การพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิทยานิพนธ์
ของ
ฐัติยาภรณ์ พึ่งป่า

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
ธันวาคม 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิทยานิพนธ์
ของ
ฐัติยาภรณ์ พึ่งป่า

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
ธันวาคม 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Creative Problem Solving Ability of Mathematical Concepts on Perimeter and Area Using Creative Problem Solving Process with GeoGebra for Prathomsuksa 6 Students

Thattiyaporn Pungpa

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Science (Mathematics Education)

December 2022

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวฐิติยาภรณ์ พึ่งป่า แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผศ. ดร. สุพจน์ สีบุตร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. โชคชัย วิริยะพงษ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผศ. ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์)

.....กรรมการ
(รศ. ดร. นิภาพร ชุติมันต์)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. มนตรี ทองมูล)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....	.....
(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล)	(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์	คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัย ฐิติยาภรณ์ พึ่งป่า

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โชคชัย วิริยะพงษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** คณิตศาสตรศึกษา

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสามัคคีมีชัยวิทยา อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 1 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม ซึ่งใช้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ จำนวน 8 แผน รวม 18 ชั่วโมง ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 4.85 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ใช้ทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.38 – 0.71 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.30 – 0.70 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.88 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.55 – 0.65 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 0.40 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.89 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้

Hotelling's T^2

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.15/75.25 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เท่ากับ 0.5352 ซึ่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 53.52

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยสรุปนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ เพื่อพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ครูผู้สอนควรนำไปจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ต่อไป

คำสำคัญ : รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, จีโอจีบรา, ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

TITLE Development of Creative Problem Solving Ability of Mathematical Concepts on Perimeter and Area Using Creative Problem Solving Process with GeoGebra for Prathomsuksa 6 Students

AUTHOR Thattiyaporn Pungpa

ADVISORS Assistant Professor Chokchai Viriyapong , Ph.D.
Assistant Professor Monchaya Chiangpradit , Ph.D.

DEGREE Master of Science **MAJOR** Mathematics Education

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2022

ABSTRACT

The purposes of this research were (1) to develop of creative problem solving ability of mathematical concepts on perimeter and area using creative problem solving process with GeoGebra for Prathomsuksa 6 students efficiency criteria 70/70 (2) to study the effectiveness index of learning management base on creative problem solving process with GeoGebra on perimeter and area (3) comparing of mathematical achievement and creative problem solving ability of mathematical concepts on perimeter and area using creative problem solving process with GeoGebra for Prathomsuksa 6 students. The sample group were students in Prathomsuksa 6, who are studying in the first semester of the academic year 2022 obtained by cluster random sampling. The research instrument were (1) 8 lesson plans of mathematics learning management on creative problem solving process with Geogebra programs on perimeter and area for Prathomsuksa 6 students (2) the achievement test were 20 four-alternative items of mathematic, it has difficulty (p) 0.38 – 0.71 the discrimination of each item (r) was 0.30 - 0.70, and the reliability of all items was 0.88 (3) creative problem solving ability of mathematical concepts test, it has difficulty (p) 0.55 – 0.65, with discrimination of each item (r) was 0.20 - 0.40, and the reliability of all items was 0.89 The research statistics used were a percentage, a average, a standard deviation and the hypothesis teste by Hotelling's T^2.

The results of the study were as follows :

1. The creative problem solving process with GeoGebra on perimeter and area lesson plans for Prathomsuksa 6 students, its efficiency were 79.15/75.25, respectively the setting criteria 70/70.

2. The effectiveness index of learning management base on creative problem solving process with GeoGebra on perimeter and area for Prathomsuksa 6 students found that there were 0.5352. It showed that students had learning process were 53.52.

3. The students who received teaching process using creative problem solving process with GeoGebra on Perimeter and Area learning achievement and mathematical problem solving were higher than criterion 70 percent, statistically significant at the .05 level.

In conclusion, The students who studied teaching creative problem solving process with GeoGebra on Perimeter and Area, they had average the learning achievement and average mathematical problem solving abilities of mathematical concepts on perimeter and area more than criterion of 70 percent. The mathematics teachers should this technique for their teaching in classroom to develop of students were efficiencies.

Keyword : creative problem solving process, Geogebra, creative problem solving ability of mathematical Concepts

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่ง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โชคชัย วิริยะพงษ์ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนชยา เจียงประดิษฐ์ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ สีบุตร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.นิภาพร ชุติมันต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำงานวิจัยด้วยดีตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผศ. ไพรัชช์ จันทร์งาม อาจารย์ธราทิตย์ เกตุหอม ดร.ธนิต ปุ่นประโคน นายวิทิต สายกระสุน นางสาววัชรี วารีประโคน ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบตรวจเครื่องมือในการวิจัยและให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ทุกท่าน ที่ให้ความรู้ ให้คำปรึกษาด้วยดีตลอดระยะเวลาของการศึกษาในมหาวิทยาลัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะคุณครู โรงเรียนสามัคคีมีชัยวิทยา อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต ๒ ที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกในทำการวิจัยจนสำเร็จตามวัตถุประสงค์

ขอกราบขอบพระคุณ ร.ต.ท.ใส พึ่งป่า นางทิพวรรณ พึ่งป่า ตลอดจนญาติพี่น้อง ทุกคนที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดาผู้ให้ชีวิต ให้การศึกษา ตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และอบรมสั่งสอนผู้วิจัยเสมอมา

ฐิติยาภรณ์ พึ่งป่า

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญรูปภาพ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

สมมติฐานการวิจัย 4

ขอบเขตการวิจัย 4

กรอบแนวคิดในการวิจัย 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยครั้งนี้ 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 7

บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 1

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) 2

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 3

ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 17

ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 21

การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 24

การวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 27
โปรแกรมจีโอจีบรา (GeoGebra) 37
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 38
ประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้ 41
ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ 43
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 44
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 49
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 49
เครื่องมือที่ใช้ในงานการวิจัย 49
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ 50
วิธีดำเนินการวิจัย 61
สถิติที่ใช้ในการวิจัย 62
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 67
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 67
การวิเคราะห์ข้อมูล 68
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 73
วัตถุประสงค์การวิจัย 73
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 74
สรุปผลการวิจัย 74
1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้ 77
บรรณานุกรม 79
ภาคผนวก 80
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ 81
ภาคผนวก ข สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ 83

ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 89
ภาคผนวก ง คะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล 98
ภาคผนวก จ ข้อมูลที่ได้จากวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป 105
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 111
8.1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 120
8.2 ปัญหา/อุปสรรค 120
8.3 แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา 120
ประวัติผู้เขียน 161

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 8

ตารางที่ 2 ตารางตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมาตรฐาน ค 1.2 9

ตารางที่ 3 ตารางตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมาตรฐาน ค 2.1 10

ตารางที่ 4 ตารางตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมาตรฐาน ค 2.2 10

ตารางที่ 5 ตารางตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมาตรฐาน ค 3.1 11

ตารางที่ 6 ตารางหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เกี่ยวข้องกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ 11

ตารางที่ 7การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของสถานศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เกี่ยวข้องกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ 13

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ ทรงยศ สกุลยา 31

ตารางที่ 9 ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ (ทรงยศ สกุลยา, 2562) 33

ตารางที่ 10 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยปรับปรุงจากของ ทรงยศ สกุลยา (2562) ดังนี้ 34

ตารางที่ 11 ตารางเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 36

ตารางที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์เนื้อหา จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา 51

ตารางที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา จำนวนชั่วโมงสอนและจำนวนข้อสอบ 54

ตารางที่ 14 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยปรับปรุงจากของ ทรงยศ สกุลยา (2562) ดังนี้ 57

ตารางที่ 15 ตารางเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 60

ตารางที่ 17 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรม 68

ตารางที่ 18 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 70

ตารางที่ 19 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 70

ตารางที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 71

ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้วิธีการทางสถิติ Hotelling's T^2 71

ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เทียบกับเกณฑร้อยละ 70 72

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 90

ตารางที่ 24 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 92

ตารางที่ 25 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 94

ตารางที่ 26 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 96

ตารางที่ 27 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ค่า

ความเชื่อมั่น ของของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 97

ตารางที่ 28 คะแนนจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 99

ตารางที่ 29 คะแนนทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6..... 102

ตารางที่ 30 คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่..... 103

ตารางที่ 31 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 104

ตารางที่ 32 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6..... 108

ตารางที่ 33 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6..... 109

ตารางที่ 34 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ one sanple t-test..... 109

ตารางที่ 35 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ one sanple t-test 109

ตารางที่ 36 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยปรับปรุงจากของ ทรงยศ สกุลยา (2562) ดังนี้..... 140

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 6

ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยโปรแกรม SPSS 106

ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์สถิติ Hotelling's T^2 ด้วยโปรแกรม R 106

ภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยโปรแกรม R 106

ภาพที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยโปรแกรม R 107

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความคิดของมนุษย์ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา ทำให้มนุษย์สามารถแก้ปัญหา คาดการณ์ ตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม วิชาคณิตศาสตร์ได้จำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันของมนุษย์มาแปลงเป็นปัญหาในทางคณิตศาสตร์ เพื่อได้ให้มนุษย์ได้รู้จักแก้ปัญหาต่าง ๆ ผ่านกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพชรา บุดสีทา (2560) ได้กล่าวไว้ในบทความ เรื่อง “แนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21” เกี่ยวกับคุณลักษณะจำเป็น 8 ประการสำหรับผู้เรียนยุค Gen Net/Twenties ทักษะจำเป็นอย่างหนึ่งคือทักษะด้านการคิด (Thinking Skills) และทักษะในการคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นทักษะด้านการคิดอย่างหนึ่งที่จำเป็นต่อผู้เรียน อีกทั้งผู้สอนควรมีทักษะ C-Computer (ICT) Integration นั่นคือ การที่ผู้สอนมีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์บูรณาการกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน เหตุผลสำคัญที่ผู้สอนจำเป็นต้องมีทักษะด้านการประยุกต์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือหนึ่งในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ นอกจากจะเป็นการติดอาวุธด้านทักษะในการใช้ ICT โดยทางอ้อมให้แก่ผู้เรียนแล้ว หากมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพก็ยังสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย แต่จากการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน พบว่าผู้เรียนยังขาดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือ ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ และทำให้ไม่สามารถแสดงขั้นตอนวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอันจะนำมาซึ่งคำตอบของปัญหาได้ ไม่สามารถคิดวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย รวมถึงไม่สามารถตัดสินวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้ โดยเฉพาะโจทย์ที่เกี่ยวกับพื้นที่และความยาวรอบรูป จำเป็นจะต้องใช้รูปภาพในการอธิบายเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ การจัดการเรียนการสอนแบบปกติไม่สามารถทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาโดยไม่มีภาพที่หลากหลายมากพอ

เนื่องด้วยโปรแกรมจีโอจีบรา (GeoGebra) เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างสื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในรูปแบบทั้งสองมิติ และสามมิติ มีนักวิจัยหลายท่านที่นำโปรแกรมนี้เข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ศรชัย ปราบงูเหลือม (2560) กล่าวว่าโปรแกรมจีโอจีบรา เป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์แบบพลวัติที่สามารถปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานได้ อีกทั้งยังสามารถสร้างสื่อการสอนได้อย่างหลากหลาย เนื่องจากมีเครื่องมือสำเร็จรูปต่าง ๆ มากมายที่สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก และเครื่องมือต่าง ๆ ในโปรแกรมยังสนับสนุนการสร้างสื่อในการจัดการเรียนรู้แบบ STEM โดยผู้ใช้งานสามารถโหลดโปรแกรมจีโอจีบรา มาทำการติดตั้งได้โดยไม่มีค่าลิขสิทธิ์ เช่นเดียวกับ ภานุมาศ วรสันต์ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 จะเห็นว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้ ช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพในหลากหลายมิติ นอกจากนี้ปัญหาในการทำโจทย์ปัญหาของผู้เรียนที่ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากยังไม่เข้าใจปัญหา การหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และไม่สามารถตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เนื่องจากจะเป็นแนวคิดที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้การคิดขั้นสูง อันจะนำมาซึ่งการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีผู้ศึกษาไว้อย่างหลากหลายดังจะกล่าวต่อไปนี้

สำหรับแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) กล่าวว่าการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการมุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหา รวมถึงการพัฒนาสภาวะที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยการทำงานร่วมกันระหว่างการคิดสร้างสรรค์ และการคิดวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ทำได้โดยให้คิดลึกและหลากหลายที่สุดปราศจากการตัดสินความคิดต่าง ๆ ว่าดีหรือไม่ จนถึงระยะหนึ่งจึงพิจารณาความคิดเหล่านั้นด้วยการคิดวิจารณญาณ ในการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนได้วิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาและนำไปแก้ปัญหา โดยเชื่อมั่นว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาได้และควบคุมตนเองได้ เพื่อที่จะได้แก้ปัญหาด้วยความรอบคอบ สอดคล้องกับ ชญาภรณ์ เอกธรรมสุทธิ์ และคณะ (2559) ได้กล่าวไว้ในบทความ เรื่อง “รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์” ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วยกระบวนการแก้ปัญหา ผ่านกระบวนการคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะที่สามารถฝึกฝน และพัฒนาได้ กระบวนการดังกล่าวเป็นหน้าที่ที่สำคัญของผู้สอนที่มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จะเห็นว่าการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้จะต้องใช้การคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นทักษะ

การคิดขั้นสูงที่การศึกษามุ่งหวังให้เกิดขึ้นในผู้เรียน ดังนั้นจึงมีการนำรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาใช้ในการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนอย่างหลากหลาย

มีผู้วิจัยหลายท่านได้นำการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปใช้ในชั้นเรียน รุสมีนี หะยียูโซ๊ะ (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ van Hooijdonk et al. (2020) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ในด้านการค้นพบข้อเท็จจริง การค้นพบปัญหา และการหาแนวทางการแก้ไขปัญหา ผ่านงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งการศึกษา เรื่องความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) กำลังพัฒนามาเรื่อย ๆ ในงานวิจัยยังกล่าวอีกว่าการปลูกฝัง เรื่องการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กับการศึกษายังเป็นเรื่องที่ท้าทายมาก หนึ่งในปัญหาสำคัญคือการสร้างไอเดียการคิดที่ดี งานวิจัยได้จัดทำใบงานในรูปแบบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS Model) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งพบว่าการค้นพบข้อเท็จ การค้นพบปัญหา และการหาแนวทางการแก้ไขปัญหามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความคิดสร้างสรรค์ ยังค้นพบอีกว่า นักเรียนระดับประถมศึกษาสามารถระบุความคิดที่สร้างสรรค์ของตนเองได้ ดังนั้นเป้าหมายต่อไปในการจัดศึกษาควรมีการฝึกฝนการค้นพบความจริง การค้นพบปัญหา และการจัดการเรียนสอนรูปแบบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ แต่จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน พบว่า ผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ ขาดกระบวนการคิดในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ส่งผลไม่สามารถเขียนแสดงวิธีทำได้อย่างเป็นระบบ แม้ว่าจะไม่ใช่โจทย์ที่ต้องแสดงวิธีทำ เมื่อกำหนดให้หาพื้นที่ของรูปที่กำหนดแล้วโจทย์แตกต่างไปจากที่ยกตัวอย่าง ผู้เรียนบางส่วนไม่สามารถหาคำตอบได้ เพราะขาดแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ในมุมมองที่หลากหลายได้

ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยจึงใช้เทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์โปรแกรมจีโอจีบรา ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างสื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ร่วมกับ การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ CREATIVE PROBLEM SOLVING (CPS) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อันจะส่งผลให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตดังนี้

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนในกลุ่มเมืองบุรีรัมย์ 2 อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 10 โรงเรียน 10 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 145 คน จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 คน จากโรงเรียนสามัคคีมีชัยวิทยา อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 20 คน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย 8 เรื่องคือ ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ

ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม ความยาวรอบรูปของวงกลม พื้นที่ของวงกลม และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 21 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 สัปดาห์ โดยมีการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ 1 ชั่วโมง จัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ 18 ชั่วโมง และการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ 1 ชั่วโมง และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ 1 ชั่วโมง

ขอบเขตด้านตัวแปร

1. ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1

2. ตัวแปรตาม คือ

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยครั้งนี้

1. ได้พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ที่สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน

2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา หรือโปรแกรมอื่น ๆ ต่อไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการระบุสถานการณ์ปัญหา ระบุปัญหา ระบุปัญหาที่สอดคล้องกันในทางคณิตศาสตร์และสื่อความหมายในทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ระบุแนวคิดในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้และระบุเหตุผลที่เหมาะสมได้ ยกตัวอย่างการนำความรู้ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่แปลกใหม่และแตกต่างไปจากเดิมได้ การวัดความความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วัดจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ที่ผู้วิจัยสร้างเองเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ พิจารณาจากความสามารถรายด้านทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการค้นพบความจริง หมายถึง ความสามารถในการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด ซึ่งเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ และระบุสิ่งที่โจทย์ถามได้

ด้านที่ 2 ความสามารถในการค้นพบปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาให้อยู่ในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้

ด้านที่ 3 ความสามารถในการค้นพบแนวคิด หมายถึง ระบุแนวคิดที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ได้อย่างหลากหลาย อย่างน้อย 3 วิธีการ

ด้านที่ 4 ความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจเลือกแนวคิดจากการอภิปราย ผ่านการแลกเปลี่ยนกับผู้อื่นแล้ว พร้อมระบุเหตุผลในการเลือกได้

ด้านที่ 5 ความสามารถในการสร้างสรรค์ความรู้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่แปลกใหม่และแตกต่างไปจากเดิมได้

2. การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นแนวคิดหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ที่อาศัยความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณญาณ ในการแก้ปัญหา (Problem Solving) โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคล กระบวนการกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมมือกันมีการอภิปราย การสร้างความรู้ครูเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ โดยมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการพิจารณาประเด็นปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นความสนใจผู้เรียน ด้วยการสร้างสถานการณ์ปัญหา แล้วให้ผู้เรียนระบุสถานการณ์ปัญหา และปัญหาที่โจทย์กำหนดจากสถานการณ์

ขั้นที่ 2 การคิดหาวิธีแก้ปัญหาผ่านการคิดที่หลากหลาย ผู้สอนให้ผู้เรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ขั้นที่ 3 การเลือกวิธีการแก้ปัญหา ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับปัญหาที่เผชิญอยู่

ขั้นที่ 4 การยอมรับ ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริงและถูกต้อง

ขั้นที่ 5 นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

3. โปรแกรม (GeoGebra) หมายถึง โปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างสื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในรูปแบบทั้งสองมิติ และสามมิติ ซึ่งผู้วิจัยจะใช้ GeoGebra 5.0 ในการประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6

4. การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เป็นแนวคิดหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนที่อาศัยความคิดสร้างสรรค์ และความคิดวิจารณญาณ ในการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคล กระบวนการกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมมือกัน มีการอภิปราย การสร้างความรู้ ครูเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ และใช้สื่อโปรแกรมจีโอจีบรา (GeoGebra 5.0) ช่วยในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 เพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพและมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยจะมีการใช้สื่อโปรแกรมจีโอจีบราในขั้นนำ ขั้นสอนในขั้นการพิจารณาประเด็นปัญหาและขั้นการคิดหาวิธีแก้ปัญหาผ่านการคิดที่หลากหลาย และขั้นสรุป

5. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้เพียงใด โดยแบบวัดเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างเอง

6. ประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 แผน 18 ชั่วโมง ตามเกณฑ์ 70/70 ดังนี้

70 (E_1) ตัวแรก คือ คะแนนเฉลี่ยรวมของนักเรียนทั้งหมด จากการทำแบบฝึกหัดแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน แบบสังเกตพฤติกรรม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 โดยคิดจากคะแนนจากการเรียนของแต่ละเรื่อง ประกอบด้วย 8 เรื่องคือ ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูป

หลายเหลี่ยม โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม ความยาวรอบรูปของวงกลม พื้นที่ของวงกลม และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม

70 (E_2) ตัวหลัง คือ คะแนนเฉลี่ยรวมของนักเรียนทั้งหมดหลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 โดยคิดจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ (ปรนัยจำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน)

7. ดัชนีประสิทธิผล คือค่าที่แสดงการเรียนรู้เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา

8. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา โดยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์ทางสถิติแล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจากของทรงยศ สกุลยา (2562) ได้กำหนด ดังนี้

ช่วงคะแนนร้อยละ 80 – 100 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์/ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มากที่สุด

ช่วงคะแนนร้อยละ 70 – 79 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์/ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มาก

ช่วงคะแนนร้อยละ 60 – 69 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์/ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ปานกลาง

ช่วงคะแนนร้อยละ 50 – 59 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์/ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ น้อย

ช่วงคะแนนร้อยละ 0 – 49 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์/ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ น้อยที่สุด

บทที่ 2
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหา รวมถึงการสร้างเครื่องมือในงานวิจัย ซึ่งจะกล่าวเป็นรายละเอียดตามลำดับดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
2. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
3. ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
4. ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
5. การจัดการเรียนรู้เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
6. การวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
7. โปรแกรมจีโอจีบรา (GeoGebra)
8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
9. ประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้
10. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    11.1 งานวิจัยในประเทศ
    11.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

เพื่อให้สามารถพัฒนาผู้เรียนที่เป็นกำลังสำคัญของชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) จึงมีวิสัยทัศน์ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาได้เต็มศักยภาพ

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้องตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กล่าวถึงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนี้

1. **ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์**

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐาน ในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญนั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทัน การเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

2. **เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์**

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละการประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพ แบบจำลองทาง เรขาคณิต ทฤษฎีบททาง เรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด และเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

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

3. สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูป เรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

นอกจากนี้กระทรวงศึกษาธิการยังได้กำหนดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนจะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 5 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียน ดังนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

กรมวิชาการ (2544) ได้กล่าวถึงแนวการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น มีดังนี้

1. การพัฒนาทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา การพัฒนาทักษะและกระบวนการด้านนี้นับว่าเป็นเรื่องยากพอสมควรสำหรับผู้สอน นักเรียนส่วนใหญ่จะพัฒนาได้ดีในทักษะการคิดคำนวณ แต่เมื่อพบโจทย์ปัญหา มักจะไม่สามารถดำเนินการวิเคราะห์โจทย์ รวมถึงการหารูปแบบแนวคิดในการแก้ปัญหานั้น ดังนั้นการพัฒนาทักษะและกระบวนการในด้านนี้ ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือเกมที่น่าสนใจ ท้าทายให้อยากคิด เริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่ม โดยเริ่มจากปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ก่อน ต่อจากนั้นเพิ่มสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา ในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในกระบวนการแก้ปัญหา และผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนก่อน แล้วจึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผน

แก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ในการจัดให้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนนั้น เมื่อผู้เรียนเข้าใจกระบวนการแล้ว การพัฒนาให้มีทักษะผู้สอนควรเน้นฝึกการวิเคราะห์แนวคิดอย่างหลากหลายในขั้นวางแผนแก้ปัญหาให้มาก เพราะเป็นขั้นตอนที่สำคัญและยากสำหรับผู้เรียน

2. การพัฒนาทักษะและกระบวนการให้เหตุผล การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ และสามารถสอดแทรกได้ในการเรียนทุกเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ด้วย องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักให้เหตุผล มีดังนี้

2.1 ให้ผู้เรียนได้พบโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจเป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้

2.2 ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง

2.3 ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร การเริ่มต้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเกิดทักษะในการให้เหตุผล ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะอย่างกว้าง ๆ โดยใช้คำถามกระตุ้นพร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมหากผู้เรียนให้เหตุผลไม่ถูกต้อง ผู้สอนต้องให้กำลังใจและเสริมแรง การจัดการเรียนการสอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปลายเปิด (Open - ended Problem) ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

3. การพัฒนาทักษะและกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะและกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะ/กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ มีแนวทางในการดำเนินการ ดังนี้

3.1 กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

3.2 ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะแนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอการฝึกทักษะกระบวนการนี้ ต้องทำอย่างต่อเนื่องโดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหา ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร เขียนรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพตาราง หรือกราฟใดช่วยในการสื่อสารความหมาย

4. การพัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยง ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์นอกจากจะเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ ทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยง มีดังนี้

4.1 มีแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น

4.2 มีความรู้เนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี

4.3 มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยง ระหว่างความรู้และ

4.4 ทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง

4.5 มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้าง

4.6 ความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย

4.7 มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้ หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ได้พัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอเพื่อให้ผู้เรียนเห็นการนำความรู้เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติจริง และมีทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้นี้ ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนไปศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้นแล้วนำเสนองานต่อผู้สอน และผู้เรียนได้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

5. การพัฒนาทักษะและกระบวนการความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ บรรยากาศที่ช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้แก่การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้คำแนะนำปรึกษาของครูผู้สอนการแก้ปัญหาควรจัดในลักษณะร่วมกันแก้ปัญหาอภิปรายร่วมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอแนวคิดที่หลากหลายปัญหาปลายเปิดนับเป็นปัญหาที่ช่วยสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน และครูต้องยอมรับแนวคิดหรือวิธีการที่หลากหลายของผู้เรียน นอกจากนี้การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างปัญหาขึ้นเอง ให้มีโครงสร้างของปัญหาคล้ายกับปัญหาเดิม ที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาแล้ว จะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหาเดิมอย่างแท้จริง และเป็นการช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนอีกด้วยการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ มีทักษะและกระบวนการ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ผู้สอนจะต้องบูรณาการเนื้อหาและทักษะกระบวนการ เข้าด้วยกัน ตลอดจนจัดกิจกรรมสร้างเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ ฝึกการทำงานที่เป็นระบบมีระเบียบวินัย รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

4. คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1) อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง อัตราส่วน และร้อยละ มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2) อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมและวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3) นำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิแท่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง แผนภูมิ รูปวงกลม ตารางสองทาง และกราฟเส้นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจ

5. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ค 1.1 ป.6/1 เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละจากสถานการณ์ต่าง ๆ	- เศษส่วน - การเปรียบเทียบและเรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละโดยใช้ความรู้เรื่อง ค.ร.น.
ค 1.1 ป.6/2 เขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ 2 ปริมาณ จากข้อความหรือสถานการณ์ โดยที่ปริมาณแต่ละปริมาณเป็นจำนวนนับ	- อัตราส่วน - อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน และมาตราส่วน
ค 1.1 ป.6/3 หาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้	
ค 1.1 ป.6/4 หา ห.ร.ม. ของจำนวนนับไม่เกิน 3 จำนวน	- จำนวนนับ และ 0 - ตัวประกอบ จำนวนเฉพาะ ตัวประกอบเฉพาะและการแยกตัวประกอบ - ห.ร.ม. และ ค.ร.น. - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น.
ค 1.1 ป.6/5 หา ค.ร.น. ของจำนวนนับไม่เกิน 3 จำนวน	
ค 1.1 ป.6/6 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์	

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น.	
ค 1.1 ป.6/7 หาผลลัพธ์ของการบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วนและจำนวนคละ	- การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน - การบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ โดยใช้ความรู้เรื่อง ค.ร.น. - การบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วนและจำนวนคละ - การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ
ค 1.1 ป.6/8 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ 2 - 3 ขั้นตอน	
ค 1.1 ป.6/9 หาผลหารของทศนิยมที่ตัวหารและผลหารเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง	- ทศนิยม และการบวก การลบ การคูณ การหาร - ความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนและทศนิยม - การหารทศนิยม - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทศนิยม (รวมการแลกเงินต่างประเทศ)
ค 1.1 ป.6/10 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร ทศนิยม 3 ขั้นตอน	
ค 1.1 ป.6/11 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วน	- อัตราส่วนและร้อยละ - การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน - การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ
ค 1.1 ป.6/12 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ 2 - 3 ขั้นตอน	

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ตารางที่ 2 ตารางตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมาตรฐาน ค 1.2

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ค 1.2 ป.6/1 แสดงวิธีคิดและหาคำตอบของปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป	- แบบรูป - การแก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

ตารางที่ 3 ตารางตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมาตรฐาน ค 2.1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ค 2.1 ป.6/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	- ปริมาตรและความจุ - ปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
ค 2.1 ป.6/2 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม	- รูปเรขาคณิตสองมิติ - ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม - มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม - ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม - ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม
ค 2.1 ป.6/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม	

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิตความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตารางที่ 4 ตารางตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมาตรฐาน ค 2.2

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ค 2.2 ป.6/1 จำแนกรูปสามเหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูป	- รูปเรขาคณิตสองมิติ - ชนิดและสมบัติของรูปสามเหลี่ยม - การสร้างรูปสามเหลี่ยม
ค 2.2 ป.6/2 สร้างรูปสามเหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุม	

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ	- รูปเรขาคณิตสามมิติ - ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด
ค 2.2 ป.6/4 ระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่และระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	- รูปคลี่ของทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 5 ตารางตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางมาตรฐาน ค 3.1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ค 3.1 ป.6/1 ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิรูปวงกลมในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา	- การนำเสนอข้อมูล - การอ่านแผนภูมิรูปวงกลม

เนื่องจากผู้วิจัยต้องการศึกษา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ เมื่อศึกษาในเอกสารคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 ตารางหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เกี่ยวข้องกับความยาวรอบรูปและพื้นที่

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
บทที่ 6 รูปสามเหลี่ยม	นักเรียนสามารถ 1. บอกชนิดและสมบัติของรูปสามเหลี่ยม 2. สร้างรูปสามเหลี่ยมตามข้อกำหนด 3. หาความยาวยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม	ค 2.2 ป.6/1 จำแนกรูปสามเหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูป ค 2.2 ป.6/2 สร้างรูปสามเหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาว	รูปเรขาคณิตสองมิติ • ชนิดและสมบัติของรูปสามเหลี่ยม • มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม • การสร้างรูปสามเหลี่ยม

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	4. หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม 5. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม 6. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม 7. แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่และความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม	ของด้านและขนาดของมุม ค 2.1 ป.6/2 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม	• ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม • การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม
บทที่ 7 รูปหลายเหลี่ยม	นักเรียนสามารถ 1. หาผลบวกของขนาดของมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม 2. แสดงวิธีหาความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม 3. แสดงวิธีหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม 4. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม	ค 2.1 ป.6/2 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม	รูปเรขาคณิตสองมิติ • มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม • ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม • การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	5. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม		
บทที่ 8 วงกลม	นักเรียนสามารถ 1. บอกส่วนต่าง ๆ ของวงกลม 2. สร้างวงกลม 3. หาความยาวของเส้นรอบวง 4. หาพื้นที่ของวงกลม 5. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวของเส้นรอบวง 6. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ของวงกลม 7. แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับเส้นรอบวงและพื้นที่ของวงกลม	ค 2.1 ป.6/3 แสดงวิธีหาคำ ตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม	รูปเรขาคณิตสองมิติ • ส่วนต่าง ๆ ของวงกลม • การสร้างวงกลม • ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม • การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม

สำหรับการวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา หน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ เป็นดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของสถานศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เกี่ยวข้องกับความยาวรอบรูปและพื้นที่

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
บทที่ 7 ความยาวรอบรูปและพื้นที่	นักเรียนสามารถ 1. อธิบายหลักการหาความ	ค 2.1 ป.6/2 แสดงวิธีหาคำตอบ	• ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูป

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	ยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมได้ 2. หาความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมได้ 3. นำความรู้เกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ 4. อธิบายหลักการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมได้ 5. หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมได้ 6. นำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ 7.อธิบายหลักการหามุมภายในของรูปหลายเหลี่ยมได้ 8. หามุมภายในของรูปหลายเหลี่ยมได้ 9. นำความรู้เกี่ยวกับมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยมไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ 10. อธิบายหลักการหาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้	ของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม ค 2.1 ป.6/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม	สามเหลี่ยม • มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม • ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม • โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปวงกลม • ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม • โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	11. หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้ 12. อธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้ 13. แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้ 14. นำความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ 15. อธิบายหลักการหาความยาวรอบรูปของวงกลมได้ 16. หาความยาวรอบรูปของวงกลมได้ 17. นำความรู้เกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมไปใช้ในชีวิตจริงได้ 18. อธิบายหลักการหาพื้นที่ของวงกลมได้ 19. แสดงวิธีการหาพื้นที่ของวงกลมได้		

หน่วยการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	20. นำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ของวงกลมไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ 21. แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลมได้ 22. นำความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลมไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้		

จากการศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เอกสารคู่มือครู รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรียนที่ 2 เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทำให้ผู้วิจัยสังเคราะห์เนื้อหาที่จะทำการวิจัยเรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ประกอบด้วย 8 เรื่องคือ ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม ความยาวรอบรูปของวงกลม พื้นที่ของวงกลม และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม

ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1. แนวการคิดการปัญหา

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) การแก้ปัญหา คือ การใช้ประสบการณ์ที่ค้นพบด้วยตนเองที่เกิดจากการสังเกต การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความ และการสรุปความเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลการแก้ปัญหา

มัณฑรา ธรรมบุศย์. (2551 อ้างอิงจาก ทัศนพร วิบูลย์อรรถ และคณะ, 2558) การแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการรู้จักขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นในยามจำเป็นรู้จักพัฒนาและประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหา สามารถหาทางแก้ปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ธนะวัชร จริยะภูมิ และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2559) การแก้ปัญหา คือ การนำประสบการณ์เดิมมาใช้ในการคิดแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนและวิธีการนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน

จากการศึกษาเอกสารจึงสรุปเกี่ยวกับแนวคิดการแก้ปัญหาได้ว่า การแก้ปัญหาคือการใช้ประสบการณ์เดิมหรือที่เกิดจากการสังเกตแล้วค้นพบด้วยตนเอง ประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหา สามารถหาทางแก้ปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยมีขั้นตอนและวิธีการนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน

2. **แนวคิดการคิดสร้างสรรค์**

Osborn (1957) ความคิดสร้างสรรค์ คือ จินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหายุ่งยากที่มนุษย์ประสบอยู่มิใช่เป็นจินตนาการที่ฟุ้งซ่าน ลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ คือ การนำไปสู่ผลลัพธ์ที่แปลกใหม่ และเป็นประโยชน์

Torrance (1965) ความคิดสร้างสรรค์ คือ กระบวนการของการรับรู้ต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไปและรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานขึ้น จากนั้นรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นต่อไป จึงเป็นการรายงานผลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐานเพื่อเป็นแนวคิดและแนวทางใหม่ต่อไป

Guilford (1986) ความคิดสร้างสรรค์ คือ ผลของความสามารถทางสติปัญญาจากการคิดอย่างหลากหลายที่เรียกว่า การคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) คือ ความคิดหลายทิศทางหลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จด้วยและยังอธิบายเพิ่มเติมความคิดอเนกนัยว่าประกอบด้วยลักษณะความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องตัว (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

ธนะวัชร จริยะภูมิ และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2559) ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดที่ใช้กระบวนการหลาย ๆ อย่างมาร่วมกันคิดทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ ประกอบด้วย 4 ลักษณะทางความคิด ได้แก่ ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องตัว (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

จึงสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ คือ กระบวนการของการรับรู้ต่อปัญหา เป็นกระบวนการทางปัญญาระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลาย ๆ อย่างมารวมกันประกอบด้วย 4 ลักษณะทางความคิด ได้แก่ ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องตัว (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น นำไปสู่ผลลัพธ์ที่แปลกใหม่ และเป็นประโยชน์

จากแนวคิดการแก้ปัญหาและแนวคิดการคิดอย่างสร้างสรรค์ ต่อมามีนักวิชาการศึกษาหลายท่านได้นำทั้งสองแนวคิดนี้หลอมรวมกัน นำไปสู่แนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3. ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

Lewin & Read (1998 อ้างอิงจาก สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554)) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการเข้าถึงและแก้ไขปัญหา โดยใช้ทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณร่วมกัน

Treffinger et al. (2006) ได้ให้นิยามว่า เป็นวิธีการที่ใช้ในการพัฒนาศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยผ่านกรอบทฤษฎีการพัฒนาและวิเคราะห์การแก้ปัญหา

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2537) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นการคิดที่มุ่งคิดค้นหาคำตอบ และวิธีการที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ประกอบด้วยความคิดเอกนัยและอเนกมัยในรูปแบบและวิธีการที่ส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม เป็นความสามารถทางการคิดที่มีกระบวนการครบวงจร คือ เริ่มตั้งแต่รับรู้และตระหนักถึงปัญหาที่มีอยู่ ไปสู่การประมวลข้อมูลใหม่ในแง่มุมของการแก้ปัญหา การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เกณฑ์การพิจารณาที่เหมาะสม จนถึงกระบวนการขั้นสุดท้าย คือ การสื่อสารความคิดและวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ให้เป็นที่ยอมรับ

สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการมุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหา รวมถึงพัฒนาสภาวะที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยการทำงานร่วมกันระหว่างการคิดสร้างสรรค์ และการคิดวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ทำได้โดยการคิดลึกและหลากหลายที่สุดปราศจากการตัดสินความคิดต่าง ๆ ว่าดีหรือไม่ จนถึงระยะหนึ่งจึงจะพิจารณาความคิดเหล่านั้นด้วยการมีวิจารณญาณ ในการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนได้วิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาและนำไปแก้ปัญหาโดยเชื่อมั่นว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาได้และควบคุมตนเองได้เพื่อที่จะได้แก้ปัญหาด้วยความรอบคอบและสมบูรณ์

ชญาภรณ์ เอกธรรมสุทธิ์ และคณะ (2559) กล่าวว่า ในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ใช้แนวคิดการแก้ปัญหา โดยอาศัยทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ในการพิจารณาสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา รวมทั้งใช้ทักษะอย่างมีวิจารณญาณในการตัดสินใจวิธีการที่จะเลือกการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง เหมาะสม โดย ชญาภรณ์ เอกธรรมสุทธิ์ และคณะ ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับแนวคิดต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งขอสรุปใจความสำคัญได้ดังนี้

แนวคิดการแก้ปัญหา (The problem-solving approach : PSA) ปัญหาคือ สถานการณ์หรือประสบการณ์ใหม่ที่บุคคลประสบหรือเกิดความสงสัย หรืออยากที่จะหาคำตอบ (Fogler & LeBlanc, 2008, p. 2; Meador, 1997, p. 69 อ้างอิงจาก ชญาภรณ์ เอกธรรมสุทธิ์ และคณะ, 2559) การคิดแก้ปัญหาเป็นการใช้ความสามารถของสมองและประสบการณ์เดิม เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งชญาภรณ์ เอกธรรมสุทธิ์ และคณะ ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและเจ้าของปัญหา (problem identification and ownership) ในขั้นนี้ประกอบด้วยการระบุปัญหาที่แท้จริง กำหนดวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา ประเมินว่าปัจจัