt Lewin (1948)

รูปแบบวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Carr and Kemmis

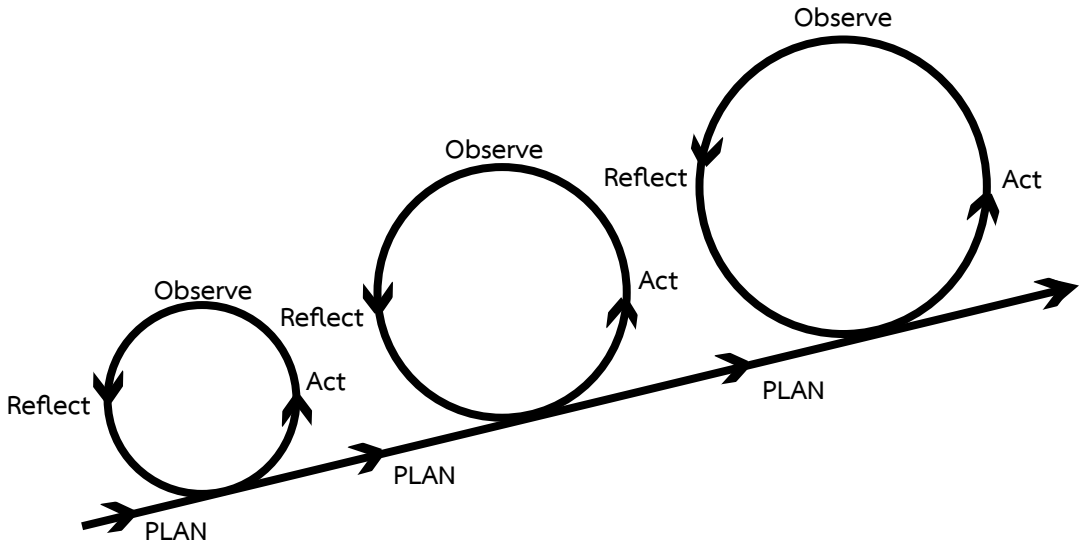
Carr and Kemmis (1986) ได้นำเสนอวงจร P-A-O-R สำหรับการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นวงจรการวิจัยต่อเนื่องกันไป ลักษณะการดำเนินงานของวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะเริ่มต้นจากวงจรการวิจัยที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการวางแผน (p) ขั้นปฏิบัติการ (a) ขั้นการสังเกต (o) และขั้นการสะท้อนผล (r) เป็นวงจรจนกว่าปัญหาได้รับการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ตามเป้าหมายที่นักวิจัยต้องการ



รูปที่ 8 รูปแบบวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Carr and Kemmis (1986)

Kemmis (1988) ได้ปรับและนำเสนอวงจร P-A-O-R สำหรับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นวงจรการวิจัยต่อเนื่องกันไป ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการวางแผน (p) ขั้นปฏิบัติการ (a) ขั้นการสังเกต (o) และการคิดสะท้อน (r) จากนั้นจะเริ่มเข้าวงจรการวิจัยที่ 2 สืบเนื่องต่อกันไปจนกว่าปัญหาได้รับการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



รูปที่ 9 วงจร P-A-O-R สำหรับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ Kemmis (1988)

แนวคิดของ Kemmis ในแต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไป จนกว่าจะได้รูปแบบของการปฏิบัติงานที่เป็นที่พึงพอใจ ดังนี้

1. การวางแผน (plan) เริ่มต้นด้วยสำรวจปัญหาร่วมกันระหว่างบุคคลภายในโรงเรียน เพื่อให้ได้ปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้แก้ไขตลอดจนการแยกแยะรายละเอียดของปัญหานั้นเกี่ยวกับลักษณะของปัญหาเกี่ยวข้องกับโครการกำหนดแนวทางการปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติตามแผนภายใต้การมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้อง หรือจากการศึกษาถึงเหตุการณ์ในอดีตของผู้วางแผนปฏิบัติภายใต้การตระหนักถึงปัจจัยสนับสนุน หรือขัดขวางความสำเร็จในการปฏิบัติ โดยคำนึงถึงความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนการปฏิบัติ

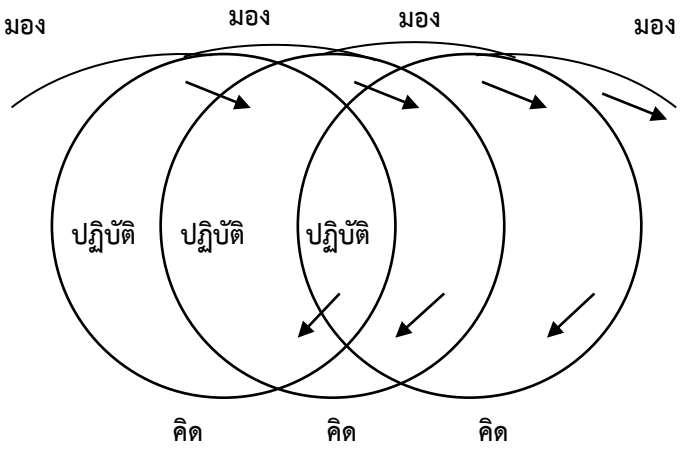
2. การปฏิบัติ (act) เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดเป็นกิจกรรมในขั้นวางแผนมาดำเนินการอย่างระมัดระวังในการปฏิบัติจริงอาจมีเหตุการณ์ที่ทำให้การปฏิบัติไม่เป็นไปตามแผนจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ วิจารณ์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกันของทีมงานประกอบไปด้วยเพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงแผน ฉะนั้นแผนที่กำหนดควรจะมีความยืดหยุ่นเปิดช่องให้ผู้ปฏิบัติสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขปัจจัยที่เป็นจริง ในขณะนั้นการปฏิบัติที่ดีจะต้องมีการดำเนินการต่อเนื่องเป็นระบบภายใต้ดุลยพินิจการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรดำเนินการตามแผน สิ่งใดควรปรับเปลี่ยน ซึ่งในการปฏิบัติอาจเกิดสมมติฐานชั่วคราว (working hypothesis) เกิดขึ้นได้ ซึ่งสมมติฐานดังกล่าวอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาผ่านไป

3. การสังเกต (observe) เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วยความรอบคอบ ซึ่งสิ่งที่เกิดขึ้นอาจเป็นสิ่งทั้งที่คาดหวังและไม่คาดหวัง โดยอาศัยเครื่องมือการเก็บข้อมูลเข้าช่วยตลอดจนการสังเกตการณ์ปัจจัยสนับสนุนปัจจัยขัดขวางการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ โดยการสังเกตที่ดีจะต้องมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าโดยมีขอบเขตไม่กว้างหรือแคบจนเกินไป เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการสะท้อนกลับ ผลการปฏิบัตินักวิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องมีความยืดหยุ่นไวต่อเหตุการณ์ต่างๆ พร้อมที่จะรับรู้และเข้าใจ

4. การสะท้อนผล (reflect) คือ การประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาหรือสิ่งที่เป็นข้อจำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มผู้เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่างๆ ใช้การคิดไตร่ตรองในเชิงวิพากษ์กระบวนการ และผลการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยใคร่ครวญถึงความสัมพันธ์กับสภาพของสังคมและสิ่งแวดล้อมของโรงเรียนและของระบบการศึกษาที่ประกอบการอยู่ โดยผ่านการถกอภิปรายปัญหา การประเมินโดยกลุ่มจะทำให้ได้แนวทางของการพัฒนาการดำเนินกิจกรรม และเป็นข้อมูลที่นำไปสู่การปรับปรุงและการวางแผนการปฏิบัติในวงจรต่อไป

รูปแบบวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Stringer

Stringer (1999) ได้แบ่งกระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) การพินิจพิเคราะห์ (มอง) 2) การคิดวิเคราะห์ (คิด) และ 3) การปฏิบัติการ (ปฏิบัติ)



รูปที่ 10 รูปแบบวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Stringer (1999)

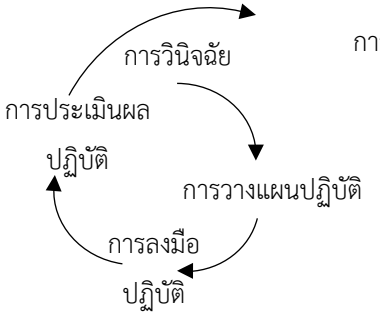
กิจกรรมหลักทั้ง 3 ขั้นตอนนี้ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นวัฏจักรซ้ำกันหลายรอบ (recycling set of activities) การดำเนินกิจกรรมการวิจัยในขั้นตอนแรกมีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อช่วยให้บุคคลทุก

ฝ่ายที่มีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยได้เข้าใจสภาพปัญหา ปัจจัยสนับสนุน และปัจจัยอุปสรรค การปรับปรุงแก้ไขปัญหาและบริบทอื่นๆ ปัญหาที่ต้องการแก้ไขอย่างถ่องแท้และชัดเจน เพื่อที่จะได้คิดหาหนทางที่จะนำไปสู่การบรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าวนี้ นักวิจัยที่เป็นบุคคลภายนอกจะเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการทำการวิจัย บุคคลภายในองค์กรหรือชุมชนทำหน้าที่นิยามปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดจนพรรณนารายละเอียดเกี่ยวกับบริบทแวดล้อมองค์กรหรือชุมชน และสภาวการณ์เงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นอกจากนี้ยังร่วมมือกันเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและบริบทแวดล้อม โดยใช้วิธีการสังเกตการณ์ สัมภาษณ์ หรือการศึกษาเอกสาร ส่วนการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนที่ 2 ได้แก่ การตีความและวิเคราะห์ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้จากขั้นตอนแรก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความชัดเจนและขยายความเข้าใจเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อลงมือปฏิบัติการแก้ไขปัญหาให้สำเร็จลุล่วงไปตามที่ได้คิดวิเคราะห์ไว้โดยมีการประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นกลยุทธ์สำคัญ เพื่อการระบุความสำเร็จของการแก้ไขปัญหาว่าอยู่ในระดับใด มีประเด็นใดบ้างที่จะต้องทำการแก้ไขในวงจรรอบต่อไป

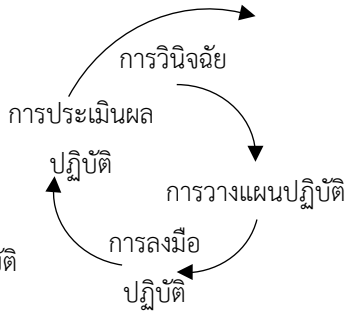
รูปแบบวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Coghlan and Brannick

Coghlan and Brannick (2001) ได้แบ่งกระบวนการวิจัย เชิงปฏิบัติการเป็นขั้นตอนเบื้องต้น 1 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจบริบทของปัญหาที่ ต้องการแก้ไขและการกำหนดจุดมุ่งหมายการปฏิบัติการ และมีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวินิจฉัย (diagnosing) 2) การวางแผนปฏิบัติการ (planning) 3) การลงมือ ปฏิบัติการ (taking action) และ 4) การประเมินผลการปฏิบัติการ (evaluation action)

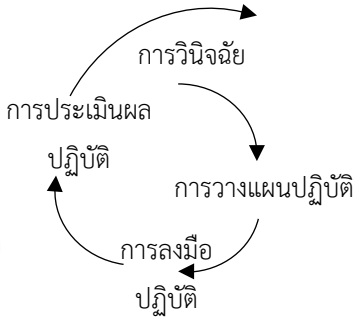
พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



วงจรที่ 1



วงจรที่ 2



วงจรที่ 3

รูปที่ 11 รูปแบบวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Coghlan and Brannick (2001)

กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก เริ่มต้นจากการวินิจฉัยสภาวการณ์ของปัญหาที่จำเป็นต้องแก้ไข รวมทั้งการระบุกรอบแนวคิดทฤษฎีและหลักการพื้นฐานสำหรับใช้รองรับการปฏิบัติงาน จากนั้นจึงทำการวางแผนปฏิบัติการตามจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาหรือโครงการพัฒนาที่กำหนดไว้ โดยอาศัยข้อมูลจากผลการวินิจฉัยในขั้นตอนแรกและความร่วมมือร่วมใจของบุคลากรฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน แล้วจึงลงมือปฏิบัติการตามแผนการที่วางไว้ทีละขั้นตอน เสร็จแล้วจึงทำการประเมินผลการปฏิบัติงานทั้งที่เกิดขึ้นโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ เพื่อตรวจสอบดูความถูกต้องและความเหมาะสมของการวินิจฉัยและการปฏิบัติการตามแผนสารสนเทศที่ได้จากการประเมินผลในขั้นตอนนี้จะนำไปสู่การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในวงจรรอบต่อไป

รูปแบบวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Mills

Mills (2003) แสดงแบบลักษณะวงจรของการแสวงหาความรู้ด้วยการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งเรียกว่า “เกลียวการวิจัยเชิงปฏิบัติการปฏิบัติพัฒนาการ” (dialection action research spiral) ซึ่งวงจรวิจัยเชิง ปฏิบัติการของ Mills มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การนิยามขอบเขตของปัญหา จุดเน้นในการแสวงหาความรู้ในการวิจัยปฏิบัติ (descriptive problem and area of focus) เป็นการกำหนดขอบเขตของปัญหา

2. ระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับจุดเน้นที่ต้องการศึกษา (define the factors Involved in your area of focus) เป็นการศึกษาให้ชัดเจนในการแสวงหาความรู้ด้วยการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ปัจจัยที่

เกี่ยวข้อง กับการจัดการศึกษา เช่น หลักสูตร สภาพแวดล้อมของโรงเรียน ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน การจัดประสบการณ์ การเรียนรู้ เป็นต้น

3. กำหนดคำถามการวิจัย (develop research questions) เป็นการตั้งคำถามในการวิจัยในขอบเขต ของปัญหา

4. การกำหนดแนวทางการปฏิบัติหรือนวัตกรรมเพื่อนำไปใช้ในการดำเนินการ (describe the intervention or innovation to be implemented) เป็นการศึกษาข้อมูลเพื่อกำหนดแนวทางหรือใช้ นวัตกรรมในการใช้ปฏิบัติการเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน

5. อธิบายระยะเวลาในการดำเนินการ (develop a timeline for implementation) เป็นการ กำหนดเวลาในการใช้แนวทางหรือนวัตกรรมในการปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยควรคำนึงถึงระยะเวลาที่เหมาะสม ทันต่อสถานการณ์

6. อธิบายสมาชิกที่เกี่ยวข้องในการวิจัยปฏิบัติ (describe the membership of the action research group) เป็นการกำหนดกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

7. พัฒนาทรัพยากรที่ต้องใช้ในการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (develop a list of resources to implement the plan) ขั้นตอนเป็นการพัฒนาหรือเตรียมเครื่องมือ สื่ออุปกรณ์ แหล่งทรัพยากรต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการวิจัย

8. อธิบายถึงข้อมูลที่ต้องการเก็บ (describe the data to be collected) เป็นการอธิบายถึง ข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งต่างๆ และขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ กำหนดวิธีการ แหล่งข้อมูล เครื่องมือประเภทต่าง ๆ เช่น แบบสังเกต แบบทดสอบ แบบสอบถามมาตรวัดการสังเกตการณ์ การสัมภาษณ์ ซึ่งการรวบรวมข้อมูลหลักฐานจะกระทำไปพร้อม ๆ กับการประเมินความถูกต้องน่าเชื่อถือของหลักฐาน

9. พัฒนาแนวทางเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ (develop a data collection and analysis plan) เป็นการกำหนดวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

10. เลือกวิธีการที่มีการตรวจสอบเลือกสรรแล้วว่าเหมาะสมมาเป็นเครื่องมือในการปฏิบัติ (select appropriate tools of inquiry)

11. นำแผนการปฏิบัติได้ใช้ (carry out the plan) เป็นขั้นตอนการดำเนินการ การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และตีความ

12. รายงานผลการวิจัย (report the result)

รูปแบบวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการของ องอาจ นัยพัฒน์

องอาจ นัยพัฒน์ (2548) ได้สรุปกระบวนการของกิจกรรมการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นขั้นตอนย่อยๆ ไว้ 10 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ระบุแนวคิดและนิยามปัญหาอย่างชัดเจน

2. รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องเพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของสภาวการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุง หรือพัฒนา

3. วางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีปฏิบัติการแก้ไขปัญหา

4. นำยุทธวิธีปฏิบัติที่วางไว้ไปลงมือปฏิบัติจริง

5. สังเกตการณ์ ติดตามตรวจสอบ และประเมินผลการปฏิบัติงานตามยุทธวิธีปฏิบัติที่ได้ลงมือกระทำไปแล้ว

6. สะท้อนกลับผลของการนำยุทธวิธีปฏิบัติที่ได้ลงมือปฏิบัติแล้ว โดยอาศัยการคิดในเชิงวิพากษ์ด้วยทัศนะอันหลากหลายจากนักวิจัยเชิงปฏิบัติการและผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยบนพื้นฐานของข้อมูลหลักฐานร่องรอยต่างๆ ที่ได้รับจากขั้นตอนที่ 5

7. ทบทวนและปรับปรุงแผนยุทธวิธีปฏิบัติการแก้ไขปัญหา

8. นำแผนยุทธวิธีปฏิบัติที่ปรับแล้วไปลงมือปฏิบัติจริง

9. สะท้อนกลับผลของการนำยุทธวิธีปฏิบัติที่ปรับและลงมือปฏิบัติแล้ว

10. ดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งนักวิจัยเชิงปฏิบัติการและผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยมีความเห็นร่วมกันอย่างสอดคล้องว่าสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้นได้รับการปรับปรุงแก้ไขจนอยู่ในระดับที่พอใจภายใต้ข้อจำกัดทางด้านเวลาและทรัพยากรของการวิจัย

จากรูปแบบวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้นำรูปแบบวงจรวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis ได้ปรับและนำเสนอวงจร PAOR สำหรับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นวงจรการวิจัยต่อเนื่องกันไป ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการวางแผน (plan) ขั้นปฏิบัติการ (act) ขั้นการสังเกต (observer) และการคิดสะท้อน (reflect) เมื่อปฏิบัติตามวงจรทั้ง 4 ขั้นแล้ว จากนั้นจะเริ่มเข้าวงจรการวิจัยที่ 2 , 3 ,... ต่อกันไปจนกว่าปัญหาได้รับการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยในประเทศ

9.1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (open approach)

นิลดา ชูพันธ์ และ รักพร ดอกจันทร์ (2565) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูป สี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ 1) ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบ และ 2) ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียน บ้านหน้าค่าย อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 25 คน ได้มาโดยวิธีการเลือก แบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก สถิติที่ใช้ในการ วิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

9.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

ธนิดา สมวงษ์ และ ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2564) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค K-W-D-L การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค K-W-D-L ให้นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค K-W-D-L เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์

ปัญหา เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ 1) ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL และ 2) ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และความพึงพอใจในการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านโคกกลาง (วรนาถประชาสรรค์) จำนวน 1 ห้อง 7 คน ดำเนินการวิจัยโดยใช้การวิจัย เชิงปฏิบัติการ 3 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค K-W-D-L ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 แผน 10 ชั่วโมง แบบทดสอบท้ายวงจรวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหา และแบบบันทึก ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสัมภาษณ์นักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า 1) หลังพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค K-W-D-L ตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ร้อยละ 100 ของนักเรียนทั้งหมดมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มขึ้นไป และ 2) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค K-W-D-L เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 ซึ่งมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

เบญจลักษณ์ ภูสามารถ และคณะ (2564) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 3) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ 1) ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL และ 2) ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดเวฬุวัน จำนวน 9 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL 2) แบบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และสถิติทดสอบ

Mann-Whitney U-Test ผลการศึกษาพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.16/88.88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2) ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิค KWDL มีค่าเท่ากับ 0.7647 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้ร้อยละ 76.47 3) นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.21

9.1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL

อลงกรณ์ ดำรงไทย (2563) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL โดยให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ขึ้นไป และ 2) พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL โดยให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ 1) ตัวแปรต้น ได้แก่การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL และ 2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จำนวน 39 คน การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL 2) แบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ 3) แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครู 4) แบบสัมภาษณ์นักเรียน 5) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และ 6) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 28.41 คิดเป็นร้อยละ 71.03 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 76.92 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และ 2)

นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ยเท่ากับ 25.44 คิดเป็นร้อยละ 84.79 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 97.44 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

วรรณวนัช จิตธรรมมา และ พงษ์ศักดิ์ ศรีจันทร์ (2566) ได้ศึกษาเรื่อง การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (open approach) เสริมด้วยเทคนิค KWDL ตามกรอบสถานการณ์ปัญหาของ PISA ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (open approach) เสริมด้วยเทคนิค KWDL ตามกรอบสถานการณ์ปัญหาของ PISA ที่ส่งเสริมความ ฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 2) เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความ ฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการ แบบเปิด (open approach) เสริมด้วยเทคนิค KWDL ตามกรอบสถานการณ์ปัญหาของ PISA ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ 1) ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (open approach) เสริมด้วยเทคนิค KWDL ตามกรอบสถานการณ์ปัญหาของ PISA และ 2) ตัวแปรตาม คือ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 31 คน ได้มาโดยการเลือกแบบ เจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติและ ความน่าจะเป็น แบบบันทึกผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบสังเกต พฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน แบบวัดท้าย วงจรปฏิบัติการ และแบบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด (open approach) เสริมด้วยเทคนิค KWDL ตามกรอบสถานการณ์ปัญหาของ PISA ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 4 ขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่ ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาตามกรอบ PISA ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น K (what we know) ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น W (what we want to know) และขั้น D (what we do) ขั้นที่ 3 การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนและเปรียบเทียบ ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น L (what we learned) และขั้นที่ 4 การสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และ 2) นักเรียนมีคะแนนจากการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เท่ากับ 65.35 คิดเป็นร้อยละ

80.68 และมีส่วนเบี่ยงมาตรฐานเท่ากับ 4.18 ซึ่งนักเรียนทุกคนมีคะแนนความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Tougaw (1994) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดในการสอนคณิตศาสตร์ต่อประสิทธิภาพการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา ผลการศึกษา พบว่า เจตคติของผู้เรียนต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดสูงขึ้น

Shaw et al. (1997) ได้จัดทำโครงการเรียนรู้แบบร่วมมือกับครูและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การร่วมกลุ่มแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค K-W-D-L ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ร่วมกลุ่มแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค K-W-D-L สามารถเขียนคำตอบ และเขียนคำตอบได้ละเอียดมาก นอกจากนี้นักเรียนที่ร่วมกลุ่มแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค K-W-D-L มีเจตคติด้านบวกกับคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น

Nohda (2000) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การใช้กระบวนการแบบเปิดในการสอน วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน โดยผลการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถสร้างปัญหาในสถานการณ์ที่มีปัญหากำหนดแนวทางในการหาคำตอบด้วยตนเอง ยอมรับว่ามีวิธีแก้ไขที่หลากหลาย ตรวจสอบ และสามารถอภิปรายวิธีแก้ปัญหาต่างๆ ของตนเองได้ โดยแสดงให้เห็นว่าวิธีการแบบเปิดช่วยให้สามารถสร้างกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญในห้องเรียนได้

Samková and Tichá (2016) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาวิธีการแบบเปิดในวิชาคณิตศาสตร์ของครูโรงเรียนประถมศึกษาในอนาคต การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดในวิชาคณิตศาสตร์ให้กับครูในระดับประถมศึกษาในอนาคต ผลการศึกษาพบว่าในช่วงเริ่มต้นผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่มักจะค้นหาวิธีแก้ปัญหาเพียงวิธีเดียวเท่านั้น และไม่ได้พยายามที่จะแสวงหาแนวทางแก้ไขอื่นใด หรือลองตรวจสอบว่าอาจมีวิธีแก้ไขอื่น ๆ หรือไม่ หลังจากที่ได้มีส่วนร่วม พบว่าผู้เข้าร่วมเปลี่ยนจากการค้นหาเพียงหนึ่งวิธีแก้ปัญหาในการค้นหาวิธีแก้ปัญหาเพิ่มเติม เปลี่ยนจากการค้นหาอย่างไม่เป็นระบบสำหรับวิธีแก้ปัญหาบางอย่างในการค้นหาอย่างเป็นระบบ ทุกแนวทางแก้ไขและยังเปลี่ยนไปสู่การยอมรับในรูปแบบต่างๆ สัญลักษณ์ของวิธีแก้ปัญหาที่กำหนดผู้เข้าร่วมแต่ละคนมีการปรับปรุงอย่างน้อยก็ในด้านใดด้านหนึ่ง และไม่มีเลยที่ผู้เข้าร่วมแย่ลงในทุกด้าน จะเห็นได้ว่าแนวทางแบบเปิดสำหรับคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในด้านการศึกษาในอนาคตของครู

ซึ่งช่วยพัฒนาความรู้และเนื้อหาการสอน ยอมรับวิธีการและแนวทางแก้ไขที่แตกต่างกัน จึงทำให้วิธีการแบบเปิดเป็นผลดีต่อนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์

Ramadhani et al. (2019) ได้ศึกษาเรื่อง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานโดยใช้คำถามปลายเปิด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) หาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 2) เปรียบเทียบประสิทธิผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับคำถามปลายเปิดมีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และ 3) เพื่ออธิบายความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานโดยใช้คำถามปลายเปิดมีประสิทธิผลในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เห็นได้จากค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในห้องเรียนทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานด้วยคำถามปลายเปิดดีกว่าการเรียนในห้องเรียนควบคุม ด้วยการเรียนรู้แบบค้นพบ นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาระดับสูงสามารถอธิบายปัญหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจน นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาระดับปานกลางไม่เขียนขั้นตอนของวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ และนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาระดับต่ำยังคิดคำนวณไม่ถูกต้องและไม่สามารถอธิบายปัญหาที่ถูกต้องได้

จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด และเทคนิค KWDL สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาการเรียนรู้และส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูง ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดอนแคนโนนเปลือยวิทยา ตำบลฆ้องชัยพัฒนา อำเภอฆ้องชัย จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 17 คน ซึ่งได้มาโดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยมีเกณฑ์การเลือก ดังนี้

1) นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

2) นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

ผลคะแนนดังกล่าวผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบที่สร้างโดย เบญจลักษณ์ ภูสามารถ (2563) โดยแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยม มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.80 และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยม มีค่าความยากเท่ากับ 0.47 - 0.70, ค่าอำนาจจำแนก B เท่ากับ 0.43 – 0.75 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.82 ซึ่งใช้ทดสอบในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ตารางที่ 13 เกณฑ์การแบ่งระดับนักเรียนจากการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ร้อยละของคะแนน	ระดับความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
90 - 100	ดีมาก
80 – 89	ดี
75 - 79	พอใช้
70 – 74	ผ่านเกณฑ์
0 - 69	ต่ำกว่าเกณฑ์

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์คะแนนและระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 22 คน

เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	ระดับ	เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	ระดับ
1	9	45	ต่ำกว่าเกณฑ์	12	16	80	ดี
2	4	20	ต่ำกว่าเกณฑ์	13	8	40	ต่ำกว่าเกณฑ์
3	3	15	ต่ำกว่าเกณฑ์	14	7	35	ต่ำกว่าเกณฑ์
4	5	25	ต่ำกว่าเกณฑ์	15	5	25	ต่ำกว่าเกณฑ์
5	17	85	ดี	16	7	35	ต่ำกว่าเกณฑ์
6	9	45	ต่ำกว่าเกณฑ์	17	7	35	ต่ำกว่าเกณฑ์
7	15	75	พอใช้	18	5	25	ต่ำกว่าเกณฑ์
8	8	40	ต่ำกว่าเกณฑ์	19	10	55	ต่ำกว่าเกณฑ์
9	8	40	ต่ำกว่าเกณฑ์	20	6	30	ต่ำกว่าเกณฑ์
10	10	50	ต่ำกว่าเกณฑ์	21	15	75	พอใช้
11	14	70	ผ่านเกณฑ์	22	8	40	ต่ำกว่าเกณฑ์

จากตารางที่ 13 นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มีจำนวน 17 คน จากนักเรียนทั้งหมดจำนวน 22 คน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกแก้ปัญหากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ให้มีคะแนนสูงขึ้นผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 15 เกณฑ์การแบ่งระดับนักเรียนจากการประเมินสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ร้อยละของคะแนน	ระดับสัมฤทธิ์ทางการเรียน
90 - 100	ดีมาก
85 - 85	ดี
80 - 84	พอใช้
75 - 79	ผ่านเกณฑ์
0 - 74	ต่ำกว่าเกณฑ์

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์คะแนนและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 22 คน

เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	ระดับ	เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	ระดับ
1	5	25	ต่ำกว่าเกณฑ์	12	16	80	พอใช้
2	6	30	ต่ำกว่าเกณฑ์	13	10	50	ต่ำกว่าเกณฑ์
3	9	45	ต่ำกว่าเกณฑ์	14	8	40	ต่ำกว่าเกณฑ์
4	8	40	ต่ำกว่าเกณฑ์	15	8	40	ต่ำกว่าเกณฑ์
5	18	90	ดีมาก	16	11	55	ต่ำกว่าเกณฑ์
6	7	35	ต่ำกว่าเกณฑ์	17	9	45	ต่ำกว่าเกณฑ์
7	16	80	พอใช้	18	6	30	ต่ำกว่าเกณฑ์
8	11	55	ต่ำกว่าเกณฑ์	19	13	65	ต่ำกว่าเกณฑ์
9	9	45	ต่ำกว่าเกณฑ์	20	10	50	ต่ำกว่าเกณฑ์
10	12	60	ต่ำกว่าเกณฑ์	21	15	75	ผ่านเกณฑ์
11	17	84	ดี	22	13	65	ต่ำกว่าเกณฑ์

จากตารางที่ 15 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับต่ำกว่าเกณ์มีจำนวน 17 คน จากนักเรียนทั้งหมดจำนวน 22 คน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกแก้ปัญหากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับต่ำกว่าเกณ์ให้มีคะแนนสูงขึ้นผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ลักษณะของเครื่องมือสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกระทำ คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 4 ชั่วโมง และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 8 แผน ใช้เวลา 8 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินผล ประกอบด้วย

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 3 ฉบับ แต่ละฉบับเป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ ซึ่งจะใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งจะใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังจบครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ โดยใช้แบบสอบถามหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL

2.4 แบบสัมภาษณ์นักเรียน จะใช้สัมภาษณ์เกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายท้ายวงจร เพื่อให้ได้ข้อมูลสะท้อนผลการปฏิบัติ และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

2.5 แบบประเมินพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใช้ประเมินพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยทำการสังเกตระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบประเมินพฤติกรรมที่สร้างขึ้น เป็นแบบมีโครงสร้าง ซึ่งทำการสร้างให้สอดคล้องกับองค์ประกอบพฤติกรรมด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดจำนวน 4 แผน ใช้เวลา 4 ชั่วโมง และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 8 แผน ใช้เวลา 8 ชั่วโมง

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนดอนแคนโนนเปลือยวิทยา ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อศึกษาโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ซึ่งมีเนื้อหาทั้งหมด ดังนี้

ตารางที่ 17 โครงสร้างเวลาเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

บทที่ / เรื่อง	**เวลา (ชั่วโมง)**
ภาคเรียนที่ 1	
บทที่ 1 เศษส่วน	34
บทที่ 2 ทศนิยม	34
บทที่ 3 ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก	12
รวมภาคเรียนที่ 1	**80**
ภาคเรียนที่ 2	
บทที่ 4 บัญญัติไตรยางศ์	9
บทที่ 5 ร้อยละ	21
บทที่ 6 เส้นขนาน	12
บทที่ 7 รูปสี่เหลี่ยม	24
บทที่ 8 การนำเสนอข้อมูล	14
รวมภาคเรียนที่ 2	**80**
รวมเวลาเรียนตลอดปีการศึกษา	**160**

ผู้วิจัยได้ใช้หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สาระการเรียนรู้เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทำการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 และได้กำหนดสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมงที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ดังในตาราง

ตารางที่ 18 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1	มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิตและนำไปใช้ ตัวชี้วัด ค 2.2 ป.5/4 บอกลักษณะของปริซึม	ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของปริซึม	• ปริซึมที่มีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมและมีหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เรียกว่า ปริซึมสามเหลี่ยม • ปริซึมที่มีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมและมีหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เรียกว่า ปริซึมสี่เหลี่ยม • ปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐาน 2 หน้า อยู่บนระนาบที่ขนานกัน และหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ หน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน • ชนิดของปริซึม จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของปริซึมได้ (K) 2. นักเรียนสามารถสร้างและระบุชนิดของปริซึมได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน (A)	1

ตารางที่ 18 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	2	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ปริมาตร 1 ลูกบาศก์หน่วย คือ ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่มีความยาวด้านละ 1 หน่วย มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์หน่วย ที่มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์หน่วย ไม่จำ เป็นต้องมีความยาวด้านละ 1 หน่วย การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยการนับ จำนวนลูกบาศก์อย่างเป็นระบบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยการใช้สูตร ทั้งนี้ให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างความกว้าง ความยาว และความสูง กับ ปริมาตรที่ได้ในแต่ละข้อ แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อนำ ไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับสูตรการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถอธิบายการหาปริมาตรและตรวจสอบโดยการนับได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการหาปริมาตรและตรวจสอบโดยการนับได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน (A)	1

ตารางที่ 18 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	3	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว× ความสูง = พื้นที่ฐาน × ความสูง	1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน (A)	1

ตารางที่ 18 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	4	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว× ความสูง = พื้นที่ฐาน × ความสูง	1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน (A)	1

ตารางที่ 18 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	5	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว× ความสูง = พื้นที่ฐาน × ความสูง	1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการหาความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน (A)	1

ตารางที่ 18 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	6	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว× ความสูง = พื้นที่ฐาน × ความสูง	1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการหาความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน (A)	1

ตารางที่ 18 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	7	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	การหาความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว× ความสูง = พื้นที่ฐาน × ความสูง	1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการหาความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน (A)	1

ตารางที่ 18 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	8	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	การหาความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว× ความสูง = พื้นที่ฐาน × ความสูง	1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการหาความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน (A)	1

ตารางที่ 18 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	9	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ความสัมพันธ์ระหว่างมิลลิลิตร ลิตร ลูกบาศก์เซนติเมตร ลูกบาศก์เมตร	1 ลิตร เท่ากับ 1,000 มิลลิลิตร 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เท่ากับ 1 มิลลิลิตร 1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1,000 ลิตร	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตร หรือ หน่วยความจุได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตร หรือ หน่วยความจุได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน (A)	1

ตารางที่ 18 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	10	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนและตรวจสอบ	1. นักเรียนสามารถอธิบายการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน (A)	1

ตารางที่ 18 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	11	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบ	1. นักเรียนสามารถอธิบายการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน (A)	1

ตารางที่ 18 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	12	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนและตรวจสอบ	1. นักเรียนสามารถอธิบายการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (P) 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน (A)	1

1.2 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา สรุปสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ที่ต้องเรียนในปีการศึกษา 2567

1.3 ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด และเทคนิค KWDL จากเอกสารตำรางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างต่างประเทศและปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 4 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 8 แผน ใช้เวลา 8 ชั่วโมง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อย ความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลาที่ใช้ ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง และนำแผนการจัดการเรียนรู้มา ปรับปรุงให้มีความหมายที่ชัดเจนและกระชับกระชับมากยิ่งขึ้น

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยให้ผู้เชี่ยวชำญตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความเหมาะสม ซึ่งได้แก่

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลทิพย์ ศรีหาเศษ ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์ประภาควิชาการประเมินและการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2. อาจารย์ ดร.สาวิตรี ราญมีชัย ปร.ด. (คณิตศาสตร์) อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและพัฒนาการศึกษา

3. นางกัลยาณี โนนศรี ป.กศ. สูง (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้างานวิชาการ โรงเรียนดอนแคนโนนเปลือยวิทยา ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านแผนการจัดการเรียนรู้

4. นางไสว ชาติแพงตา กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนดอนแคนโนนเปลือยวิทยา ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

5. นางสาวรัชฎา อัดโดดดร ค.ม. (จิตวิทยาการศึกษา) ครูชำนาญการ โรงเรียนดอนแคนโนนเปลือยวิทยา ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา

1.7 นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาทำการหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบกับเกณฑ์ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (likert rating scale) จากนั้นพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (สมชาย รัตนทองคำ, 2556)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

นำผลการประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ไปเปรียบเทียบเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์ยอมรับแผนการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ซึ่งค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญประเมินตั้งแต่ 4.8 – 4.9 ถือว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

1.8 แก้ไขปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ให้มีความถูกต้อง เหมาะสมกับเวลา แก้ไขใบกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ร่วมถึงเกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมให้ชัดเจนมีความถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทำการแก้ไขปรับปรุงจนสมบูรณ์แล้วมาทำการจัดพิมพ์และ นำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินผล

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยจะทำการทดสอบกับ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.2 สร้างแบบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทั้งหมด 3 ฉบับ แต่ละฉบับเป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ ซึ่งจะใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ตารางที่ 19 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจโจทย์ปัญหา	2	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และสามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามอะไรได้ถูกต้อง
	1	- เข้าใจปัญหาได้บางส่วนสามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามอะไรได้ถูกต้อง หรือสามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามอะไรได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง
	0	- ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง และไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามอะไร หรือไม่เขียนอะไรเลย
2. การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา	3	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา พร้อมบอกขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
	2	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเล็กน้อย แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	0	- ไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ หรือไม่เขียนอะไรเลย
3. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา	3	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วน แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
3. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (ต่อ)	1	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องเล็กน้อย แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	0	- ไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือไม่เขียนอะไรเลย
4. การสรุปคำตอบ	2	- มีการการสรุปคำตอบได้ถูกต้อง บอกหน่วยของคำตอบที่ได้อย่างชัดเจนครบถ้วน
	1	- มีการการสรุปคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่บอกหน่วยของคำตอบ หรือหน่วยของคำตอบผิด
	0	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

2.1.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

2.1.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับนิยามศัพท์ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นชุดเดียวกับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 ท่านโดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์

2.1.5 นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : index of item objective congruence) (คณาจารย์ภาควิชาและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558) ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับนิยามศัพท์ จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยตั้งแต่ .50 – 1.00 ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าข้อสอบที่คัดไว้มีค่า IOC มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.1.6 ทำการพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พิมพ์เป็นแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนที่เคยเรียนแล้ว

2.1.7 นำผลที่ได้จากการทดลองใช้ (try out) มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) (ศูนย์บริการวิชาการและเผยแพร่นวัตกรรมทางการศึกษาและภาควิจัยและพัฒนาการศึกษา, 2565) เพื่อตรวจสอบความยากง่ายของแบบทดสอบ จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนก 0.2 – 1.0 ซึ่งพบว่าข้อสอบที่คัดไว้มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.5 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.4 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.1.8 นำแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ไปหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยวิธีครอนบาค อัลฟ่า ซึ่งมีค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ฉบับ เท่ากับ 0.83

2.1.9 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจะทำการทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากจบครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

2.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารและหนังสือต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก แบบทดสอบ 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ ซึ่งจะใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังจากจบครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน

2.2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องความเหมาะสมความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

2.2.5 นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : index of item objective congruence) (คณาจารย์ภาควิชาและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558) ระหว่างข้อสอบแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความ สอดคล้องเฉลี่ยตั้งแต่ .50 - 1.00 ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าข้อสอบที่คัดไว้มีค่า IOC มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.8 – 1.0 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.2.6 ทำการพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พิมพ์เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนที่เคยเรียนแล้ว

2.2.7 นำผลที่ได้จากการทดลองใช้ (try out) มาทำนำแบบทดสอบที่ผ่านเพื่อการหาค่าอำนาจจำแนก ที่เสนอโดยเบรนแนน (Brennan) (ศูนย์บริการวิชาการและเผยแพร่นวัตกรรมทางการศึกษา และภาควิจัยและพัฒนาการศึกษา, 2565) ค่าอำนาจจำแนกนี้เรียกว่า ดัชนี บี (B - index หรือ Brennan index) จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าข้อสอบที่คัดไว้มีค่าอำนาจจำแนก B – index อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.2.8 นำแบบทดสอบที่ผ่านหาค่าอำนาจจำแนก ดัชนี บี (B - index หรือ Brennan index) ไปหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยวิธีของโลเวท ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.91

2.2.9 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบสอบถามหลังจากจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

2.3.1 ศึกษาการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.3.2 ดำเนินการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีลักษณะเป็นกึ่งโครงสร้าง ให้ครอบคลุมองค์ประกอบของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการวัดและ

ประเมินผล ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (likert rating scale) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนวิเคราะห์ข้อมูลไว้ดังนี้ (สมชาย รัตนทองคำ, 2556)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

2.3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถามและการใช้ภาษา โดยอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ทำการปรับปรุงข้อคำถามให้มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

2.3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ได้ทำปรับปรุงแก้ไขแล้วและแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

2.3.5 นำผลการประเมินที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : index of item objective congruence) (คณาจารย์ภาควิชาและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558) เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 จากนั้นทำการคัดเลือกข้อ คำถามที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าข้อคำถามที่คัดไว้มีค่า IOC มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.8 – 1.0 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.3.6 ดำเนินการจัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน และนำเครื่องมือเครื่องมือไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.4 แบบสัมภาษณ์นักเรียน จะใช้สัมภาษณ์เกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายท้ายวงจร เพื่อให้ได้ข้อมูลสะท้อนผลการปฏิบัติ และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างดังนี้

2.4.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.4.2 ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่มีลักษณะเป็นกึ่งโครงสร้าง ให้ครอบคลุมองค์ประกอบของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.4.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถามและการใช้ภาษา โดยอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ทำการปรับปรุงข้อคำถามให้มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

2.4.4 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่ได้ทำปรับปรุงแก้ไขแล้วและแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

2.4.5 นำผลการประเมินที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : index of item objective congruence) (คณาจารย์ภาควิชาและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558) เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าข้อคำถามที่คัดไว้มีค่า IOC มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.8 – 1.0 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.4.6 ดำเนินการจัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์นักเรียน และนำเครื่องมือเครื่องมือไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.5 แบบประเมินพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใช้ประเมินพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยทำการสังเกตระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบประเมินพฤติกรรมที่สร้างขึ้น เป็นแบบมีโครงสร้าง ซึ่งทำการสร้างให้สอดคล้องกับองค์ประกอบพฤติกรรมด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการสร้าง ดังนี้

2.5.1 ศึกษาการสร้างแบบประเมินพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.5.2 ดำเนินการสร้างแบบประเมินพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นแบบมีโครงสร้าง ให้ครอบคลุมองค์ประกอบของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.5.3 นำแบบประเมินพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถามและการใช้ภาษา โดยอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ทำการปรับปรุงข้อคำถามให้มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

2.5.4 นำแบบประเมินพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้ทำปรับปรุงแก้ไขแล้วและแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบด้านการแก้ปัญหา โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบด้านการแก้ปัญหา

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบด้านการแก้ปัญหา

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบด้านการแก้ปัญหา

2.5.5 นำผลการประเมินที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : index of item objective congruence) (คณาจารย์ภาควิชาและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558) เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าข้อคำถามที่คัดไว้มีค่า IOC มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.8 – 1.0 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.5.6 ดำเนินการจัดพิมพ์แบบประเมินพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนำเครื่องมือเครื่องมือไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

4. การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) แนวคิดของ Kemmis (1988) โดยนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีวงจรในการปฏิบัติดังนี้ ขั้นวางแผน (planning) ขั้นการปฏิบัติ (action) ขั้นการสังเกต (observation) และขั้นการสะท้อนผล (reflection)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งวงจรปฏิบัติการออกเป็น 3 วงจร โดยแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียด ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 1 การวางแผน (planning)

1. สำรวจและสังเกตถึงปัญหาในชั้นเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผู้เรียนที่มีปัญหาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเครื่องมือที่ใช้ คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำการสำรวจเพียงแค่วงจรปฏิบัติแรกเท่านั้น ในวงจรปฏิบัติต่อไปนั้น จะนำผลการวิเคราะห์และปัญหาต่าง ๆ จากวงจรปฏิบัติที่ได้สิ้นสุดลงไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

2. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนดอนแคนโนนเปลือยวิทยา กำหนดเนื้อหาสาระที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และทำการศึกษาแนวคิด หลักการในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย

3. ดำเนินการสร้างเครื่องมือซึ่งประกอบด้วย

3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 4 ชั่วโมง และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 8 แผน ใช้เวลา 8 ชั่วโมง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดจำนวน 1 วงจรปฏิบัติการ และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 2 วงจรปฏิบัติการ

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 3 ฉบับ แต่ละฉบับเป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ ซึ่งจะใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งจะ

ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังจบครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ โดยใช้แบบสอบถามหลังจากจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

3.5 แบบสัมภาษณ์นักเรียน จะใช้ทำการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายท้ายวงจร เพื่อให้ได้ข้อมูลสะท้อนผลการปฏิบัติ และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

3.6 แบบประเมินพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใช้ประเมินพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยทำการสังเกตระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบประเมินพฤติกรรมที่สร้างขึ้น ซึ่งทำการสร้างให้สอดคล้องกับองค์ประกอบพฤติกรรมด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. จากนั้นนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ จากนั้นนำเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นไปยื่นต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาแล้วดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

5. จัดพิมพ์เครื่องมือวิจัยที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (action)

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้สาระการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งมีสาระการเรียนรู้ และการเก็บข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 20 ตารางการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และการเก็บข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 1

แผนที่	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	การเก็บข้อมูล
1	ลักษณะและส่วนต่างๆ ของปริซึม	1	1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2. แบบประเมินพฤติกรรมด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3. แบบสัมภาษณ์
2	ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1	
3	ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1	
4	ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1	
รวม		4	

2. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ไปใช้ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1

3. นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการเรียนรู้ที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร อันจะนำไปสู่การปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นที่ 3 การสังเกต (observation)

นำแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนไปใช้ในการสังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในระหว่างการจัดกิจกรรมในแผนการเรียนรู้ที่ 1 - 4

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (reflection)

ผู้วิจัยจะทำการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด โดยวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ วิเคราะห์ผลจากแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์นักเรียน หลังจากสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้มาช่วยในการออกแบบวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นที่ 1 การวางแผน (planning)

ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และวิเคราะห์ผลจากแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ เพื่อที่จะได้ทราบถึงปัญหาในชั้นเรียนต่าง ๆ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำปัญหาที่พบเจอนำมาปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมในชั้นเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (action)

1. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้สาระการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งมีสาระการเรียนรู้ และการเก็บข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 21 ตารางการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และการเก็บข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 2

แผนที่	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	การเก็บข้อมูล
5	ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1	1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 2. แบบประเมินพฤติกรรมด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3. แบบสัมภาษณ์
6	ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1	
7	ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1	
8	ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1	
รวม		4	

2. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ไปใช้ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2

3. นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการเรียนรู้ที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร อันจะนำไปสู่การปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นที่ 3 การสังเกต (observation)

นำแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนไปใช้ในการสังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในระหว่างการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการเรียนรู้ที่ 5 - 8

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (reflection)

ผู้วิจัยจะทำการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด โดยวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ วิเคราะห์ผลจากแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์นักเรียน หลังจากสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้มาช่วยในการออกแบบวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นที่ 1 การวางแผน (planning)

ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และวิเคราะห์ผลจากแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ เพื่อที่จะได้ทราบถึงปัญหาในชั้นเรียนต่าง ๆ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำปัญหาที่พบเจอนำมาปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมในชั้นเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (action)

1. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้สาระการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งมีสาระการเรียนรู้ และการเก็บข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 22 ตารางการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และการเก็บข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 3

แผนที่	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	การเก็บข้อมูล
9	ความสัมพันธ์ระหว่างมิลลิลิตร ลิตร ลูกบาศก์เซนติเมตร ลูกบาศก์เมตร	1	1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3 2. แบบประเมินพฤติกรรมด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
10	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1	

แผนที่	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	การเก็บข้อมูล
11	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1	3. แบบสัมภาษณ์ 4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
12	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1	5. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL
รวม		4	

2. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ไปใช้ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 3

3. นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการเรียนรู้ที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร อันจะนำไปสู่การปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในอนาคตให้ดียิ่งขึ้น

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งจะใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

5. นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (likert rating scale) หลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นที่ 3 การสังเกต (observation)

นำแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนไปใช้ในการสังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในระหว่างการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการเรียนรู้ที่ 9 - 12

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (reflection)

ผู้วิจัยจะทำการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่

3 เทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ วิเคราะห์ผลจากแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน หลังจากสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 3 และวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อสนเทศทางการศึกษาเพื่อช่วยในการพัฒนา และศึกษาค้นคว้าวิจัยในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนคณิตศาสตร์และผู้สนใจให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของครูคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้จัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จทางด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

เป็นการนำข้อมูลที่ได้รวบรวมโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งวิเคราะห์โดยสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$), ร้อยละ (%) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ นำมาวิเคราะห์ ตีความและสรุปด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบอุปนัย (inductive reasoning) และนำเสนอเชิงพรรณนาวิเคราะห์

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษา และใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้านความเที่ยงตรง (validity) ของข้อสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ (experts) หาค่าความสอดคล้องโดยใช้สูตร IOC แล้วหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง (IOC : index of item objective congruence) ของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด โดยใช้สูตรดังนี้ (คณาจารย์ภาควิชาและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558)

สูตรหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง IOC

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum \text{R}$ แทน ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบอัตนัย

1.2.1 สูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตรดังนี้ (เอมอร จังศิริพรปกรณ์, 2550)

สูตร $$p = \frac{\sum X_H + \sum X_L}{I(N_H + N_L)}$$

$$r = \frac{\sum X_H - \sum X_L}{I(N_H \; or \; N_L)}$$

เมื่อ $\sum X_H$ แทน ผลรวมของคะแนนรายข้อแต่ละคนในกลุ่มสูง

$\sum X_L$ แทน ผลรวมของคะแนนรายข้อแต่ละคนในกลุ่มต่ำ

N_H และ N_L แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและต่ำ ตามลำดับ

I แทนคะแนนเต็มของข้อนั้นๆ

1.2.2 ค่าความเชื่อมั่น วิเคราะห์ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) โดยใช้สูตรดังนี้ (ศูนย์บริการวิชาการและเผยแพร่นวัตกรรมทางการศึกษา และภาควิจัยและพัฒนาการศึกษา, 2565)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_i^2}\right]$$

เมื่อ $\sum s_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนรายข้อ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

k แทน จำนวนข้อ

1.3 การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (multiple choice) แบบอิงเกณฑ์ โดยให้หาค่าคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1.3.1 ค่าอำนาจจำแนก ดัชนีบี (B - index หรือ Brennan index) โดยใช้สูตรดังนี้ (คณาจารย์ภาควิชาและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)

N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

U แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

1.3.2 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett Method) (คณาจารย์ภาควิชาและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum X_i - \sum X_i^{\,2}}{(k-1)\sum (X_i - c)^2}$$

เมื่อ X_i แทน คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ

c แทน คะแนนเกณฑ์ หรือ จุดตัดของแบบทดสอบ

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ค่าเฉลี่ย (mean) โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2558ข)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

X แทน คะแนน

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$\sum$ แทน ผลรวม

พหุน ปณ ศโต ชีเว

2.2 ร้อยละ (percentage) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2558ข)

$$p = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ p แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2558)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{n\left(n-1\right)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน คะแนนแต่ละคน

n แทน จำนวนของข้อมูล

$\sum$ แทน ผลรวม

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลำดับการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

จากการที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เป็นจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งผลการวิเคราะห์ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียด ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

1. ขั้นการวางแผน (planning)

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและสังเกตถึงปัญหาในชั้นเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผู้เรียนที่มีปัญหาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และศึกษาแนวคิด ทฤษฎีจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย หลังจากให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 22 คน พบว่ามีนักเรียน 17 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยจึงศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิด และเทคนิค KWDL

2. ขั้นการปฏิบัติ (action)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด จำนวน 4 แผน โดยหลังจากดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบวัดความความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเป็นแบบทดสอบวัด จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน และใช้แบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติต่อไป

3. ขั้นการสังเกต (observation)

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

หลังเสร็จกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบวัด จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 17 คน ได้ผลตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 23 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1

นักเรียนคนที่	คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์				รวม (30 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)
	ขั้นที่ 1 (6 คะแนน)	ขั้นที่ 2 (9 คะแนน)	ขั้นที่ 3 (9 คะแนน)	ขั้นที่ 4 (6 คะแนน)			
1	6	5	6	5	22	73.33	ผ่าน
2	6	7	7	4	24	80.00	ผ่าน
3	5	4	6	4	19	63.33	ไม่ผ่าน
4	4	5	4	3	16	53.33	ไม่ผ่าน
5	4	4	5	4	17	56.67	ไม่ผ่าน
6	6	7	5	4	22	73.33	ผ่าน
7	6	6	6	3	21	70.00	ผ่าน
8	4	3	5	3	15	50.00	ไม่ผ่าน
9	6	4	4	2	16	53.33	ไม่ผ่าน
10	6	2	1	2	11	36.67	ไม่ผ่าน
11	6	3	3	1	13	43.33	ไม่ผ่าน
12	5	3	4	2	14	46.67	ไม่ผ่าน
13	6	4	3	2	15	50.00	ไม่ผ่าน
14	4	2	2	2	10	33.33	ไม่ผ่าน
15	6	6	6	5	23	76.67	ผ่าน
16	4	4	3	2	13	43.33	ไม่ผ่าน
17	6	5	7	4	22	73.33	ผ่าน
$\bar{x}$	5.29	4.35	4.53	3.06	17.24	57.45	ไม่ผ่าน
ร้อยละ	88.24	48.37	50.33	50.98	-	-	-

หมายเหตุ : ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

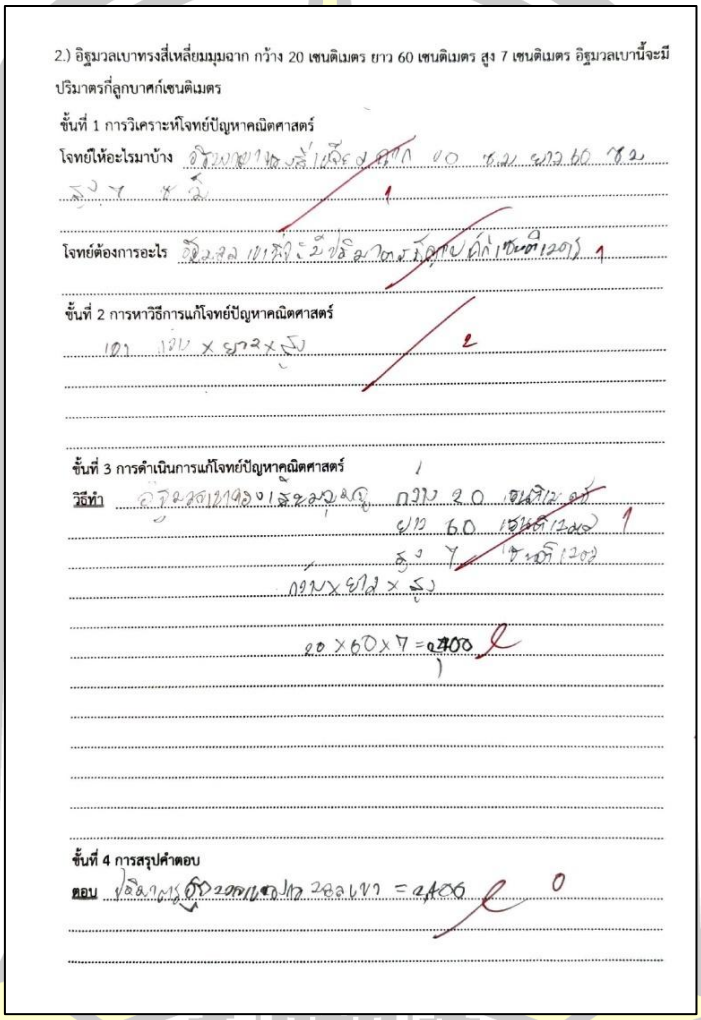
จากตาราง 21 พบว่า ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 17 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 35.29 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 64.71 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

เมื่อพิจารณาคำตอบในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย มีคะแนนเฉลี่ย 17.24 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ในขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.29 คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของคะแนนเต็ม ในขั้นที่ 2 การหาวิธีแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.35 คิดเป็นร้อยละ 48.37 ของคะแนนเต็ม ในขั้นที่ 3 การดำเนินแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.53 คิดเป็นร้อยละ 50.33 ของคะแนนเต็ม ในขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.06 คิดเป็นร้อยละ 50.98 ของคะแนนเต็ม จะเห็นได้ว่ามีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 11 คน ได้แก่ นักเรียนคนที่ 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 และ 16

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

โดยผู้วิจัยได้นำเสนอตัวอย่างข้อมูลในการเขียนคำตอบ และการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้


2.) อิฐมวลเบาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร อิฐมวลเบานี้จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โจทย์ให้อะไรมาบ้าง

โจทย์ต้องการอะไร

ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

วิธีทำ

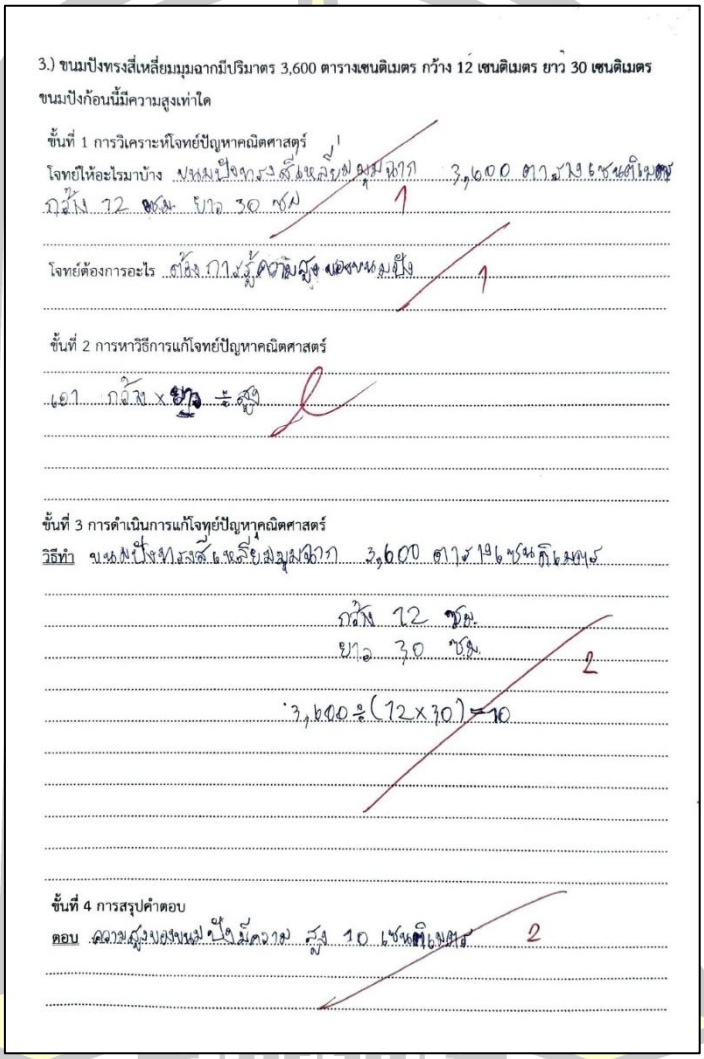
ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

ตอบ

รูปที่ 12 ตัวอย่างการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1

จากรูปที่ 13 จะเห็นว่าขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ให้อะไร และต้องการอะไร ได้ถูกต้อง ในขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนได้บอกแนวคิดแต่ไม่ได้ระบุว่าแนวคิดที่ได้เป็นสูตรของการหาอะไร จึงทำให้คำตอบไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ในขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหาแต่นักเรียนมีปัญหาด้านการคำนวณหรือคำนวณผิดผลาดทำให้

ได้คำตอบผิด และไม่ได้ทบทวนคำตอบที่ได้ก่อน และ ในขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ เนื่องจากนักเรียนคำนวณผิดพลาดจึงส่งผลให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้องด้วย


3.) ขนมเปังทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีปริมาตร 3,600 ตารางเซนติเมตร กว้าง 12 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร ขนมเปังก้อนนี้มีความสูงเท่าใด

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โจทย์ให้อะไรมาบ้าง ขนมเปังทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีปริมาตร 3,600 ตารางเซนติเมตร กว้าง 12 ซม. ยาว 30 ซม. 1

โจทย์ต้องการอะไร ต้องการรู้ความสูงของขนมเปัง 1

ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ตอบ กว้าง x ยาว ÷ สูง

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

วิธีทำ ขนมเปังทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีปริมาตร 3,600 ตารางเซนติเมตร

กว้าง 12 ซม.

ยาว 30 ซม. 2

3,600 ÷ (12 x 30) = 10

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

ตอบ ความสูงของขนมเปังมีความสูง 10 เซนติเมตร 2

รูปที่ 13 ตัวอย่างการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1

จากรูปที่ 14 จะเห็นว่าขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ให้อะไร และต้องการอะไร ได้ถูกต้อง ในขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนได้บอกแนวคิด แต่นักเรียนอาจจะยึดติดกับสูตรหาปริมาตร ที่ได้จาก กว้าง x ยาว x สูง ทำให้สับสนกับสูตรที่ใช้หาความสูง จึงทำให้คำตอบไม่ถูกต้อง ในขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้

โจทย์ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนเขียนคำแสดงวิธีทำไม่ครบถ้วน จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาแต่ไม่ได้ระบุแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหาเลย แต่นักเรียนสามารถคำนวณได้ถูกต้อง และ ในขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ นักเรียนเขียนแสดงคำตอบพร้อมหน่วยของคำตอบได้ครบถ้วน

3.2.1 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยทำการสัมภาษณ์ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์หาสิ่งที่โจทย์ให้มา และสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ โดยนักเรียนจะต้องอ่านโจทย์และวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับโจทย์ ปัญหาที่พบในขั้นนี้ จากการสังเกตและการสัมภาษณ์นักเรียน คือนักเรียนไม่สามารถแยกสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ โดยนักเรียนบางส่วนเวลาเขียนตอบสิ่งที่โจทย์ให้มานักเรียนจะลอกประโยคหรือโจทย์มาหมด จึงส่งผลให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง เห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...หนูไม่รู้ค่ะว่าจะต้องเขียนยังไง...”

(นักเรียนคนที่ 14, 3 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

“...หนูสับสนค่ะว่าหนูกลัวว่าหนูจะตอบผิดหนูเลยเขียนมาทั้งประโยคเลยค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 16, 3 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการวางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีหรือเทคนิคต่างๆ ตามความสามารถ ปัญหาที่พบในขั้นนี้คือ นักเรียนเขียนคำตอบได้ไม่ครบ นักเรียนจะเขียนเป็นแนวคิดของนักเรียนเอง ส่วนมากจะชอบเขียนว่า กว้าง x ยาว x สูง จึงส่งผลให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ครบถ้วน เห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...ผมจำไม่ได้ครับว่าต้องเขียนยังไง นึกออกแค่เอาตัวเลขมาคูณกัน...”

(นักเรียนคนที่ 8, 3 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

“...ผมจำแค่ว่าต้องเอามาคูณกันครับ...”

(นักเรียนคนที่ 10, 3 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

“...ตามความเข้าใจของหนูหนูเขียนออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 14, 3 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการตามแผน เป็นการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่ ปัญหาที่พบในขั้นนี้ คือ นักเรียนมีปัญหาในการคำนวณ ไม่มีการตรวจสอบคำตอบ อีกทั้งส่วนใหญ่จะเขียนตอบในขั้นนี้ไม่ละเอียดครบถ้วน จึงส่งผลให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง เห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...ผมนึกว่าตัวเองคูณเลขถูกแล้วก็เลยตอบเลยครับ...”

(นักเรียนคนที่ 10, 3 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

“...หนูกลัวทำไม่ทันค่ะ ก็เลยไม่ได้ตรวจคำตอบก่อนที่จะตอบ...”

(นักเรียนคนที่ 14, 3 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

“...หนูจำไม่ได้ค่ะว่าจะเขียนอะไรก่อน และจะเริ่มต้นยังไง...”

(นักเรียนคนที่ 16, 3 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

เป็นขั้นที่ผู้เรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา ปัญหาที่พบในขั้นนี้ คือเวลานักเรียนเขียนตอบจะมักเขียนตอบเพียงแค่ตัวเลขสั้นๆ หรือนักเรียนบางคนมักจะเขียนตอบแต่ไม่ใส่หน่วยของคำตอบ หรือคำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง เนื่องจากการคำนวณผิดผลาดตั้งแต่ขั้นที่ 3 จึงทำให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง เห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...ผมเขียนตอบไปแค่ตัวเลขสั้นๆครับ...”

(นักเรียนคนที่ 11, 3 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

“...หนูตอบแบบที่ครูบอกแต่หนูลืมดูหน่วยของคำตอบค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 13, 3 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

จากการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่ได้จากการสัมภาษณ์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนรู้สึกสับสนกับสถานการณ์ปัญหาที่เจอและ สับสนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา เมื่อนำมาคิดคำนวณ นักเรียนมักจะนึกไม่ออกว่าต้องเขียนอะไร และเริ่มจากตรงไหน นักเรียนบางคนเขียนแสดงวิธีหาคำตอบได้ หรือแทนค่าตามสูตรไม่ถูกต้อง จึงทำให้คำตอบที่ได้นั้นถูกต้องแค่บางส่วนหรือไม่ถูกต้องครบถ้วน

3.2.2 การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยทำการสังเกตพฤติกรรมระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนบางคนมีปัญหาในการแบ่งกลุ่มไม่อยากให้เพื่อนที่ไม่สนิทอยู่กลุ่มด้วย และเวลาทำกิจกรรมกลุ่มจะมีนักเรียนบางคนที่ยังเล่นและหยอกล้อกันในขณะที่เพื่อนคนอื่นๆทำกิจกรรม เวลาทำกิจกรรมมักจะมีแค่คนเดียวที่นั่งทำ คนอื่นๆในกลุ่มไม่ได้ช่วยเพื่อนทำงาน จึงเป็นผลให้นักเรียนไม่เข้าใจสถานการณ์ และไม่เข้าใจกระบวนการคิดที่ได้คำตอบของสถานการณ์ปัญหา และเมื่อต้องออกมานำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน ทำให้ไม่สามารถแสดงแนวคิดของตัวเองออกมาได้ และเวลาที่นักเรียนใช้ในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นนานเกินไปทำให้เวลานำเสนอกลุ่มนั้นไม่ได้ครบทุกกลุ่ม ในส่วนใบกิจกรรมนักเรียนยังขาดทักษะการคิดคำนวณที่เป็นพื้นฐานของคณิตศาสตร์ การวางแผนแก้ปัญหา และการแสดงวิธีแก้ปัญหาที่ยังไม่ละเอียด และไม่รู้จะเริ่มเขียนยังไง ทำให้คำตอบที่ได้ยังไม่ถูกต้องครบถ้วน

4. ขั้นการสะท้อนผล (reflection)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการวิเคราะห์ผลคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดหลังจบวงจรปฏิบัติการที่ 1 แบบประเมินพฤติกรรม และ แบบสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยจึงได้สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 24 แสดงปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมนานเกินไปทำให้ไม่สามารถสรุปแนวคิดของนักเรียนในกิจกรรมขั้นสุดท้ายได้	ครูอธิบายขั้นตอนและกำหนดเวลาให้ชัดเจน ในขั้นอภิปรายหน้าชั้นเรียนจะให้กลุ่มที่เสร็จในเวลา หรือกลุ่มที่อาสาออกมานำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียนแทนการออกมานำเสนอทุกกลุ่ม

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
2. นักเรียนไม่อยากให้ครูแบ่งกลุ่มให้	ครูให้นักเรียนร่วมกันเสนอวิธีการแบ่งกลุ่ม นักเรียนอยากทำกลุ่มแบบไหน และกลุ่มแบบไหนที่นักเรียนชื่นชอบ
3. นักเรียนไม่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนในกลุ่ม และนักเรียนบางคนไม่ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน	ครูคอยกำชับเสมอว่าในกลุ่มทุกคนจะต้องมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และควรแบ่งหน้าที่ในกลุ่มให้ชัดเจน และครูให้ใบกิจกรรมกับนักเรียนทุกคน เพื่อให้นักเรียนทุกคนร่วมคิดร่วมทำและจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันและกันได้
4. นักเรียนไม่กล้าออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน	ครูคอยให้กำลังใจ และให้การเสริมแรงทางบวก เช่น คำชมเชย คะแนนพิเศษ หรือ ของรางวัล
5. นักเรียนไม่วางแผนแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและไม่สามารถแสดงวิธีหาคำตอบได้	เพิ่มเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้คิดอย่างเป็นระบบเป็นไปตามขั้นตอนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการฝึกทักษะทางสังคมการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

วงจรปฏิบัติการที่ 2

1. ขั้นการวางแผน (planning)

ผู้วิจัยได้ทราบถึงปัญหาในชั้นเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้นำปัญหามาปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมในชั้นเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยผู้วิจัยได้นำเทคนิค KWDL ที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้คิดอย่างเป็นระบบ เป็นไปตามขั้นตอนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการฝึกทักษะทางสังคมการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และอธิบายขั้นตอนในการทำกิจกรรมและเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจนก่อนเริ่มทำกิจกรรม ผู้วิจัยค่อยช่วยกระตุ้นให้นักเรียนร่วมทำกิจกรรม และใช้การเสริมแรงทางบวก เช่น คะแนน หรือ ของรางวัล ให้แก่นักเรียนที่มีส่วนร่วมในการทำกิจกกรมกับเพื่อนๆ

2. ขั้นการปฏิบัติ (action)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 4 แผน โดยหลังจากดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบวัดความความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นแบบทดสอบวัด จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน และใช้แบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการเรียนรู้ที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร อันจะนำไปสู่การปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติต่อไป

3. ขั้นการสังเกต (observation)

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

หลังเสร็จกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบวัด จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 17 คน ได้ผลตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 25 ตารางแสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียนคนที่	คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์				รวม (30 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)
	ขั้นที่ 1 (6 คะแนน)	ขั้นที่ 2 (9 คะแนน)	ขั้นที่ 3 (9 คะแนน)	ขั้นที่ 4 (6 คะแนน)			
1	6	7	8	5	26	86.67	ผ่าน
2	6	8	7	6	27	90.00	ผ่าน
3	6	6	7	6	25	83.33	ผ่าน
4	6	6	5	4	21	70.00	ผ่าน
5	5	5	6	4	20	66.67	ไม่ผ่าน
6	6	8	7	6	27	90.00	ผ่าน
7	6	6	7	6	25	83.33	ผ่าน
8	6	5	6	3	20	66.67	ไม่ผ่าน
9	6	6	5	4	21	70.00	ผ่าน
10	6	6	5	4	21	70.00	ไม่ผ่าน
11	6	4	5	4	19	63.33	ไม่ผ่าน
12	6	5	6	6	23	76.67	ผ่าน
13	6	5	6	4	21	70.00	ผ่าน
14	5	5	5	3	18	60.00	ไม่ผ่าน
15	6	8	8	5	27	90.00	ผ่าน
16	4	4	6	4	18	60.00	ไม่ผ่าน
17	6	8	7	6	27	90.00	ผ่าน
$\bar{x}$	5.76	6.00	6.24	4.71	22.71	75.69	ผ่าน
ร้อยละ	96.08	66.67	69.28	78.43	-	-	-

หมายเหตุ : ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

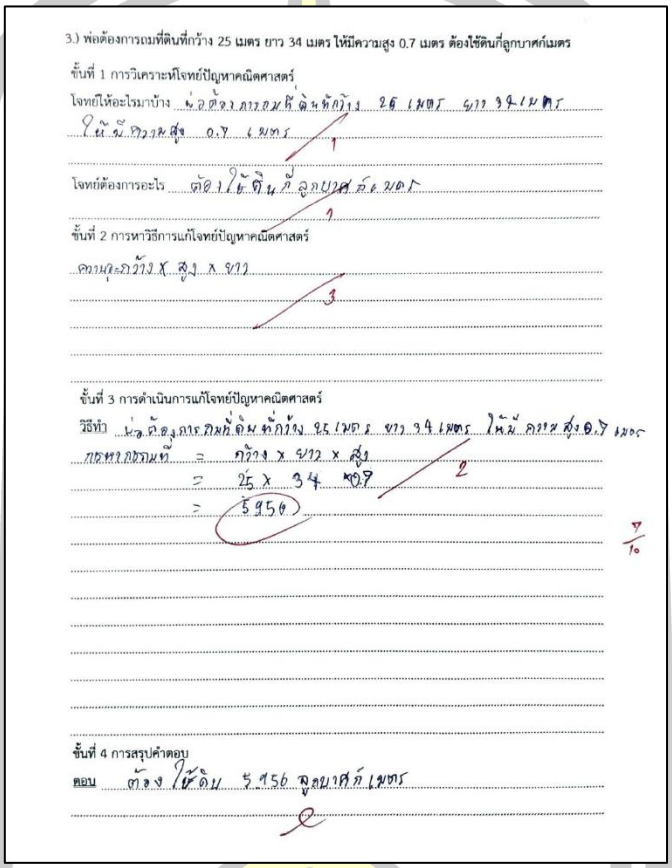
จากตาราง 23 พบว่า ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 17 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน

11 คน คิดเป็นร้อยละ 64.71 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 35.29 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

เมื่อพิจารณาคำตอบในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ย 22.71 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ในขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.76 คิดเป็นร้อยละ 96.08 ของคะแนนเต็ม ในขั้นที่ 2 การหาวิธีแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 6.00 คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของคะแนนเต็ม ในขั้นที่ 3 การดำเนินแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 6.24 คิดเป็นร้อยละ 69.28 ของคะแนนเต็ม ในขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.71 คิดเป็นร้อยละ 78.43 ของคะแนนเต็ม จะเห็นได้ว่ามีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน ได้แก่ นักเรียนคนที่ 5, 8, 10, 11, 14 และ 16

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

โดยผู้วิจัยได้นำเสนอตัวอย่างข้อมูลในการเขียนคำตอบ และการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้



3.) พ่อต้องการถมที่ดินที่กว้าง 25 เมตร ยาว 34 เมตร ให้มีความสูง 0.7 เมตร ต้องใช้ดินกี่ลูกบาศก์เมตร

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โจทย์ให้อะไรมาบ้าง พ่อต้องการถมที่ดินที่กว้าง 25 เมตร ยาว 34 เมตร ให้มีความสูง 0.7 เมตร 1

โจทย์ต้องการอะไร ต้องใช้ดินกี่ลูกบาศก์เมตร 1

ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ความยาวกว้าง x สูง x ยาว 3

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

วิธีทำ พ่อต้องการถมที่ดินที่กว้าง 25 เมตร ยาว 34 เมตร ให้มีความสูง 0.7 เมตร

กรณีถมที่ = กว้าง x ยาว x สูง 2

= 25 x 34 x 0.7

= 595 (0)

7/10

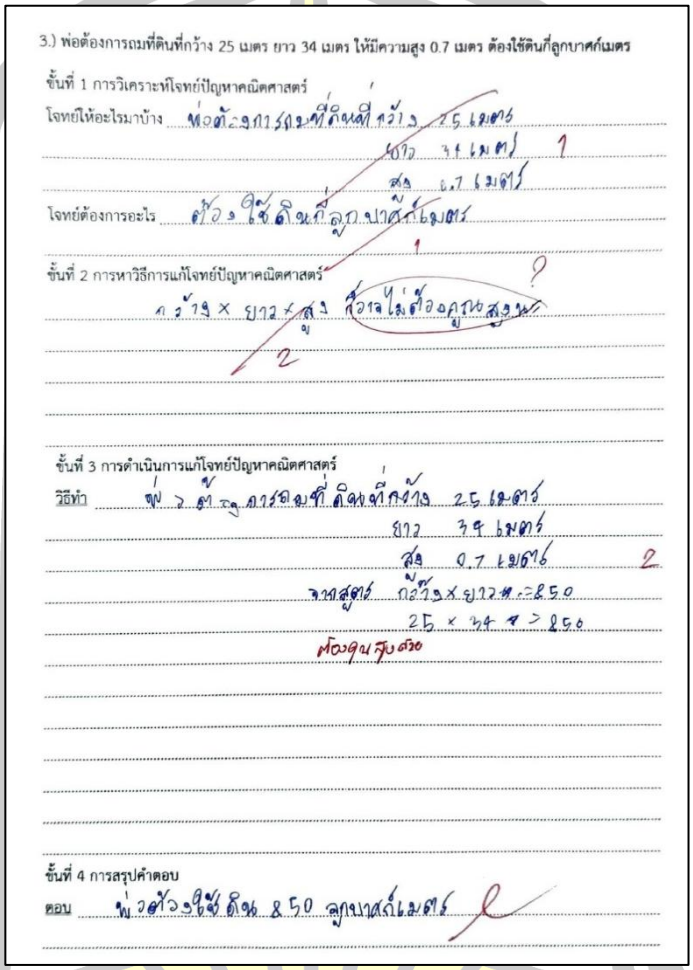
ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

ตอบ ต้องใช้ดิน 595 ลูกบาศก์เมตร 2

รูปที่ 14 ตัวอย่างการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2

จากรูปที่ 15 จะเห็นว่าขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ให้อะไร และต้องการอะไร ได้ถูกต้อง ในขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนได้บอกแนวคิดและระบุสูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ในขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหาแต่นักเรียนมีปัญหาด้านการคำนวณหรือคำนวณผิดผลาด ซึ่งโจทย์ข้อนี้จะต้องใช้ความรู้เรื่องการคูณทศนิยม นักเรียนอาจจะลืมวิธีการคูณแบบทศนิยมทำให้ได้คำตอบผิด และไม่ได้ทบทวนคำตอบที่ได้

ก่อน และ ในขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ เนื่องจากนักเรียนคำนวณผิดพลาดจึงส่งผลให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้องด้วย


3.) พ่อต้องการถมที่ดินที่กว้าง 25 เมตร ยาว 34 เมตร ให้มีความสูง 0.7 เมตร ต้องใช้ดินกี่ลูกบาศก์เมตร

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โจทย์ให้อะไรมาบ้าง พ่อต้องการถมที่ดินที่กว้าง 25 เมตร ยาว 34 เมตร สูง 0.7 เมตร 1

โจทย์ต้องการอะไร ต้องใช้ดินกี่ลูกบาศก์เมตร 1

ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

กว้าง × ยาว × สูง ต้องไม่ต้องคูณสูงมั้ย ? 2

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

วิธีทำ พ่อต้องการถมที่ดินที่กว้าง 25 เมตร ยาว 34 เมตร สูง 0.7 เมตร 2

จากสูตร กว้าง × ยาว = 850

25 × 34 = 850

ต้องคูณสูงด้วย

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

ตอบ พ่อต้องใช้ดิน 850 ลูกบาศก์เมตร

รูปที่ 15 ตัวอย่างการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 2

จากรูปที่ 16 จะเห็นว่าขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ให้อะไร และต้องการอะไร ได้ถูกต้อง ในขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนได้บอกแนวคิด แต่นักเรียนอาจจะสบสนกับสถานการณ์กับสูตร จึงทำให้คำตอบไม่ถูกต้องครบถ้วน ในขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนเขียนคำแสดงวิธีทำไม่ครบถ้วน จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาแต่สบสนว่าจะต้องคูณสูงไหมตั้งแต่ขั้นที่ 2 ทำให้

ขั้นตอนแสดงวิธีทำนั้นไม่ถูกต้องครบถ้วน และ ในขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ เนื่องจากนักเรียนเขียนวิธีทำไม่ถูกต้องครบถ้วนทำให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้องด้วย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์และแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใช้ประเมินพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยทำการสัมภาษณ์และสังเกตระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนความสามารถต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3.2.1 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสามารถสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์หาสิ่งที่โจทย์ให้มา และสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ โดยนักเรียนจะต้องอ่านโจทย์และวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับโจทย์ ปัญหาที่พบในขั้นนี้ จากการสังเกตและการสัมภาษณ์นักเรียน คือนักเรียนสามารถแยกสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ แต่นักเรียนยังสบสนเวลาเจอโจทย์ปัญหาที่สับซ้อนขึ้น หรือเจอโจทย์ที่ใช้กลุ่มคำที่แตกต่างไปจากเดิม จึงทำให้เขียนตอบสิ่งที่โจทย์ให้มานักเรียนจะลอกประโยคหรือโจทย์มาหมด จึงส่งผลให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง เห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...ผมอ่านโจทย์แล้วสับสนนิดหน่อยครับว่าตัวเองจะเขียนคำตอบออกมาได้ถูกไหม...”

(นักเรียนคนที่ 5, 11 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

“...หนูเขียนสิ่งที่โจทย์ให้และโจทย์ถามได้ค่ะ หนูแบ่งประโยคและดูคำที่ครูบอกค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 15, 11 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการวางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีหรือเทคนิคต่างๆ ตามความสามารถ ปัญหาที่พบในขั้นนี้คือ นักเรียนเขียนคำตอบและลำดับการแก้ปัญหาได้ไม่ครบ นักเรียนจะเขียนเป็นแนวคิดของนักเรียนเองตามความรู้เดิมที่ได้รับ และนักเรียนบางคนสับสนกับการเลือกวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา จึงส่งผลให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ครบถ้วน เห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...ผมจำสูตรได้ครับแต่ผมสับสนกับโจทย์เลยเขียนออกมาแบบนั้นครับ...”

(นักเรียนคนที่ 5, 11 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

“...ผมจำแค่ว่าต้องเอามาคูณกันครับเลยเขียนตอบแบบสั้นๆไปครับ ไม่ได้เขียนว่าเป็นสูตรของการหาอะไร...”

(นักเรียนคนที่ 11, 11 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

“...หนูไม่แน่ใจค่ะว่าที่เขียนไปถูกไหมที่หนูจำได้ก็เอาตัวเลขมาคูณกันหมด...”

(นักเรียนคนที่ 16, 11 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการตามแผน เป็นการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่ ปัญหาที่พบในขั้นนี้ คือ นักเรียนบางคนยังสับสนกับการเลือกวิธีแก้ปัญหา ทำให้พอมาแสดงวิธีการหาคำตอบนั้นคำตอบไม่ถูกต้องครบถ้วน และนักเรียนบางคนมีปัญหาในการคำนวณ จำหลักการคูณเลขทศนิยมไม่ได้ ไม่มีการตรวจสอบคำตอบ เขียนตอบเป็นลำดับขั้นตอนไม่ละเอียดครบถ้วน จึงส่งผลให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง เห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...ผมสับสนครับว่าต้องคูณสูงด้วยไหมก็เลยเอาแค่กว้างคูณกับยาวแล้วตอบเลยครับ...”

(นักเรียนคนที่ 5, 11 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

“...หนูจำวิธีการคูณทศนิยมไม่ได้ค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 14, 11 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

เป็นขั้นที่ผู้เรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา ปัญหาที่พบในขั้นนี้ คือนักเรียนเขียนสรุปคำตอบและหน่วยได้ดีขึ้น แต่คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง เนื่องจากการคำนวณผิดผลาดตั้งแต่ขั้นที่ 3 จึงทำให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง เห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...ผมเขียนตอบแบบที่ครูแนะนำเลยครับ แต่ไม่แน่ใจว่าคำตอบว่าจะถูกไหม...”

(นักเรียนคนที่ 8, 11 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

“...หนูไม่แน่ใจว่าจะคูณเลขถูกไหมหนูจำการคูณทศนิยมไม่ได้ แล้วหนูทำไม่ทันด้วยค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 14, 11 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

จากการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่ได้จากการสัมภาษณ์ของนักเรียน พบว่านักเรียนบางคนยังสับสนกับสถานการณ์ปัญหาที่เจอ และนักเรียนยังรู้สึกสับสนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนบางคนยังมีปัญหาการคูณทศนิยม นักเรียนบางคนยังเขียนแสดงวิธีหาคำตอบไม่ได้ หรือแทนค่าตามสูตรไม่ถูกต้อง จึงทำให้คำตอบที่ได้นั้นถูกต้องแค่บางส่วน หรือไม่ถูกต้องครบถ้วน

3.2.2 การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยทำการสังเกตพฤติกรรมระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนใช้เวลาทำกิจกรรมแต่ละขั้นดีขึ้น เวลาทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม แต่ยังคงมีนักเรียนบางคนที่ยังเล่นและหยอกล้อกันในขณะที่เพื่อนคนอื่นๆทำกิจกรรม จึงเป็นผลให้นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจสถานการณ์ และไม่เข้าใจกระบวนการคิดที่ได้คำตอบของสถานการณ์ปัญหา ในขั้นที่ต้องออกมานำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียนนักเรียนกล้าที่จะพูดนำเสนอหน้าชั้นเรียนมากขึ้น ในส่วนของใบกิจกรรมนักเรียนมีการเขียนแสดงลำดับขั้นตอนวิธีแก้ปัญหาได้ดีขึ้น แต่ยังไม่ละเอียดครบถ้วน ส่วนการคิดคำนวณคำตอบที่เป็นทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ นักเรียนยังคงสับสนเมื่อต้องเจอสถานการณ์ปัญหาที่เป็นเลขทศนิยม จึงทำให้คำตอบที่ได้นั้นยังไม่ถูกต้อง

4. ขั้นการสะท้อนผล (reflection)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการวิเคราะห์ผลคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL หลังจบวงจรปฏิบัติการที่ 2 แบบประเมินพฤติกรรม และ แบบสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยจึงได้สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 26 แสดงปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนสับสนเวลาเจอโจทย์ปัญหาใหม่ๆ ไม่สามารถประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง	ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและสังเกตกลุ่มคำที่มีความหมายเหมือนกันในสถานการอื่นๆ เช่นการยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเพิ่มเติม เพื่อเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การวางแผนและแก้ปัญหาได้
2. นักเรียนสับสนกับการเลือกวิธีแก้ปัญหา การลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา เมื่อเจอโจทย์ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆ	ครูทบทวนการพิจารณาโจทย์ปัญหากับนักเรียน ให้นักเรียนช่วยกันทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาตัวอย่าง และสังเกตสิ่งที่โจทย์ให้มา และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ว่ามีอะไรบ้าง และเมื่อพิจารณาแล้วว่าควรใช้วิธีนี้แก้ปัญหาก็ไม่ควรที่จะลังเล เมื่อได้คำตอบแล้วให้นักเรียนลองตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องไหมถ้าคำตอบไม่ถูกต้องค่อยกลับมาดูที่การเลือกวิธีแก้ปัญหา
3. นักเรียนมีปัญหาในการคำนวณการคูณทศนิยม ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหา	ครูทบทวนการคูณทศนิยม หลักการการคูณทศนิยม การเติมจุดทศนิยมหลังการคูณ ให้กับนักเรียนก่อนทำกิจกรรมกลุ่ม ถ้านักเรียนคนใดที่ยังมีปัญหาจะให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการคูณทศนิยม เพื่อให้นักเรียนได้คุ้นชินและได้เห็นถึงหลักการคูณทศนิยมจากการฝึกทำด้วยตัวเอง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

วงจรปฏิบัติการที่ 3

1. ขั้นการวางแผน (planning)

ผู้วิจัยได้ทราบถึงปัญหาในชั้นเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้นำปัญหามาปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมในชั้นเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยผู้วิจัยได้อธิบายและเน้นยำในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ หรือข้อบกพร่องที่พบเห็นของนักเรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรม และค่อยช่วยกระตุ้นให้นักเรียนร่วมทำกิจกรรม และใช้การเสริมแรงทางบวกและให้กำลังใจกับนักเรียนที่ยังคงผิดพลาด อีกทั้งยังให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติม ให้นักเรียนได้ฝึกฝนและคุ้นชินกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องมากขึ้น

2. ขั้นการปฏิบัติ (action)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 4 แผน โดยหลังจากดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบวัดความความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นแบบทดสอบวัด จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน และใช้แบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการเรียนรู้ที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร อันจะนำไปสู่การปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติต่อไป

3. ขั้นการสังเกต (observation)

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

หลังเสร็จกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบวัด จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยผลคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 17 คน ได้ผลตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 27 ตารางแสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3

นักเรียนคนที่	คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์				รวม (30 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน (เกณฑ์ร้อยละ 70)
	ขั้นที่ 1 (6 คะแนน)	ขั้นที่ 2 (9 คะแนน)	ขั้นที่ 3 (9 คะแนน)	ขั้นที่ 4 (6 คะแนน)			
1	6	7	9	6	28	93.33	ผ่าน
2	6	8	9	6	29	96.67	ผ่าน
3	6	8	8	6	28	93.33	ผ่าน
4	6	6	6	6	24	80.00	ผ่าน
5	5	6	7	5	23	76.67	ผ่าน
6	6	9	8	6	29	96.67	ผ่าน
7	6	6	7	4	23	76.67	ผ่าน
8	6	7	6	6	25	83.33	ผ่าน
9	6	6	6	5	23	76.67	ผ่าน
10	6	9	8	5	28	93.33	ผ่าน
11	6	5	6	4	21	70.00	ผ่าน
12	6	8	7	6	27	90.00	ผ่าน
13	6	6	5	4	21	70.00	ผ่าน
14	4	6	6	4	20	66.67	ไม่ผ่าน
15	6	8	8	5	27	90.00	ผ่าน
16	6	4	5	4	19	63.33	ไม่ผ่าน
17	6	8	7	6	27	90.00	ผ่าน
$\bar{x}$	5.82	6.88	6.94	5.18	24.82	82.75	ผ่าน
ร้อยละ	97.06	76.47	77.12	86.27	-	-	-

หมายเหตุ : ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

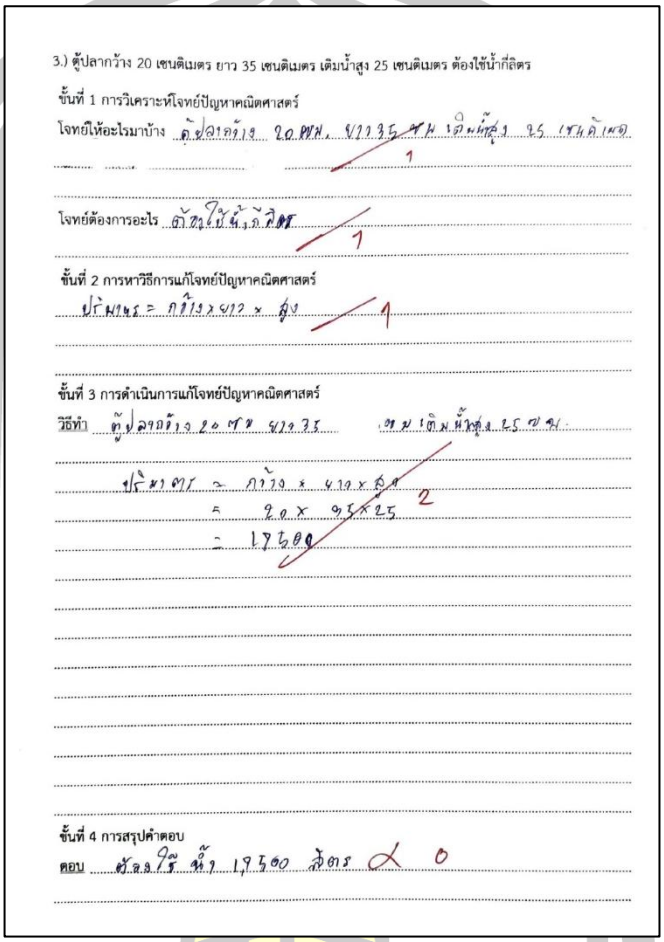
จากตาราง 25 พบว่า ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 17 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

เมื่อพิจารณาคำตอบในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ย 24.82 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ในขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.82 คิดเป็นร้อยละ 97.06 ของคะแนนเต็ม ในขั้นที่ 2 การหาวิธีแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 6.88 คิดเป็นร้อยละ 76.47 ของคะแนนเต็ม ในขั้นที่ 3 การดำเนินแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 6.94 คิดเป็นร้อยละ 77.12 ของคะแนนเต็ม ในขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.18 คิดเป็นร้อยละ 86.27 ของคะแนนเต็ม จะเห็นได้ว่ามีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน ได้แก่ นักเรียนคนที่ 14 และ 16

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

โดยผู้วิจัยได้นำเสนอตัวอย่างข้อมูลในการเขียนคำตอบ และการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้



3.) ตู้ปลากว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร เติมน้ำสูง 25 เซนติเมตร ต้องใช้น้ำกี่ลิตร

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โจทย์ให้อะไรมาบ้าง ตู้ปลากว้าง 20 ซม. ยาว 35 ซม เติมน้ำสูง 25 เซนติเมตร 1

โจทย์ต้องการอะไร ต้องใช้น้ำกี่ลิตร 1

ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ปริมาตร = กว้าง x ยาว x สูง 1

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

วิธีทำ ตู้ปลากว้าง 20 ซม ยาว 35 เซนติเมตร เติมน้ำสูง 25 ซม

ปริมาตร = กว้าง x ยาว x สูง

= 20 x 35 x 25 2

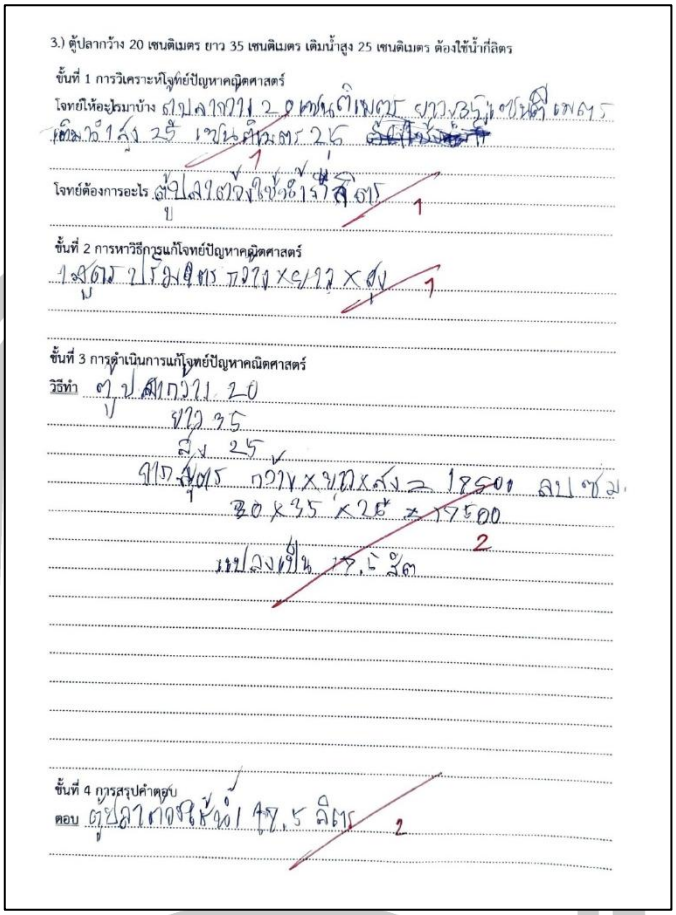
= 17500

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

ตอบ ต้องใช้น้ำ 17500 ลิตร 0

รูปที่ 16 ตัวอย่างการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3

จากรูปที่ 17 จะเห็นว่าขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ให้อะไร และต้องการอะไร ได้ถูกต้อง ในขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนได้บอกแนวคิดหรือสูตรที่ใช้ แต่ไม่ได้บอกลำดับขั้นตอนการใช้อย่างละเอียด จึงทำให้คำตอบไม่ถูกต้องครบถ้วน ในขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนเขียนคำแสดงวิธีทำไม่ครบถ้วน เนื่องจากขั้นที่ 2 นักเรียนวางแผนการแก้โจทย์ปัญหายังไม่คลอบคลุม ทำให้ขั้นตอนแสดงวิธีทำนั้นไม่ถูกต้องครบถ้วน และ ในขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ เนื่องจากนักเรียนเขียนวิธีทำไม่ถูกต้องครบถ้วนทำให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้องด้วย



รูปที่ 17 ตัวอย่างการประเมินคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3

จากรูปที่ 18 จะเห็นว่าขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ให้อะไร และต้องการอะไร ได้ถูกต้อง ในขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนได้บอกแนวคิดหรือสูตรที่ใช้ แต่ไม่ได้บอกลำดับขั้นตอนการใช้อย่างละเอียด จึงทำให้คำตอบไม่ถูกต้องครบถ้วน ในขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนเขียนคำแสดงวิธีทำไม่ครบถ้วน เนื่องจากขั้นที่ 2 นักเรียนวางแผนการแก้โจทย์ปัญหายังไม่คลอบคลุม ทำให้ขั้นตอนแสดงวิธีทำนั้นไม่ครบถ้วน และ ในขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์และแบบประเมินพฤติกรรมนักเรียนในด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใช้ประเมินพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยทำการสัมภาษณ์และสังเกตระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนความสามารถต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 2 คน

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

3.2.1 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยทำการสัมภาษณ์ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้

ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ปัญหาที่พบในขั้นนี้คือ นักเรียนเขียนคำตอบและลำดับการแก้ปัญหาได้ไม่ครบ จึงส่งผลให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ครบถ้วน เห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...หนูลืมเขียนเป็นขั้นตอนเหมือนที่ครูบอกค่ะ หนูเขียนไปแค่สูตรที่ใช้หาคำตอบอย่างเดียว...”

(นักเรียนคนที่ 14, 19 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

“...หนูจำได้แค่สูตรการหาปริมาตร หนูจำสูตรแปลงหน่วยไม่ได้เลยเขียนไปแค่นั้นค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 16, 19 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ปัญหาที่พบในขั้นนี้ คือ นักเรียนไม่เขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนอย่างละเอียด และนักเรียนลืมขั้นตอนการแปลงหน่วยก่อนจะตอบทำให้คำตอบไม่ถูกต้อง และนักเรียนไม่มีการตรวจสอบคำตอบว่าคำตอบที่ได้มาสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือไม่ จึงส่งผลให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง เห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...หนูลืมไปเลยค่ะว่าโจทย์ให้ตอบเป็นลิตร พอได้คำตอบหนูก็ตอบเลยไม่ได้ดูให้ดีก่อน...”

(นักเรียนคนที่ 14, 19 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

“...หนูจำได้แค่ถามเป็นลิตรให้เอามาหารหนึ่งร้อยหนูไม่รู้จะเขียนยังไง...”

(นักเรียนคนที่ 16, 11 กันยายน 2567 : สัมภาษณ์)

จากการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่ได้จากการสัมภาษณ์ของนักเรียน พบว่านักเรียนยังสับสนกับสถานการณ์ปัญหาที่เจอ และนักเรียนยังรู้สึกสับสนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ต้องหาคำตอบหลายขั้นตอน และยังเขียนแสดงวิธีหาคำตอบไม่ได้เมื่อโจทย์ปัญหาซับซ้อนขึ้น จึงทำให้คำตอบที่ได้นั้นถูกต้องแค่บางส่วน หรือไม่ถูกต้องครบถ้วน

3.2.2 การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยทำการสังเกตพฤติกรรมระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี กล้าที่จะตอบคำถาม กล้าที่จะบอกแนวคิดของตกมากขึ้น ในกิจกรรมกลุ่มนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม แต่ยังคงมีนักเรียนบางคนที่ยังเล่นและหยอกล้อกันในขณะที่เพื่อนคนอื่นๆทำกิจกรรม แต่ภาพร่วมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่ตั้งใจทำกิจกรรมเป็นอย่างดี ในส่วนของใบกิจกรรม นักเรียนมีการเขียนแสดงลำดับขั้นตอนวิธีแก้ปัญหาได้ดีขึ้น แต่ยังคงสับสนกับโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น มีการแก้ปัญหา 2 ขั้นตอนขึ้นไป ในการแสดงวิธีแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน ไม่ละเอียดครบถ้วน

4. ขั้นการสะท้อนผล (reflection)

จากการวิเคราะห์ผลคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังจากจบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 3 แบบประเมินพฤติกรรม และ แบบสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไขที่จะพัฒนาสำหรับนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์เพื่อใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป

ตารางที่ 28 แสดงปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาหรือเลือกวิธีแก้ปัญหาไม่ครบ ทำให้การดำเนินแก้ปัญหาเกิดความผิดพลาด	ครูให้นักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ดูกระดาษคำตอบของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงจุดที่ผิดพลาดของตน และชี้แนะในจุดที่นักเรียนยังสงสัย ให้นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาให้ดีและครบถ้วน เขียนเป็นขั้นตอนออกมา ว่าต้องแก้ปัญหาขั้นแรกไปจนถึงขั้นสุดท้ายของคำตอบ ยังไง และเน้นย้ำกับนักเรียนเสมอว่าขั้นตอนการวางแผนนั้นสำคัญสำหรับการหาคำตอบมาก เพราะถ้าขาดไปเพียงขั้นตอนเดียวก็อาจทำให้คำตอบที่ได้นั้นผิดไปด้วย

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม ได้ผลตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 29 แสดงผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL

นักเรียนคนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		
	คะแนน (เต็ม 20 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
1	16	80	ผ่านเกณฑ์
2	19	95	ผ่านเกณฑ์
3	15	75	ผ่านเกณฑ์
4	16	80	ผ่านเกณฑ์
5	18	90	ผ่านเกณฑ์
6	19	95	ผ่านเกณฑ์
7	18	90	ผ่านเกณฑ์
8	17	85	ผ่านเกณฑ์
9	18	90	ผ่านเกณฑ์
10	17	85	ผ่านเกณฑ์
11	18	90	ผ่านเกณฑ์
12	15	75	ผ่านเกณฑ์
13	14	70	ไม่ผ่านเกณฑ์
14	14	70	ไม่ผ่านเกณฑ์
15	17	85	ผ่านเกณฑ์
16	15	75	ผ่านเกณฑ์
17	18	90	ผ่านเกณฑ์
$\bar{x}$	16.71	83.53	ผ่านเกณฑ์
ร้อยละ	98.27	-	-

จากตารางที่ 28 พบว่า ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยมีกลุ่มเป้าหมายจำนวน 17 คน มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดแก้สถานการณ์ปัญหาที่เน้นให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความรู้ความเข้าใจ ทักษะการคิด ละสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองผ่านกระบวนการกลุ่ม ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ทั้งนี้เป็นเพราะการสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้นนักเรียนจะต้องนำความรู้ที่ได้เรียนทั้งหมดมาใช้ และต้องจัดสรรเวลาให้เหมาะสมจึงจะทำให้นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินที่ครูผู้สอนได้กำหนดไว้ ดังนั้นเพื่อที่จะทำให้นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินครูผู้สอนจะต้องทบทวนเนื้อหาที่จะใช้ในการสอบกับผู้เรียนก่อนทำการสอบจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาที่เคยเรียนมาทั้งหมดด้วย

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL รายข้อได้ผลตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 30 แสดงผลวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน	$\bar{x}$	$S.D.$	ผลการประเมิน
1. เนื้อหาวิชามีความน่าสนใจ และทำให้นักเรียนตั้งใจในการเรียนรู้แต่ละครั้ง	3.65	0.79	พึงพอใจมาก
2. เนื้อหาวิชามีการลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยากและเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน	3.71	0.77	พึงพอใจมาก
3. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระยะเวลาในการเรียน	3.82	0.95	พึงพอใจมาก
4. เนื้อหารายวิชาสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้	3.76	0.90	พึงพอใจมาก
5. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายขึ้น	3.59	1.06	พึงพอใจมาก
6. นักเรียนพอใจต่อผลสำเร็จในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง	3.88	0.78	พึงพอใจมาก

รายการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน	$\bar{x}$	$S.D.$	ผลการประเมิน
7. นักเรียนมีความสุขในการเรียนรายวิชานี้	3.71	1.16	พึงพอใจมาก
8. นักเรียนรู้สึกมีความสุขและสนุกสนานที่ได้ทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกับเพื่อน	4.06	1.03	พึงพอใจมาก
9. ครูผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	3.88	0.99	พึงพอใจมาก
10. ครูผู้สอนชี้แจงรายละเอียดการสอน การวัดและประเมินผลอย่างชัดเจน	3.94	0.97	พึงพอใจมาก
11. นักเรียนใช้สื่อการสอนต่างๆร่วมกัน	3.65	0.79	พึงพอใจมาก
12. นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นซึ่งกันและกัน	3.41	1.00	พึงพอใจมาก
13. นักเรียนได้ฝึกทักษะการทำงานร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม ได้ฝึกความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม ได้ฝึกฝนตนเองในด้านความกล้าแสดงออก กล้าคิด กล้าตัดสินใจ	3.76	0.90	พึงพอใจมาก
14. การวัดและการประเมินผลมีการประเมินการเรียนของนักเรียน ทั้งรายบุคคล และกิจกรรมกลุ่ม	4.12	0.60	พึงพอใจมาก
15. ครูผู้สอนแจ้งให้นักเรียนทราบผลผลการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่ม	4.12	0.99	พึงพอใจมาก
16. ครูผู้สอนแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยคละความสามารถและเพศ อย่างเหมาะสม	4.29	0.92	พึงพอใจมาก
17. ครูผู้สอนให้คำปรึกษา แนะนำ ดูแลนักเรียนอย่างทั่วถึง	4.12	1.05	พึงพอใจมาก
18. ครูผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	3.76	1.03	พึงพอใจมาก
19. นักเรียนรู้สึกพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชานี้	4.18	0.95	พึงพอใจมาก
20. นักเรียนรู้สึกพึงพอใจต่อวิธีการสอนและเทคนิคการสอนของครูผู้สอนในรายวิชานี้	4.47	0.62	พึงพอใจมาก
เฉลี่ยรวมรายฉบับ	3.89	0.91	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 29 พบว่า ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.91 โดยภาพรวมพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL

สรุปผล

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

จากผลการศึกษา และการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายควรส่งเสริมให้ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และคอยช่วยเหลือนักเรียนโดยการชี้แนะให้เห็นถึงจุดที่บกพร่องของแต่ละคน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่สูงขึ้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.71 คิดเป็นร้อยละ 83.58 ของคะแนนเต็มมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.91 ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

อภิปรายผล

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นำมาอภิปรายผลดังนี้

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 17.24 คิดเป็นร้อยละ 57.45 ของคะแนนเต็ม มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 35.29 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดนี้ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจ และทักษะการคิด โดยให้เสนอแนวคิด หรือกระบวนการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนคณิตศาสตร์ตามศักยภาพของตนเอง ซึ่งมีทั้งใบกิจกรรมให้นักเรียนทำกันเป็นกลุ่มสามารถปรึกษากันและช่วยกันแก้โจทย์ปัญหา โดยฝึกให้แก้ปัญหาที่เป็นลำดับขั้นตอน และมีการสรุปความรู้ร่วมกันเป็นการเน้นย้ำให้ผู้เรียนได้เข้าใจและยังได้ตรวจสอบความบกพร่องของกลุ่มตนเอง และกลุ่มอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) การให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง ในขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการเรียนรู้ด้วยตัวเองเพียงคนเดียวมาเป็นการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น และการนำแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาอภิปรายทั้งชั้นเรียน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นๆ ในชั้นได้มีโอกาสเรียนรู้แนวคิดของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ และนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 64.71 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เป็นผลมาจากการที่นักเรียนอ่าน

โจทย์ปัญหาไม่เข้าเข้าใจ ไม่สามารถวิเคราะห์แยกแยะระหว่างสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ ทำให้ไม่สามารถนำองค์ความรู้และสิ่งที่มีอยู่ไปใช้ในการวางแผนแก้ปัญหาได้ อีกทั้งนักเรียนยังขาดทักษะการคำนวณซึ่งเป็นพื้นฐานของการแก้ปัญหาทำให้คำนวณผิดพลาด ขาดการตรวจสอบและการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538) ได้กล่าวว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมสามารถบูรณาการให้เข้ากับปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นได้ โดยสามารถแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบทางคณิตศาสตร์

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเอาเทคนิค KWDL มาร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ซึ่งเทคนิค KWDL ช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้คิดอย่างเป็นระบบ เป็นไปตามขั้นตอนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการฝึกทักษะทางสังคมการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561) ที่กล่าวว่าการสอนแบบ KWDL นี้มีประโยชน์มากในการพัฒนาผู้เรียนทางสติปัญญา ทักษะทางสังคม ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลจากโจทย์ปัญหา และยังช่วยให้ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาหลากหลายทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน มาเรียนรู้ร่วมกันได้ ได้ฝึกการคิดอย่างมีระบบ และมีขั้นตอนการคิดที่เป็นกระบวนการชัดเจน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 22.71 คิดเป็นร้อยละ 75.69 ของคะแนนเต็ม มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 64.71 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จะเห็นได้นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทั้งนี้เพราะ ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่พบเจอในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมในชั้นเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยผู้วิจัยได้อธิบายขั้นตอนในการทำกิจกรรมและเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจนก่อนเริ่มทำกิจกรรม ผู้วิจัยค่อยช่วยกระตุ้นให้นักเรียนร่วมทำกิจกรรม และใช้การเสริมแรงทางบวก เช่น คะแนน หรือ ของรางวัล หรือ คำชมเชย ให้แก่นักเรียนที่มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับเพื่อนๆ นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้สถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายขึ้น กล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็นร่วมกัน มีการปรึกษาการแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม และได้มีการสรุปความรู้ และแนวคิดที่ได้รวมถึงได้ร่วมกันอภิปรายชี้แนะข้อบกพร่องที่พบเจอร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 35.29 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ นักเรียนยังไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหา หรือยังสับสนทำให้ทำความเข้าใจปัญหาได้ไม่ครบถ้วน การวางเลือกใช้

วิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนแก้ปัญหายังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ทำให้ขั้นตอนการดำเนิดแก้ปัญหานั้นไม่ถูกต้อง และยังมีนักเรียนที่ยังคำนวณยังไม่ถูก ขาดทักษะการคำนวณพื้นฐานทำให้คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง ไม่มีการตรวจสอบคำตอบอีกรอบก่อนจะสรุปคำตอบ ส่งผลให้การสรุปคำตอบนั้นผิดพลาด

วงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 24.82 คิดเป็นร้อยละ 82.75 ของคะแนนเต็ม มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ทั้งนี้เป็นเพราะ ผู้วิจัยได้อธิบายและเน้นย้ำในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ หรือข้อบกพร่องที่พบเห็นของนักเรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรม และค่อยช่วยกระตุ้นให้นักเรียนร่วมทำกิจกรรม และใช้การเสริมแรงทางบวกและให้กำลังใจกับนักเรียนที่ยังคงผิดพลาด อีกทั้งยังให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติม ให้นักเรียนได้ฝึกฝนและคุ้นชินกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้การใช้การเรียนรู้เป็นกระบวนการกลุ่มและทำงานร่วมกัน จะทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม และการได้มีส่วนร่วมจะช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้เกิดการทำงานและการวางแผนแก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Troutman and Lichtenberg (1995) การทำงานกลุ่มหรือแก้ปัญหาร่วมกัน สามารถนำคำตอบที่ได้มาตรวจสอบเปรียบเทียบกัน และได้เรียนรู้สิ่งที่แปลกใหม่จากเพื่อน ๆ เมื่อสามารถวางแผนแบ่งงานได้เป็นส่วน ๆ สามารถแบ่งกันทำงานตามแผนคนละส่วน แล้วนำมาประกอบกันจะทำให้งานสำเร็จลุล่วงเร็วและมีความสมบูรณ์ และนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ นักเรียนยังสับสนกับสถานการณ์ปัญหาที่เจอ และนักเรียนยังรู้สึกสับสนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ต้องหาคำตอบหลายขั้นตอนและยังเขียนแสดงวิธีหาคำตอบไม่ได้เมื่อโจทย์ปัญหาซับซ้อนขึ้น จึงทำให้คำตอบที่ได้นั้นถูกต้องแค่บางส่วน หรือไม่ถูกต้องครบถ้วน

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น เนื่องจากเป็นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ทำความเข้าใจปัญหา และเกิดวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย และเทคนิค KWDL จะช่วยส่งเสริมให้การแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ได้เป็นลำดับขั้นตอนตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบความถูกต้อง โดยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ที่เสริมด้วยเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยสนใจที่กระบวนการคิดของนักเรียน นักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดแก้

สถานการณ์ปัญหาและสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่ม มาช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความท้าทายและอยากแก้ สถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อลงกรณ์ ดำรงไทย (2563) ที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผ่านหารจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (open approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 28.41 คิดเป็นร้อยละ 71.03 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 76.92 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจลักษณ์ ภูสามารถ และคณะ (2564) ที่พบว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.71 คิดเป็นร้อยละ 83.58 ของคะแนนเต็ม มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แสดงว่า กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ที่เสริมด้วยเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดแก้สถานการณ์ปัญหา ที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจ และทักษะการคิด และสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่ม ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้น นอกจากนี้การใช้การเรียนรู้เป็นกระบวนการกลุ่มและทำงานร่วมกัน ช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เมษา นวลศรี (2556) ได้กล่าวว่า การใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทั้งด้านความรู้ ความสามารถ ลักษณะนิสัย และทักษะต่างๆ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิลดา ชูพันธ์ และ รักพร ดอกจันทร์ (2565) ที่พบว่าผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.91 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก แสดงว่า กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ที่เสริมด้วยเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการคิดแก้สถานการณ์ปัญหาและสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการกลุ่ม มาช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ นอกจากนี้การใช้การเรียนรู้เป็นกระบวนการกลุ่มและทำงานร่วมกัน จะทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม ได้ฝึกฝนตนเองในด้านความกล้าแสดงออก กล้าคิด กล้าตัดสินใจ และการได้มีส่วนร่วมจะช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2549) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นสภาพความรู้สึกที่มี ความสุข สดชื่น เป็นภาวะทางอารมณ์เชิงบวกที่บุคคลแสดงออกเมื่อได้รับผลสำเร็จทั้งปริมาณ และ คุณภาพ ตามจุดมุ่งหมาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจลักษณ์ ภูสามารถ และคณะ (2564) ที่พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.21

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นวิธีการสอนที่แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ครูผู้สอนควรอธิบายขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และอธิบายกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาให้ชัดเจนก่อนทำกิจกรรม และควรคำนึงถึงนักเรียนแต่ละคน เนื่องจากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่ไม่เท่ากัน ความสนใจที่มีต่อกิจกรรมไม่เท่ากัน ควรให้การเสริมแรงเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความสนใจให้การทำกิจกรรม และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อให้กิจกรรมเป็นไปตามวัตถุประสงค์

1.2 การจัดกิจกรรมกลุ่ม การวิจัยนี้มีการจัดกิจกรรมกลุ่มที่หลากหลาย ทั้งกลุ่มที่คละความสามารถ กลุ่มแบบสุ่ม และกลุ่มที่นักเรียนแบ่งกลุ่มเอง พบว่ากลุ่มแบบคละความสามารถ ละกลุ่มบบสุ่มมักเจอปัญหาที่นักเรียนบางคน หรือนักเรียนบางกลุ่ม ไม่อยากให้เพื่อนอยู่กลุ่มด้วย จนทำให้เกิดปัญหาตั้งแต่ต้นคาบจนทำให้เวลาในการทำกิจกรรมกลุ่มล้าช้าไปด้วย ส่วนกลุ่มที่นักเรียนแบ่งกลุ่มเองจะไม่พบปัญหาดังกล่าวแต่จะพบปัญหาเรื่องความสามารถของนักเรียนแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ทำให้กลุ่มที่เก่งทำกิจกรรมได้รวดเร็ว และกลุ่มที่อ่อนมักจะทำกิจกรรมได้ช้ากว่า ดังนั้นการจัด

กิจกรมกลุ่มแต่ละแบบจึงมีข้อดีละข้อเสียที่แต่งต่างกันออกไป ครูผู้สอนจึงต้องเลือกใช้กิจกรรมกลุ่มที่เหมาะสมกับสถานการณ์

1.3 การเสริมแรง ผู้วิจัยใช้การเสริมแรงทางบวก การให้คะแนนพิเศษ การให้คำชมเชย และการให้ของรางวัลกับนักเรียนที่ผ่านจุดประสงค์ และให้กำลังใจกับนักเรียนที่ยังไม่ผ่านจุดประสงค์

1.4 การช่วยเหลือนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ผู้วิจัยทำโดยการเข้าไปพูดคุยเพื่อให้ทราบถึงปัญหาของนักเรียนและช่วยชี้แนะถึงข้อผิดพลาด ละจุดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนที่มีปัญหานั้นๆ เช่น นักเรียนที่มีปัญหาในการคูณทศนิยม ผู้วิจัยจะให้นักเรียนมาเรียนเพิ่มเติมในท้ายคาบเรียนและให้นักเรียนได้ฝึกการคูณทศนิยม เพื่อให้นักเรียนได้คุ้นชินละทราบถึงหลักการและวิธีการคูณที่ถูกต้อง

1.5 การแก้ปัญหาทางคณิศาสตร์ ครูผู้สอนควรเน้นกระบวนการวางแผนแก้ปัญหาและการดำเนินการแก้ปัญหา ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของกระบวนการวางแผนแก้ปัญหา เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการแก้ปัญหา นักเรียนมักจะวางแผนแก้ปัญหาไม่ครบถ้วน ทำให้การดำเนินการแก้ปัญหาผิดพลาด และขั้นการดำเนินแก้ปัญหานักเรียนมักจะคำนวณผิดพลาด แสดงวิธีแก้ปัญหาไม่เป็นขั้นตอน จึงทำให้นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ในเนื้อหา อื่นๆ เช่น โจทย์ปัญหาร้อยละ โจทย์ปัญหาเศษส่วน โจทย์ปัญหาทศนิยม เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการเปิด ร่วมกับเทคนิคอื่นๆ เช่น Think-Pair-Share, Pairs Check, Team-pair-solo, Numbered head together เป็นต้น

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บรรณานุกรม

กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ. (2540). *หลักสูตรก่อนประถมศึกษา พุทธศักราช 2540*. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

เกษม เปรมประยูรม และคณะ. (2554). การพัฒนาภาษาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้วิธีการแบบปิด. *เอกสารการประชุมทางวิชาการประจำปีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 9-10 กันยายน 2554,* ขอนแก่น, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คณาจารย์ภาควิชาและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (2558). *การวัดและการประเมินผลการศึกษา*. ตักศิลาการพิมพ์.

ชวลิต ชูกำแพง. (2565). *ชุมชนแห่งการเรียนรู้สู่การวิจัยในชั้นเรียน*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชวาล แพรัตกุล. (2518). *เทคนิคการวัดผล*. วัฒนพานิช.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2561). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. พี บาลานซ์ดีไซด์แอนปริ้นติ้ง.

ทิศนา แขมมณี. (2548). *ศาสตร์การสอน*. บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.

ธนิดา สมวงษ์ และ ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2564). การพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค K-W-D-L. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด*.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2543). *พรมแดนความรู้ด้านการวิจัยและสถิติ*. วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจมหาวิทยาลัยบูรพา.

นงลักษณ์ วิรัชชัย และ สุวิมล ว่องวาณิช. (2544). การวิจัยและพัฒนาเพื่อการปฏิรูปการเรียนรู้ทั้งโรงเรียน. *(เอกสารเผยแพร่ในโครงการ วพร. ลำดับที่ 02).* หน่วยประสานงานชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อการปฏิรูปการเรียนรู้ทั้งโรงเรียน. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

นิลดา ชูพันธ์ และ รักพร ดอกจันทร์. (2565). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วรสารวิชาการศึกษาศาสตร์ ศรีนครินทรวิโรฒ*,

23(2).

นิวัฒน์ สาระขันธ์. (2565). *ทักษะและเทคนิคการพัฒนากระบวนการคิดสำหรับครูประถมศึกษา*. โรงพิมพ์ หจก. เพื่อนบัณฑิต.

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ. (2558). *พื้นฐานการวิจัยการศึกษา*. ตักสิลาการพิมพ์.

_____. (2564). *พื้นฐานการวิจัยการศึกษา*. ตักศิลาการพิมพ์.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2549). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*. จาทจุรีโปรดักท์.

เบญจลักษณ์ ภูสามารถ. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค* KWDL *ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่* 5. ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต หลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

เบญจลักษณ์ ภูสามารถ และคณะ. (2564). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด*.

ปริญญา จเรรัชต์ และคณะ. (2546). ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ผลิตและผู้ใช้เสบียงสัตว์จังหวัดสุพรรณบุรีกิจกรรมนาหญ้าและพัฒนาอาชีพผลติเสบียงสัตว์เพื่อการจำหน่าย. สุพรรณบุรี:กองอาหารสัตว์กรมปศุสัตว์.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา*. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). *การสร้างและการพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2560). *หลักการวัดและประเมินผลทางการศึกษา*. บริษัท เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์ จำกัด.

พิมย์เกสร กำปนาท. (2558). *การวัดและประเมินผลการศึกษา*. บริษัท ส. อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี จำกัด.

ไพศาล วรคำ. (2558). *การวัดทางการศึกษา*. ตักสิลาการพิมพ์.

ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา*. บริษัทสำนักพิมพ์ ไทยวัฒนาพานิช.

เมษา นวลศรี. (2556). *การประเมินผลการเรียนรู้*. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนญี่ปุ่น. *KKU Journal of Mathermatics Education*, 1(1), 1-9.

_____. (2561). การศึกษาชั้นเรียนด้วยวิธีการแบบเปิด: PLC ภาคปฏิบัติจริงในโรงเรียน (Open approach Lesson Study: An Authentic PLC Practice in School). *เอกสารประกอบการ*

อบรมเรื่องกิจกรรมเปิดชั้นเรียนระดับชาติ ครั้งที่ 12, 24-25 มีนาคม 2561, ขอนแก่น.

_____. (2565). *กระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน*. บริษัท ไอ-ปริ้นท์ ดีไซน์ จำกัด.

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). *หลักการวิจัยปฏิบัติการ*. วัฒนาพานิช.

ยุพิน พิพิธกุล. (2545). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา*. บพิธการพิมพ์.

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2552). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธุ์. (2533). *การวัดทัศนคติเบื้องต้น*. มหาวิทยาลัยบูรพา.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. สุวีริยาสาส์น.

_____. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. สุวีริยาสาส์น.

วรรณวนัช จิตธรรมมา และ พงษ์ศักดิ์ ศรีจันทร์. (2566). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (OPEN APPROACH) เสริมด้วยเทคนิค KWDL ตามกรอบสถานการณ์ปัญหาของ PISA ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วรสารการบริหารการศึกษา มมร.วิทยาเขตร้อยเอ็ด*, 3(2).

วัชรา เล่าเรียนดี. (2554). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิด*. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ. (2560). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาการคิดและยกระดับคุณภาพการศึกษา สำหรับศตวรรษที่* 21. บริษัท เพชรเกษมพริ้นติ้ง กรุ๊ป จำกัด.

วิชัย พาณิชย์สวย. (2545). *สอนอย่างไรให้เด็กเก่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์*. พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอน และการวิจัย*. จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

ศศิธร แม้นสงวน. (2555). *พฤติกรรมการสอนคณิตสาสตร์ 2*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์บริการวิชาการและเผยแพร่นวัตกรรมทางการศึกษา และภาควิจัยและพัฒนาการศึกษา. (2565). *โปรแกรมวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Research Tools Analysis Program: RTAP)*. มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. สืบค้นจาก: https://edurtap.msu.ac.th

ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์. (2537). *การวัดผลการศึกษา*. ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2567). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2566.* สืบค้นจาก : http:/www.niets.or.th [สืบค้นเมื่อ วันที่ 8 พฤษภาคม 2567].

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548). *คู่มือครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้น*

ประถมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2550). *การวัดประเมินผลเพื่อคุณภาพการเรียนรู้ ตัวอย่างข้อสอบจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)*. เซเว่นพริ้นติ้งกรุ๊ป.

_____. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. ซีเอ็ดยูเคชั่น.

_____. (2562). *คู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. องค์การค้าของ สกสค.

สมชาย รัตนทองคำ. (2554). การวัดและประเมินผลทางการศึกษา.เอกสารประกอบการสอน *475 788* การสอนทางกายภาพบำบัด ภาคต้นปีการศึกษา *2554* มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมทรง สุวพานิช. (2549). เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 1023623 พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏมหาสารคาม. (ไม่ได้ตีพิมพ์).

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลทางการศึกษา*. ประสานการพิมพ์.

สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2547). ยุทธวิธีแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์กับการสอน. *วารสารคณิตศาสตร์ เฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ*, 14 - 25.

สมศักดิ์ คงเที่ยง และ อัญชลี โพธิ์ทอง. (2542). *การบริหารบุคลากรและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย. (2538). *การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิทธิพล อาจอินทร์. (2564). *ศาสตร์และศิลป์การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สุมาลี ยิ่งยอม และ นภาภรณ์ ธัญญา. (2565). การพัฒนารูปแบบการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสาร มจร พุทธปัญญาปริทรรศน์*, 7(3), 296-305.

สุลัดดา ลอยฟ้า และ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การพัฒนาวิชาชีพครูแนวใหม่เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์. *Journal of Mathematics Education,* 1(1), 18 - 29.

สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม. (2544). การพัฒนาครูมืออาชีพด้วยการวิจัยในชั้นเรียน. *วารสารครุศาสตร์*, 29(3), 15 - 25.

สุวิมล ว่องวานิช. (2548). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน.* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. สามลดา.

อลงกรณ์ ดำรงไทย. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมี*

วิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน กลุ่มวิชาเฉพาะการพัฒนาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เอมอร จังศิริพรปกรณ์. (2550). *การวัดและประเมินคุณภาพการศึกษา*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Anderson, K. B. and Pingre. (1973). *Problem Solving In Mathematics*. New York: The National Council of Teacher of Mathematics.

Applewhite, P. B. (1965). *Organization Behavior*. New Jersey: Prentice-Hill.

Ashlock, R. B. and others. (1983). Guiding each child's learning of mathematics. *Columbus: Merrill*.

Baroody, A. J. (1987). *Children's mathematical thinking: A developmental framework for preschool, primary, and special education teachers*. Teachers College Press.

Calhoun, E. (1993). *Becoming critical : Education, knowledge, and action research*. Sage.

Carr, W. and Kemmis, S. (1986). *Becoming critical: education knowledge and action research*. Falmer Press.

Charles, R. I. and Lester, F. (1982). Teaching problem solving: What, why & how. *(No Title)*.

Clyde, C. G. (1967). *Teaching Mathematics in the Elementary School*. Ronald Press.

Coghlan, D. and Brannick, T. (2001). *Doing Action Research in Your Organization*.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. McGraw-Hill, Inc.

Grundy, S. (1988). *"Three Modes of Action Research", In Action Research Reader. Editedby Stephen, Kemmis and Robin, McTaggart. 3rd ed.* Deakin University.

Gronlund, N. E. (1993). How to make achievement tests and assessments. *(No Title)*.

Hudgins, B. B. (1977). Learning and thinking: A primer for teachers. *(No Title)*.

Inprasitha, M. (2011). One Feature of Adaptive Lesson Study in Thailand: Designing a Learning Unit. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 34(1), 47-66.

Kemmis, S. (1988). *Action Research. In Keeves, J. P. (ed.), Educational research,*

Methodology, and measurement: An international handbook Pergamon Press.

Krulik, S. and Reys, R. E. (1980). Problem solving in school mathematics. *(No Title)*.

Krulik, S. and Rudnick, J. A. (1987). *Problem solving: A handbook for teachers*. ERIC.

Lewin, K. (1948). *Action Research and Minority Problems: 1946. In G. W. Lewin (Ed.), Resolving Social Conflicts*. Harper & Row.

Maslow, A. H. (1970). *Motivation and personality*. Harperand Row.

McNiff, J. and Whitehead, J. (2006). *Action research*. SAGE.

Michael Beer. (1964). *Human resource Management : a general manager's perpective : text and case*. Free Press.

Mills, G. E. (2003). *Actin Research: A Guide for the Teacher Researcher*. Pearson Education, Inc.

Nohda, N. (2000). Teaching by Open-Approach Method in Japanese Mathematics Classroom

Ogle, D. M. (1986). KWL: A teaching model that develops active reading of expository text. *The reading teacher*, *39*(6), 564-570.

Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method (2nd ed.)*. Princeton Univeversity Press.

Ramadhani, A. N. and others. (2019). The Mathematical Problem-solving Ability of Elementary Students Using Problem-based Learning Model with Open-Ended Approach. *Journal of Primary Education*, *8*(6), 276-281.

Reys, R. and others. (2004). *Helping children learn mathematics. Seventh Edition*. John Wiley & Sons.

Ross, C. C. and Stanley, J. C. (1954). Measurement in today's schools.

Samková, L. and Tichá, M. (2016). On the way to develop open approach to mathematics in future primary school teachers. *Journal on efficiency and responsibility in education and science*, 9(2), 37-44.

Shaw, J. M. and others. (1997). Cooperative problem solving: using KWDL as an organizational technique. *Teaching children mathematics*, 3(9), 482-486.

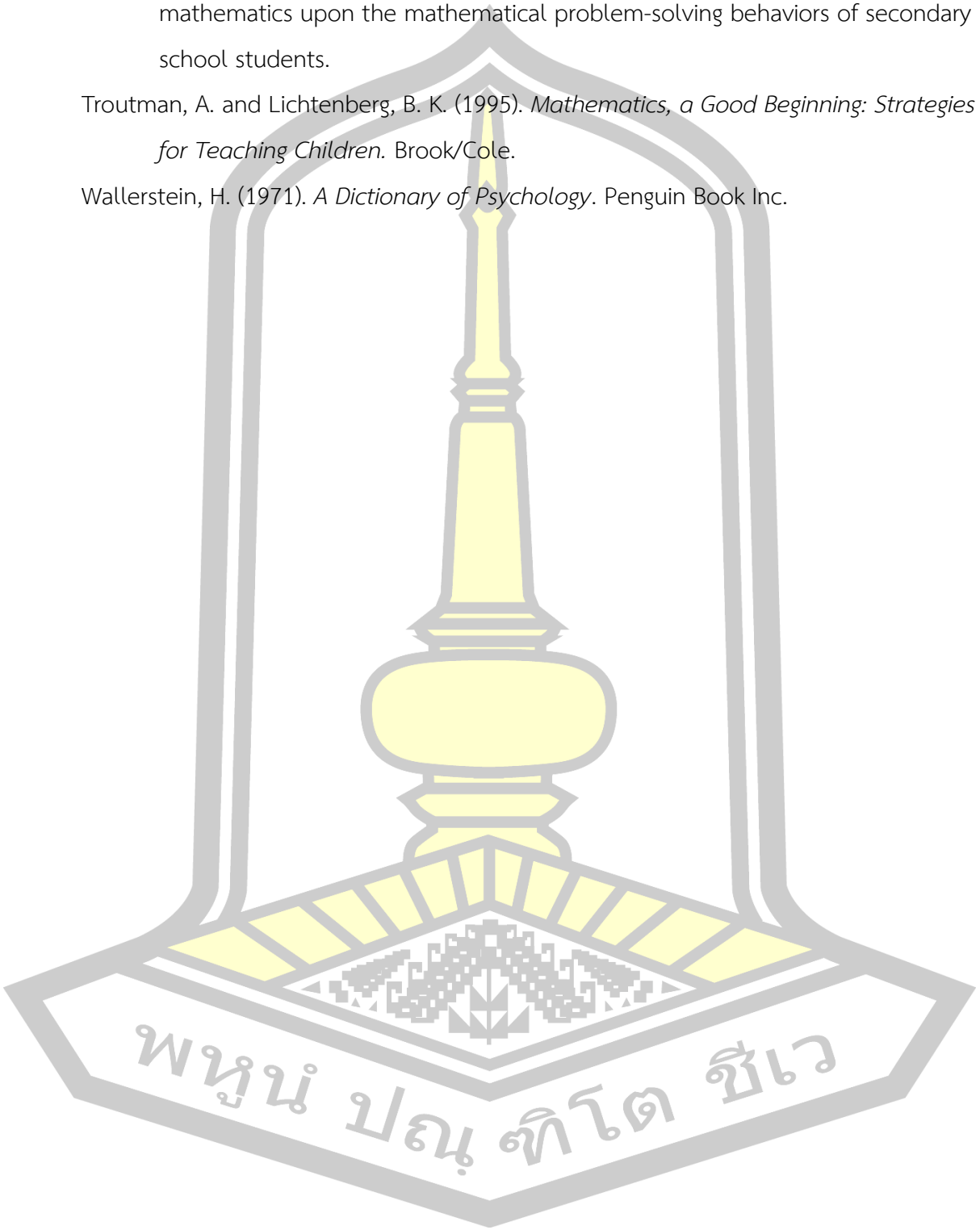
Shelly, M. W. (1975). Responding to social change. Pennsylvania. In: Dowden Huntchisam Press. Inc.

Stringer, E. (1999). *Action Research (2nded.)*. California: n.p.

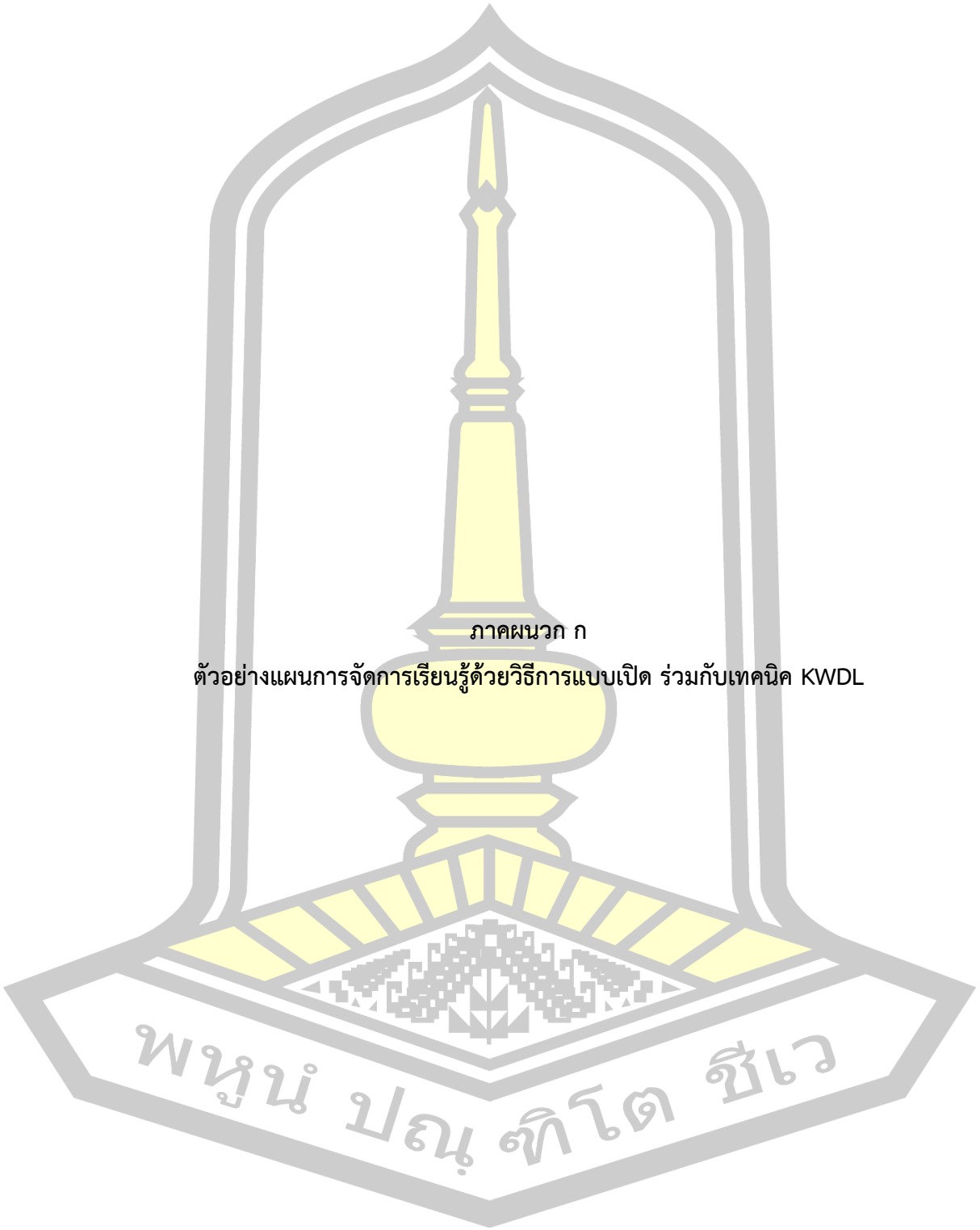
Tougaw, P. W. (1994). A study of the effect of using an" open approach" to teaching mathematics upon the mathematical problem-solving behaviors of secondary school students.

Troutman, A. and Lichtenberg, B. K. (1995). *Mathematics, a Good Beginning: Strategies for Teaching Children.* Brook/Cole.

Wallerstein, H. (1971). *A Dictionary of Psychology*. Penguin Book Inc.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

รหัสวิชา ค 15101 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ปีการศึกษาที่ 1/2567

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก 1 เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวนฤมล ภูมิชัยโชติ

สอนวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (K)
2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการหาความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ (P)
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน (A)

สาระการเรียนรู้

ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

สาระสำคัญ

ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว x ความสูง

= พื้นที่ฐาน × ความสูง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

ภาระหรือชิ้นงาน

1. กิจกรรมกลุ่ม
2. ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก 1

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับ เทคนิค KWDL ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น K (What we know) สิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง

1. ครูผู้สอนกล่าวทักทายนักเรียนจากนั้นครูผู้สอนนำเสนอปัญหาให้นักเรียน โดยเล่าถึงการเลี้ยงปลาสวยงาม นักเรียนเคยมีประสบการณ์การเลี้ยงปลามาบ้างหรือไม่ เคยเลี้ยงปลาอะไรมาบ้าง ในตู้กระจกทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก นักเรียนจะพิจารณาหาความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้อย่างไร

- สิ่งใดที่นักเรียนควรจะรู้ก่อนเป็นอันดับแรก (ต้องรู้ขนาดภายในของตู้กระจก)
- หาความจุโดยวิธีการใด (หาได้โดยการใช้สูตรหาความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก)
- สูตรความจุหาได้จากอะไร (หาได้จาก ความกว้างภายใน x ความยาวภายใน x ความสูงภายใน)
- ความกว้าง x ความสูง คือสูตรในการหาอะไร (สูตรหาพื้นที่สี่เหลี่ยมมุมฉาก)
- ดังนั้นสูตรในการหาความจุอีกสูตรคืออะไร (พื้นที่ x ความสูงภายใน)

2. จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มโดยแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น W (What we want to know) โจทย์ให้หาอะไรจะมีวิธีการอย่างไรใช้วิธีอะไรได้บ้าง และขั้น D (What we do to find out) ดำเนินการแก้ปัญหา

3. ครูให้สถานการณ์ปัญหา

สถานการณ์ปัญหา

1. ตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก วัดความสูงภายในได้ 50 เซนติเมตร และมีพื้นที่ฐาน 2,400 ตารางเซนติเมตร ตู้ปลานี้มีความจุเท่าใด

2. และตู้ปลาของนักเรียนจะมีความกว้างและความยาวภายในเท่าใด ถึงจะมีพื้นที่ฐาน 2,400 ตารางเซนติเมตร คำตอบของแต่ละกลุ่มจะต้องไม่ซ้ำกัน

4. ให้นักเรียนที่อยู่กลุ่มด้วยกันย้ายโต๊ะและเก้าอี้มานั่งด้วยกันเพื่อทำกิจกรรมร่วมกัน และแจกใบกิจกรรมให้แต่ละกลุ่มได้ทำการบันทึกการแก้สถานการณ์ปัญหาข้างต้น

ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น L (What we learned) สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาข้างต้นหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา จากสูตรการหาความจุทั้งสองสูตร โดยที่ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณา

ความกว้าง × ความยาว x ความสูง = พื้นที่ฐาน × ความสูง

ความกว้าง × ความยาว = พื้นที่ฐาน

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

6. ครูสรุปแนวความคิดทั้งหมดของนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ข้างต้น พร้อมสรุปสาระสำคัญจากการทำกิจกรรมว่า ถ้าต้องการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก หรือความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากจะต้องรู้ข้อมูล ความกว้าง ความยาว และความสูง หรือ พื้นที่ฐานกับความสูงของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากหรือภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากนั้น และไม่ว่านักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้คำตอบเท่าใด นักเรียนจะพบว่า

พื้นที่ฐาน = ความกว้าง × ความยาว

และ ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = พื้นที่ฐาน × ความสูง

ดังนั้น ปริมาตรและความจุหาได้จากสูตรเดียวกันดังนี้

ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว x ความสูง

= พื้นที่ฐาน × ความสูง

สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก 1
2. บัตรภาพ บัตรคำ

คะแนน

ใบกิจกรรมที่ 7

กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....

สมาชิก

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

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

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ และตอบคำถามต่อไปนี้

สถานการณ์ปัญหา

1. ตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก วัดความสูงภายในได้ 50 เซนติเมตร และมีพื้นที่ฐาน 2,400 ตารางเซนติเมตร ตู้ปลานี้มีความจุเท่าใด

2. และตู้ปลาของนักเรียนจะมีความกว้างและความยาวภายในเท่าใด ถึงจะมีพื้นที่ฐาน 2,400 ตารางเซนติเมตร คำตอบของแต่ละกลุ่มจะต้องไม่ซ้ำกัน

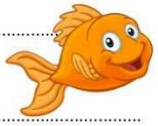
1. ความเข้าใจโจทย์ปัญหา

1.1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

.....

.....

.....



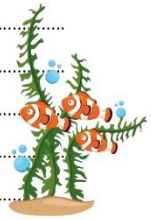
1.2 โจทย์ต้องการอะไร

.....

.....

.....

2. การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา (การวางแผนการแก้ปัญหา)



.....

.....

.....

.....

.....

3. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (ดำเนินการตามแผน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. การสรุปคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

คะแนน

ตัวอย่างเฉลยใบกิจกรรมที่ 7

กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....

สมาชิก

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

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

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ และตอบคำถามต่อไปนี้

สถานการณ์ปัญหา

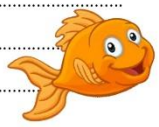
1. ตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก วัดความสูงภายในได้ 50 เซนติเมตร และมีพื้นที่ฐาน 2,400 ตารางเซนติเมตร ตู้ปลานี้มีความจุเท่าใด

2. และตู้ปลาของนักเรียนจะมีความกว้างและความยาวภายในเท่าใด ถึงจะมีพื้นที่ฐาน 2,400 ตารางเซนติเมตร คำตอบของแต่ละกลุ่มจะต้องไม่ซ้ำกัน

1. ความเข้าใจโจทย์ปัญหา

1.1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

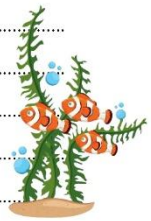
ตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความสูงภายใน 50 เซนติเมตร และมีพื้นที่ฐาน 2,400 ตารางเซนติเมตร



1.2 โจทย์ต้องการอะไร

1.ตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความจุเท่าใด 2. ความกว้าง ความยาว ภายในจะมีความยาวเท่าไหร่ ตู้ปลาถึงจะทำให้มีพื้นที่ฐานเท่ากับ 2,400 ตารางเซนติเมตร

2. การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา (การวางแผนการแก้ปัญหา)



หาความจุของตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จากสูตรความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว x ความสูง

= พื้นที่ฐาน x ความสูง

พื้นที่ฐาน = ความกว้าง × ความยาว

3. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา (ดำเนินการตามแผน)

วิธีทำ 1. ตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความสูงภายใน 50 เซนติเมตร

และมีพื้นที่ฐาน 2,400 ตารางเซนติเมตร

จากสูตร ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว x ความสูง

= พื้นที่ฐาน x ความสูง

จะได้ความจุของตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = 2,400 x 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

= 120,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ดังนั้น ตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความจุ 120,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2. จากพื้นที่ฐานของตู้ปลามีพื้นที่ 2,400 ตารางเซนติเมตร (การคิดมีหลากหลายวิธีครูผู้สอน

ต้องไม่จำกัดการคิดของนักเรียนดพียงแค่คำตอบเดียวหรือแนวคิดเดียว) **

ดังนี้จะต้องหาจำนวน 2 จำนวนที่คูณกันแล้วได้คำตอบเป็น 2,400

ตัวอย่าง จะใช้การหารมาหา 2 จำนวนที่ต้องการ

จะได้ 2,400 ÷ ตัวเลขที่ต้องการ = ความกว้าง x ความสูง

** ดังนั้นคำตอบข้อนี้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มจะตกต่างกันออกไป **

4. การสรุปคำตอบ

ตอบ 1. ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความจุ 120,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

** 2. ตู้ปลามีความกว้าง และความยาว = คำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม **

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ (K)	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	70% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	70% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)	สังเกตพฤติกรรมด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	แบบสังเกตพฤติกรรมด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	นักเรียนได้คะแนนระดับคุณภาพดีขึ้นไป
4. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	สังเกตพฤติกรรมด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	นักเรียนได้คะแนนระดับคุณภาพดีขึ้นไป

บันทึกผลหลังกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ด้านความรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

...../...../.....

คะแนนใบกิจกรรม

กลุ่มที่	สมาชิกกลุ่ม	คะแนน	ผลการประเมินคะแนนเกณฑ์ร้อยละ 70	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน

คะแนนประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	สมรรถนะที่ประเมิน									รวม	ระดับคุณภาพ			
		ความสามารถในการสื่อสาร			ความสามารถในการคิด			ความสามารถในการแก้ปัญหา				ดีมาก	ดี	พอใช้	ไม่ผ่าน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	9				
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															

สรุปผลการประเมิน

1. มีนักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมิน จำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

2. มีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน จำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

คะแนนประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ประเมิน									รวม	ระดับคุณภาพ			
		มีวินัย			ใฝ่เรียนรู้			มุ่งมั่นในการทำงาน				ดีมาก	ดี	พอใช้	ไม่ผ่าน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	9				
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															

สรุปผลการประเมิน

1. มีนักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมิน จำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

2. มีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน จำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การประเมินใบกิจกรรม

รายการประเมิน		คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจโจทย์ปัญหา	**1.1 โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง**	1	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ได้ถูกต้อง ครบถ้วน
		0	- ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง หรือไม่เขียนตอบอะไรเลย
	1.2 โจทย์ต้องการอะไร	1	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง สามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการอะไรได้ถูกต้อง
		0	- ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร หรือไม่เขียนอะไรเลย
2. การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา		3	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา พร้อมบอกขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
		2	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
		1	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเล็กน้อย แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
		0	- ไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ หรือไม่เขียนอะไรเลย
3. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา		3	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
		2	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วน แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
		1	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องเล็กน้อย แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
		0	- ไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือไม่เขียนอะไรเลย
4. การสรุปคำตอบ		2	- มีการการสรุปคำตอบได้ถูกต้อง บอกหน่วยของคำตอบที่ได้อย่างชัดเจนครบถ้วน
		1	- มีการการสรุปคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่บอกหน่วยของคำตอบ หรือหน่วยของคำตอบผิด
		0	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง
5. รูปแบบการนำเสนอ		3	การนำเสนอน่าสนใจและเหมาะสมกับสถานการณ์
		2	การนำเสนอถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
		1	การนำเสนอถูกต้องบางส่วน
		0	การนำเสนอไม่เป็นไปตามเกณฑ์

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
6. ความเป็นระเบียบ	3	ผลงานมีความเป็นระเบียบ
	2	ผลงานส่วนใหญ่มีข้อบกพร่องเล็กน้อย
	1	ผลงานมีข้อบกพร่องบางส่วน
	0	ผลงานไม่มีความเป็นระเบียบ

เกณฑ์การประเมินผลจากการทำใบกิจกรรม นักเรียนที่ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป

เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3 (ดีมาก)	2 (ดี)	1 (พอใช้)
1. มีวินัย	- ปฏิบัติตนตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับ ของโรงเรียน และ ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น - ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมและรับผิดชอบในการทำงาน	ปฏิบัติตนตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ระเบียบ ข้อบังคับ ของ ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมและรับผิดชอบในการทำงาน	ปฏิบัติตนตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับ ของ โรงเรียน ตรงต่อ เวลาในการปฏิบัติ กิจกรรม
2. ใฝ่เรียนรู้	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจ เรียน เอาใจใส่ในการ เรียน และมีส่วนร่วมใน การเรียนรู้ และเข้าร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนเป็นประจำ	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ ในการเรียน และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรม การเรียนรู้ต่างๆ บ่อยครั้ง	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ ในการเรียน และมีส่วนร่วมในการ เรียนรู้ และเข้าร่วม กิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เป็นบางครั้ง
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	ตั้งใจและรับผิดชอบใน การปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นภายในเวลาที่กำหนด	ตั้งใจและรับผิดชอบ ในการปฏิบัติหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและ พัฒนาการทำงานให้ดีขึ้น	ตั้งใจและ รับผิดชอบใน การปฏิบัติ หน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ

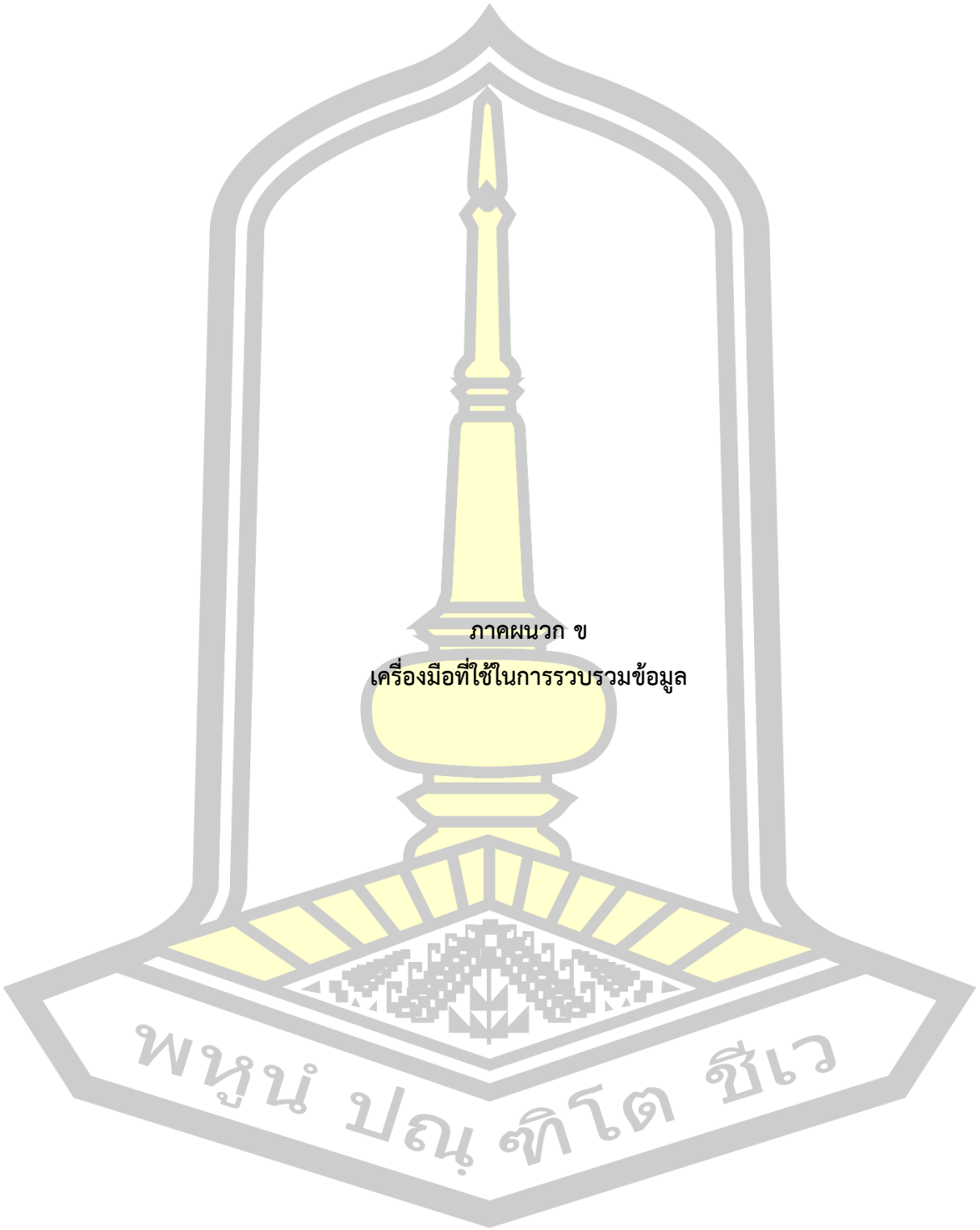
เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3 (ดีมาก)	2 (ดี)	1 (พอใช้)
1. ความสามารถในการสื่อสาร	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้เป็นอย่างดีประกอบกับมีการแสดงความพันธ์ของข้อมูลร่วมกับแนวคิดที่ใช้ในการหาคำตอบอย่างชัดเจนเป็นขั้นตอน และสามารถสรุปคำตอบที่ถูกต้องได้	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้เป็นอย่างดีประกอบกับมีการแสดงความพันธ์ของข้อมูลร่วมกับแนวคิดที่ใช้ในการหาคำตอบอย่างชัดเจนเป็นขั้นตอน แต่ไม่สามารถสรุปคำตอบที่ถูกต้องได้	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้เป็นอย่างดี แต่การแสดงความพันธ์ของข้อมูลร่วมกับแนวคิดที่ใช้ในการหาคำตอบ ยังไม่ชัดเจนเป็นขั้นตอน และไม่สามารถสรุปคำตอบที่ถูกต้องได้
2. ความสามารถในการคิด	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบ แสดงข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง และสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาอธิบายข้อสรุปได้อย่างถูกต้องเหมาะสม	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบ แสดงข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาอธิบายข้อสรุปได้อย่างถูกต้องเหมาะสม	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบ แสดงข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ครบถ้วน และยังไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาอธิบายข้อสรุปได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา	นักเรียนสามารถเขียนอธิบาย สิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้อย่างถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์และสามารถเขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้น ตอนได้ตลอดจนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาและเขียนสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนอธิบาย สิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้อย่างถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์และสามารถเขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้น ตอนได้ แต่ยังไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาและเขียนสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนอธิบาย สิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้อย่างถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์และไม่สามารถเขียนแสดง วิธีการวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนได้ตลอดจนไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหา และเขียนสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
8-9	ดีมาก
6-7	ดี
4-5	พอใช้
1-3	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมินผล นักเรียนที่ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนระดับคุณภาพดีขึ้นไป



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ.....**เลขที่**.....**ชั้น**.....

แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1
เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คะแนน

คำชี้แจง : แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 10 คะแนน ให้นักเรียนแสดงวิธีทำลงในกระดาษให้ละเอียด (ใช้เวลา 60 นาที)

1.) ก้อนหินทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 25 เซนติเมตร ยาว 32 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ก้อนหินก้อนนี้มีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โจทย์ให้อะไรมาบ้าง .....

.....

.....

โจทย์ต้องการอะไร .....

ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

<u>วิธีทำ</u> .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

<u>ตอบ</u> .....

.....

2.) อิฐมวลเบาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร อิฐมวลเบานี้จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โจทย์ให้อะไรมาบ้าง .....

.....

.....

โจทย์ต้องการอะไร .....

.....

ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

ตอบ .....

.....

.....

3.) ขนมปังทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีปริมาตร 3,600 ตารางเซนติเมตร กว้าง 12 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร ขนมปังก้อนนี้มีความสูงเท่าใด

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

โจทย์ให้อะไรมาบ้าง .....

.....

.....

โจทย์ต้องการอะไร .....

.....

ขั้นที่ 2 การหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ

ตอบ .....

.....

.....

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 15101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
สาระการเรียนรู้ที่ 2 การวัดและเรขาคณิต หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

มาตรฐาน / ตัวชี้วัด

ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และ ความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

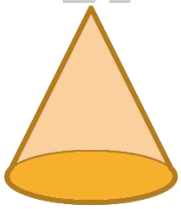
ค 2.2 ป.5/4 บอกลักษณะของปริซึม

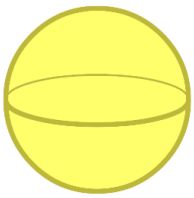
คำชี้แจง : จงเลือกคำตองที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบ

1. รูปในข้อใดต่อไปนี้คือปริซึม

1)

2)

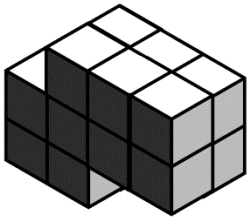
3) 

4) 

2. การเรียกชื่อของปริซึม เรียกตามสิ่งใด

1) รูปหน้าตัดของฐานปริซึม
2) ขนาดของปริซึม
3) ปริมาตรของปริซึม
4) ความยาวของปริซึม

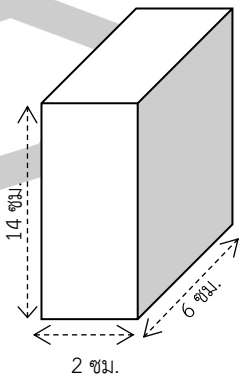
3. รูปทรงต่อไปนี้มีปริมาตรกี่ลูกบาศก์หน่วย



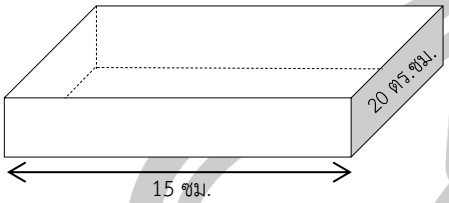
1) 13 2) 15
3) 18 4) 19

4. รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังภาพ มีปริมาตรเท่าใด

1) 28 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2) 168 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3) 84 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4) 12 ลูกบาศก์เซนติเมตร

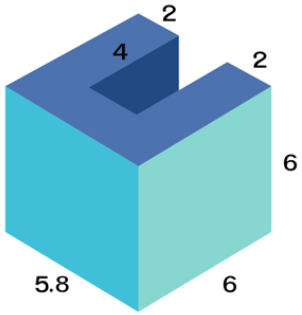


5. รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังภาพ มีปริมาตรเท่าใด



1) 3,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2) 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3) 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4) 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร

6. จากรูป ปริซึมนี้มีปริมาตรเท่าใด



1) 141.6 ลูกบาศก์หน่วย
2) 144.6 ลูกบาศก์หน่วย
3) 165.6 ลูกบาศก์หน่วย
4) 213.6 ลูกบาศก์หน่วย

7. ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีความกว้าง 25 เซนติเมตร ความยาว 48 เซนติเมตร และความสูง 30 เซนติเมตร มีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

1) 36,000 ลูกบาศก์เมตร
2) 3,600 ลูกบาศก์เมตร
3) 360 ลูกบาศก์เมตร
4) 36 ลูกบาศก์เมตร

8. เสาไม้ยาว 100 เซนติเมตร หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 15 เซนติเมตร เสาปูนมีปริมาตรเท่าใด

1) 22,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2) 3,375 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3) 1,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4) 225 ลูกบาศก์เซนติเมตร

9. กระถางต้นไม้ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก วัดขนาดภายในได้สูง 50 เซนติเมตร และมีพื้นที่ฐาน 2,000 ตารางเซนติเมตร เมื่อเทดิน 1 ถุง ลงในกระถาง พบว่า ระดับผิวดินสูงจากก้นกระถาง 40 เซนติเมตร ดินถุงนี้มีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

1) 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2) 4,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3) 80,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4) 100,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

10. แท่งปูนทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีฐานยาวด้านละ 25 เซนติเมตร และสูง 40 เซนติเมตร แท่งปูนนี้มีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

1) 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2) 2,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3) 10,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4) 25,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

11. ตู้ปลาใบหนึ่งวัดขนาดภายในได้สูง 4.2 เมตร มีพื้นที่ฐาน 175 ตารางเมตร ตู้ปลานี้มีความจุเท่าใด

1) 730 ลูกบาศก์เมตร
2) 735 ลูกบาศก์เมตร
3) 740 ลูกบาศก์เมตร
4) 745 ลูกบาศก์เมตร

12. กระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีพื้นที่ 420 ตารางเซนติเมตร วางซ้อนกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก สูง 30 เซนติเมตร กระดาษกองนี้มีปริมาตรเท่าใด

1) 12,600 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2) 12,600 ลูกบาศก์เมตร
3) 1,260 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4) 1,260 ลูกบาศก์เมตร

13. มานะตวงน้ำ 4,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร มานีตวงน้ำ 3 ลิตร มีนาตวงน้ำ 5,000 มิลลิลิตร และมาตาตวงน้ำ 0.006 ลูกบาศก์เมตร ใครตวงน้ำน้อยที่สุด

1) มานะ
2) มานี
3) มีนา
4) มาตา

14. ถังน้ำ 2 ใบ ใบแรกมีความจุ 50 ลิตร ใบที่สองมีความจุ 40,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถังน้ำทั้ง 2 ใบมีความจุต่างกันเท่าไร

1) 39,950 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2) 39,950 ลิตร
3) 10 ลิตร
4) 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

15. น้ำ 10 ลิตร มีปริมาตรเท่ากับน้ำกี่มิลลิลิตร

1) 100,000 มิลลิลิตร
2) 10,000 มิลลิลิตร
3) 1,000 มิลลิลิตร
4) 100 มิลลิลิตร

16. 8,720 มิลลิลิตร เท่ากับกี่ลิตร กี่มิลลิลิตร

1) 7 ลิตร 720 มิลลิลิตร
2) 8 ลิตร 720 มิลลิลิตร
3) 9 ลิตร 720 มิลลิลิตร
4) 10 ลิตร 720 มิลลิลิตร

พหุ ปณ ศิโต ชีเว

17. แท็งก์น้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่งบรรจุน้ำเต็ม วัดขนาดภายในได้กว้าง 50 เซนติเมตร และยาว 100 เซนติเมตร เมื่อกรอกน้ำจากแท็งก์ใส่ขวด ขวดละ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้400 ขวดพอดีแท็งก์น้ำใบนี้สูงเท่าไร

1) 80 เซนติเมตร
2) 2) 8 เซนติเมตร
3) 80 เมตร
4) 8 เมตร

18. บ่อเลี้ยงปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ลึก 1.5 เมตร และมีพื้นที่ฐาน 80 ตารางเมตร ต้องการเติมน้ำให้ระดับน้ำต่ำกว่าขอบบ่อ 40 เซนติเมตร จะต้องเติมน้ำลงในบ่อกี่ลูกบาศก์เมตร

1) 120 ลูกบาศก์เมตร
2) 32 ลูกบาศก์เมตร
3) 88 ลูกบาศก์เมตร
4) 120 ลูกบาศก์เซนติเมตร

19. ตู้เลี้ยงปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 65 เซนติเมตร ลึก 40 เซนติเมตร ถ้าขณะนี้มีทรายอยู่สูงจากก้นบ่อ 3.5 เซนติเมตร ต้องการเติมน้ำให้ระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าขอบตู้เลี้ยงปลา 5 เซนติเมตร จะต้องเติมน้ำลงไปอีกเท่าใด

1) 61,425 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2) 68,250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3) 71,175 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4) 78,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

20. ตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีปริมาตร 7 ลิตร มีความยาว 35 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร ตู้ปลาจะมีความกว้างเท่าใด

1) 10 เซนติเมตร
2) 11 เซนติเมตร
3) 12 เซนติเมตร
4) 13 เซนติเมตร

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์นักเรียนด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบกึ่งโครงสร้าง

เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สัมภาษณ์วัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อ-สกุล.....กลุ่มเป้าหมาย.....

ข้อคำถามเกี่ยวกับประเด็นที่สัมภาษณ์

1. ความเข้าใจโจทย์ปัญหา

1.1 ในการค้นหาปัญหาจากสถานการณ์ที่ให้มา นักเรียนสังเกตได้จากประโยคไหน หรือคำไหน

1.2 นักเรียนระบุปัญหา และสิ่งที่ต้องการทราบได้จากประโยคไหน หรือคำไหน

1.3 นักเรียนมีวิธีการใดในการทำความเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดมาให้

2. การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

2.1 นักเรียนมีวิธีการในการจำแนกแนวทางและวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นไปได้โดยวิธีการใด

2.2 นักเรียนจะหาวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสมได้อย่างไร โดยดูรายละเอียดจากส่วนใดของสถานการณ์

2.3 นักเรียนจะเลือกวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้องได้นั้น นักเรียนมีวิธีในการเลือกอย่างไร

3. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา

3.1 นักเรียนคิดว่าการจัดลำดับและวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาสำคัญต่อการแก้ปัญหาในแต่ละสถาณการณ์หรือไหม อย่างไร

3.2 นักเรียนจะดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามลำดับขั้นตอนได้นั้น นักเรียนต้องทำอย่างไรถึงจะมีวิธีในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง

4. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

4.1 นักเรียนจะรู้ได้อย่างไรว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง

4.2 นักเรียนมีวิธีในการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร

4.3 การที่นักเรียนจะสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนมีวิธีการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้อย่างไร

ข้อคำถามเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

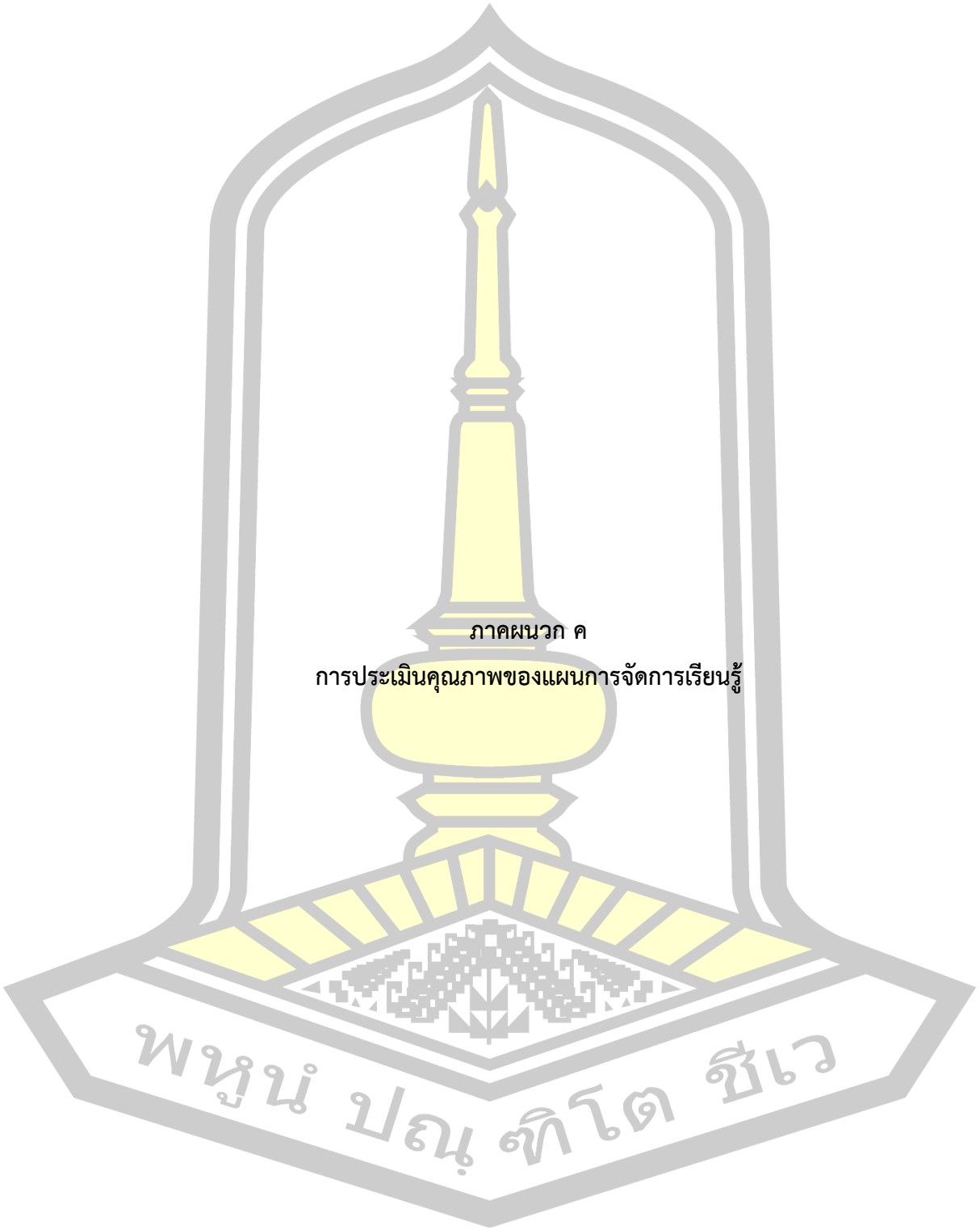
พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สังเกตพฤติกรรมวัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อ-สกุล.....กลุ่มเป้าหมาย.....

รายการ	**พฤติกรรมที่แสดงออก**	**ใช่ (1 คะแนน)**	**ไม่ใช่ (0 คะแนน)**
1. ความเข้าใจโจทย์ปัญหา	1.1 ระบุปัญหาได้		
	1.2 ระบุสิ่งที่ต้องการทราบได้		
	1.3 จัดระดับปัญหาได้		
2. การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา	2.1 จำแนกแนวทางและวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นไปได้		
	2.2 หาวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสม		
	2.3 เลือกวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่ครอบคลุมประเด็นปัญหา		
3. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา	3.1 จัดลำดับและวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา		
	3.2 ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามลำดับขั้นตอน		
4. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ	4.1 มีแนวทางตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา		
	4.2 ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา		
	4.3 สรุปคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา		
	4.4 พิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้		



ภาคผนวก ค

การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 31 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

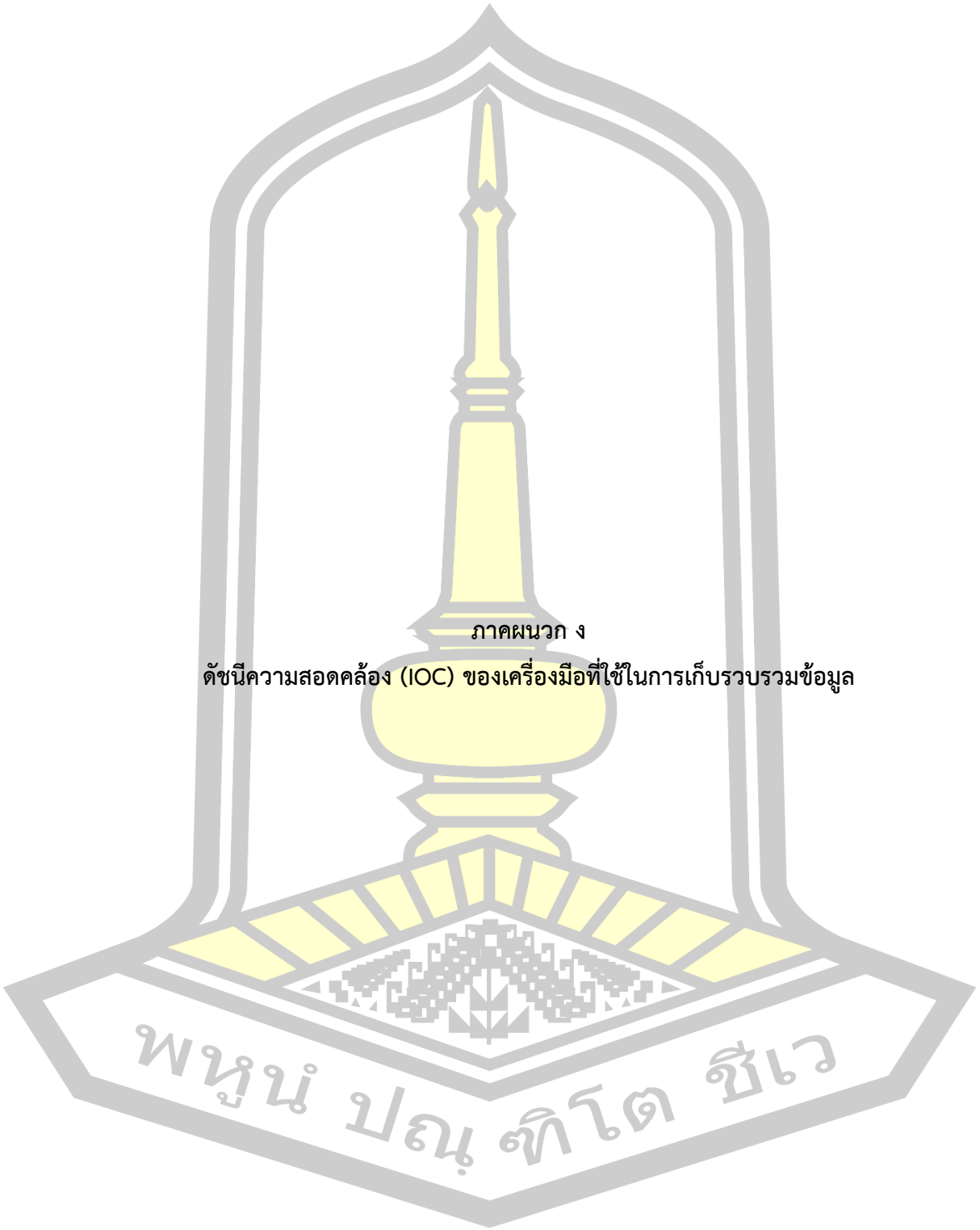
รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน			
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.8	5	5	5
1.2 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.8	5	5	5
1.3 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้	4.8	5	5	5
2. สาระการเรียนรู้				
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.8
2.2 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.6	4.8	4.8	4.6
2.3 มีความถูกต้องชัดเจน	4.6	4.8	4.8	4.8
3. สาระสำคัญ				
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.8
3.2 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.8	4.8	4.8	4.6
3.3 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.8	4.8	4.8	4.8
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.6	4.8	4.8	4.6
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.8	4.8	4.6
4.3 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรม	4.4	4.6	4.6	4.6
4.4 กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.6	4.6	4.6	4.4
5. สื่อการเรียนการสอน				
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.8
5.2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.8	4.8	4.8	4.6
5.3 เหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน	4.8	4.8	4.8	4.6
6. การวัดและประเมินผล				
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5
6.3 มีการวัดประเมินที่เหมาะสม	5	5	5	5
เฉลี่ยรวม	4.8	4.8	4.8	4.8
ระดับคุณภาพ	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 32 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน			
	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5
1.2 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5
1.3 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้	5	5	5	5
2. สาระการเรียนรู้				
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.8
2.2 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.8	4.8	4.8	4.8
2.3 มีความถูกต้องชัดเจน	4.8	4.8	4.8	4.8
3. สาระสำคัญ				
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.8
3.2 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.8	4.8	4.8	4.8
3.3 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.8	4.8	4.8	4.8
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.8
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.8
4.3 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรม	4.8	4.8	4.8	4.6
4.4 กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.4	4.6	4.6	4.4
5. สื่อการเรียนการสอน				
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.8
5.2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.6	4.6	4.8	4.8
5.3 เหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน	4.6	4.8	4.8	4.8
6. การวัดและประเมินผล				
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5
6.3 มีการวัดประเมินที่เหมาะสม	5	5	5	5
เฉลี่ยรวม	4.8	4.8	4.9	4.8
ระดับคุณภาพ	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 33 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน**			
	แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5
1.2 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5
1.3 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินผลได้	5	5	5	5
2. สาระการเรียนรู้				
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.8
2.2 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.8	4.8	4.8	4.8
2.3 มีความถูกต้องชัดเจน	4.8	4.8	4.8	4.8
3. สาระสำคัญ				
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.8
3.2 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.8	4.8	4.8	4.8
3.3 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.8	4.8	4.8	4.8
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.6	4.8	4.8	4.8
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.8
4.3 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรม	4.6	4.6	4.6	4.4
4.4 กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.4	4.4	4.4	4.6
5. สื่อการเรียนการสอน				
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4.8	4.8
5.2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4.8	4.8	4.8	4.8
5.3 เหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน	4.6	4.6	4.8	4.8
6. การวัดและประเมินผล				
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5
6.3 มีการวัดประเมินที่เหมาะสม	5	5	5	5
เฉลี่ยรวม	4.8	4.8	4.8	4.8
ระดับคุณภาพ	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด



ภาคผนวก ง

ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 34 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับนิยามศัพท์ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1

นิยามศัพท์	ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน	1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 35 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับนิยามศัพท์ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2

นิยามศัพท์	ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน	1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 36 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับนิยามศัพท์ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3

นิยามศัพท์	ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน	1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 37 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. เข้าใจและอธิบายลักษณะและส่วนต่างๆ ของปรีซึม	1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. เข้าใจและอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	8	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
	9	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	10	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
	11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	13	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 28 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
2. เข้าใจและอธิบายเกี่ยวกับการหาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก (ต่อ)	15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3. เข้าใจและอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ	19	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4. เข้าใจและอธิบายเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	23	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
	24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	26	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	27	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	28	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	29	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	30	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 38 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL

ข้อคำถามข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
13	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
18	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
19	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
22	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
23	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
26	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 29 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL (ต่อ)

ข้อคำถามข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
27	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
28	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
29	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 39 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ของแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

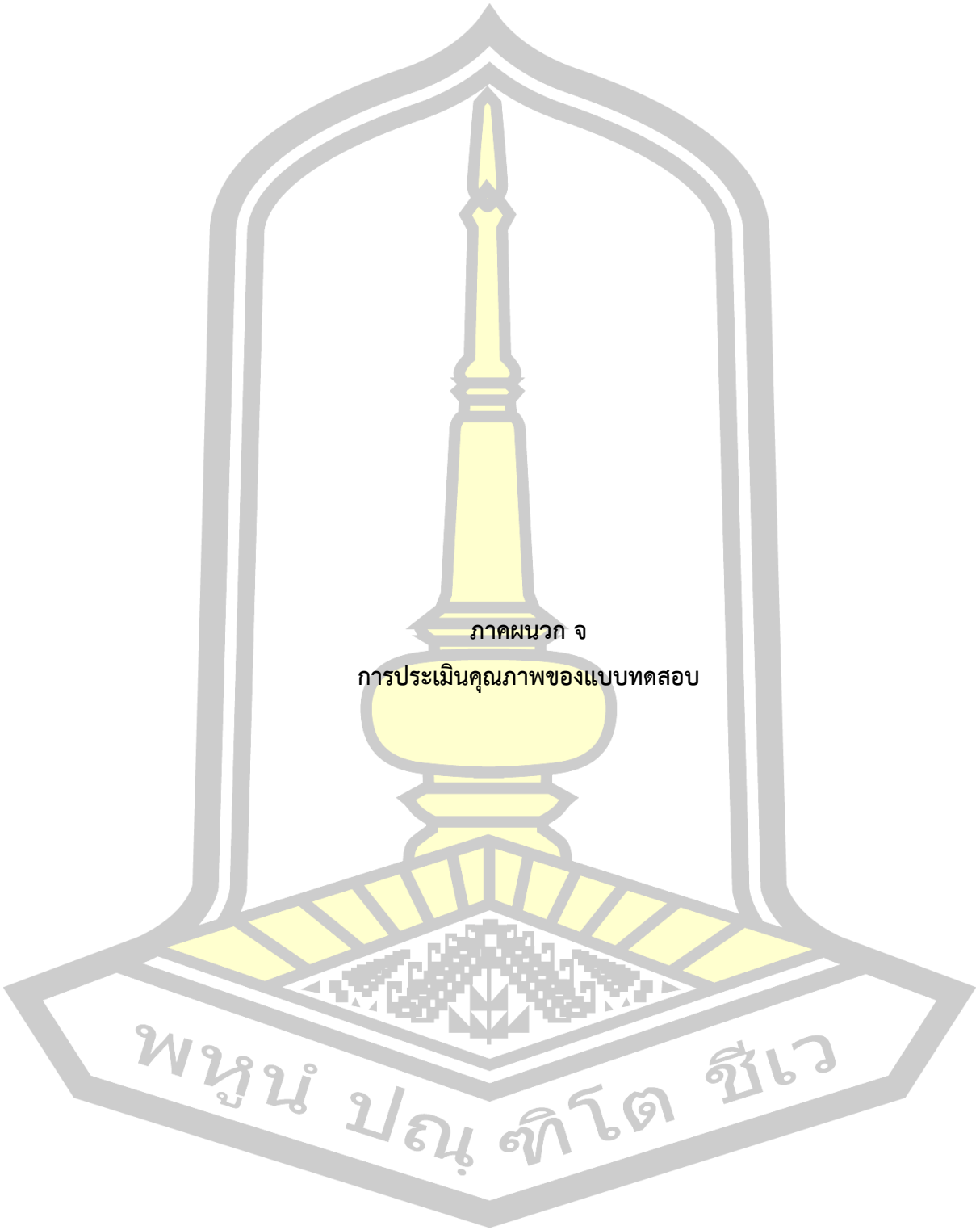
ประเด็นที่ใช้สัมภาษณ์ข้อที่	ข้อคำถามข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	1.2	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
	1.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	2.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	2.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	2.3	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
3	3.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	3.2	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
4	4.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	4.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	4.3	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง

พหุน ปณ ฑิโต ชีว

ตารางที่ 40 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างพฤติกรรมที่แสดงออกกับองค์ประกอบด้านการแก้โจทย์ปัญหาของแบบประเมินพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบด้านการแก้โจทย์ปัญหา ข้อที่	พฤติกรรมที่แสดงออก ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	(IOC)	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1.1	1	-1	1	1	1	3	0.6	สอดคล้อง
	1.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	1.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	2.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	2.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	2.3	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
3	3.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	3.2	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
4	4.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	4.2	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง
	4.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
	4.4	1	1	1	0	1	4	0.8	สอดคล้อง

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว



ภาคผนวก จ

การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ

ตารางที่ 41 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r)	การแปลความหมาย	ผลพิจารณา
1	0.115	0.038	ยาก อำนาจจำแนกต่ำ	ไม่นำไปใช้
2	0.269	0.077	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ	ไม่นำไปใช้
3	0.548	0.327	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	นำไปใช้
4	0.433	0.365	ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง	นำไปใช้
5	0.26	0.212	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	นำไปใช้

สรุปผลการวิเคราะห์ความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.115 ถึง 0.548 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.038 ถึง 0.365 และมีข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 2 ข้อ

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 42 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r)	การแปลความหมาย	ผลพิจารณา
1	0.24	0.212	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	นำไปใช้
2	0.26	0.288	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	นำไปใช้
3	0.221	0.25	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	นำไปใช้
4	0.115	0.154	ยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่นำไปใช้
5	0.144	0.212	ยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	ไม่นำไปใช้

สรุปผลการวิเคราะห์ความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.115 ถึง 0.26 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.154 ถึง 0.288 และมีข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 2 ข้อ

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 43 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r)	การแปลความหมาย	ผลพิจารณา
1	0.317	0.25	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	นำไปใช้
2	0.327	0.269	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	นำไปใช้
3	0.144	0.096	ยาก อำนาจจำแนกต่ำ	ไม่นำไปใช้
4	0.231	0.231	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง	นำไปใช้
5	0.135	0.115	ยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่นำไปใช้

สรุปผลการวิเคราะห์ความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.135 ถึง 0.327 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.096 ถึง 0.269 และมีข้อที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 2 ข้อ

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 44 แสดงค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

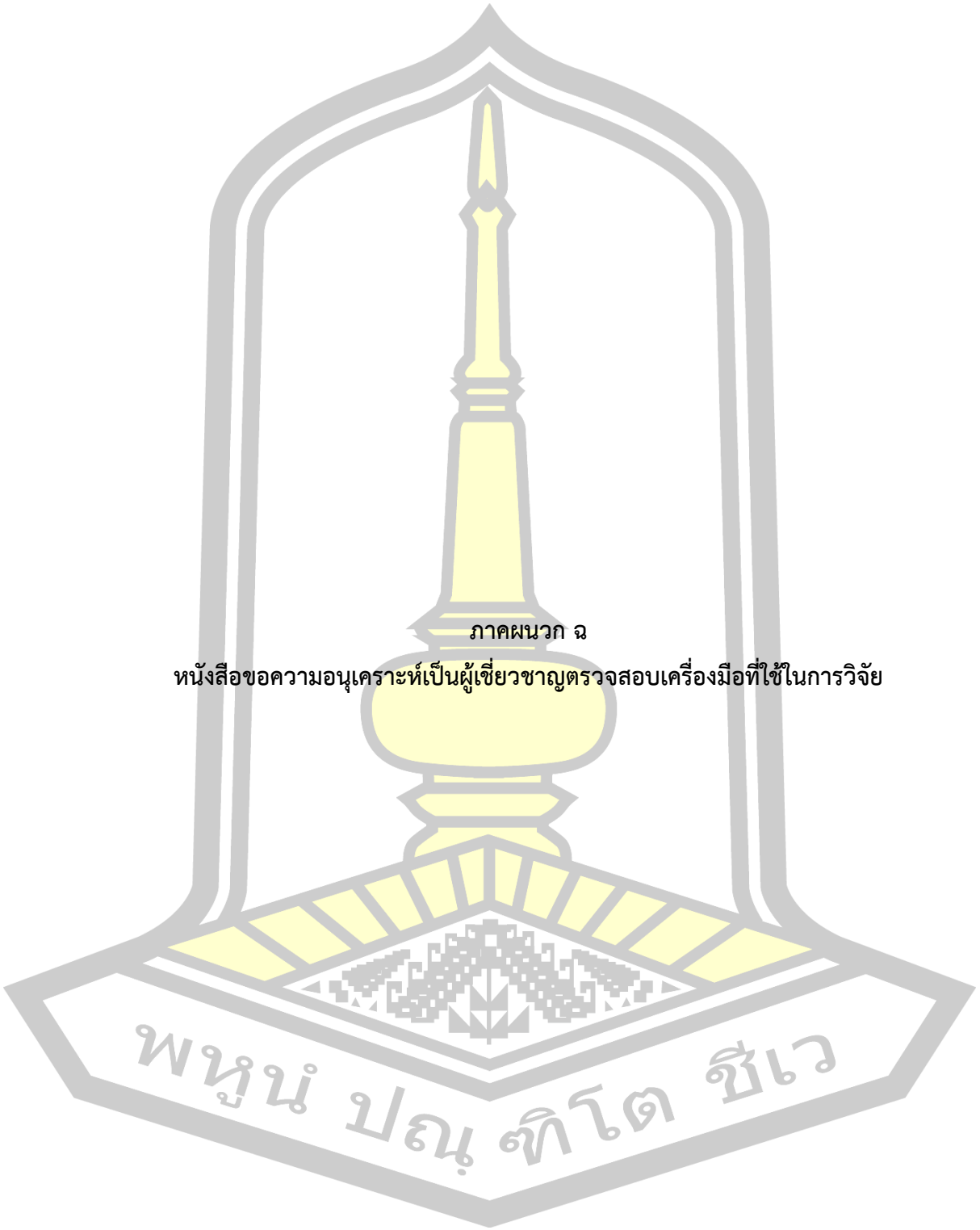
ข้อที่	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	เกณฑ์คุณภาพ	ผลพิจารณา
1	0.65	อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
2	-0.15	อำนาจจำแนกใช้ไม่ได้	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่นำไปใช้
3	0.24	อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
4	-0.18	อำนาจจำแนกใช้ไม่ได้	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่นำไปใช้
5	0.09	อำนาจจำแนกต่ำ	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่นำไปใช้
6	0.53	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
7	0.41	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
8	0.35	อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
9	0.53	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
10	0.35	อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
11	0.21	อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์	ไม่นำไปใช้
12	0.26	อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
13	0.88	อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
14	0.15	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่นำไปใช้
15	0.76	อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
16	0.35	อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
17	0.41	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
18	0.09	อำนาจจำแนกต่ำ	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่นำไปใช้
19	0.26	อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
20	0.53	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
21	0.35	อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
22	0.41	อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
23	-0.03	อำนาจจำแนกใช้ไม่ได้	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่นำไปใช้
24	0.09	อำนาจจำแนกต่ำ	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่นำไปใช้
25	0.71	อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
26	0.21	อำนาจจำแนกปานกลาง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้

ตารางที่ 34 แสดงค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต่อ)

ข้อที่	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	เกณฑ์คุณภาพ	ผลพิจารณา
27	0.71	อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
28	-0.03	อำนาจจำแนกใช้ไม่ได้	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่นำไปใช้
29	0.88	อำนาจจำแนกสูง	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
30	0.09	อำนาจจำแนกต่ำ	ไม่ผ่านเกณฑ์	ไม่นำไปใช้

สรุปผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 21 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 29 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 9 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2, 4, 5, 14, 18, 23, 24, 28, 30 ผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ จากทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกแล้วมีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.88 และผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีของโลเวท (Lovett Method) มีค่าเท่ากับ 0.91

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ฉ

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ที่ อว 0605.5(2)/ว469

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

2 กุมภาพันธ์ 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลทิพย์ ศรีหาเศษ

ด้วย นางสาวนฤมล ภูมิชัยโชติ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0908478650

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทรสาร. 0-4371-9852 ภายใน 6273
ที่ อว 0605.5(2)/1137 วันที่ 1 เมษายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สาวิตรี ราญมีชัย

ด้วย นางสาวนฤมล ภูมิชัยโชติ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิจัย เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ อว 0605.5(2)/ว469

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

2 กุมภาพันธ์ 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางกัลยาณี โนนศรี

ด้วย นางสาวนฤมล ภูมิชัยโชติ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0908478650

ที่ อว 0605.5(2)/ว469

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

2 กุมภาพันธ์ 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางไสว ชาติแพงตา

ด้วย นางสาวนฤมล ภูมิชัยโชติ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0908478650

ที่ อว 0605.5(2)/ว469

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

2 กุมภาพันธ์ 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวรัชฎา อัดโดดดร

ด้วย นางสาวนฤมล ภูมิชัยโชติ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องปริมาตรและความจุของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0908478650

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวนฤมล ภูมิชัยโชติ
วันเกิด	วันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ.2542
สถานที่เกิด	จังหวัดกาฬสินธุ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 8 หมู่ 2 ตำบลฆ้องชัยพัฒนา อำเภอฆ้องชัย จังหวัดกาฬสินธุ์ 46130
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 มัธยมตอนต้น โรงเรียนกมลาไสย อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ พ.ศ.2558 มัธยมตอนปลาย โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ร้อยเอ็ด อำเภอศรีสมเด็จ จังหวัดร้อยเอ็ด พ.ศ.2561 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2565 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผลงานวิจัย	W Tangjai and others. (2022) On the Diophantine equation $7x + 5 \cdot py = z^2$ where $p \equiv 1, 2, 4 \pmod 7$. International Journal of Mathematics and Computer Science, 17(4), 1483–1489.

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว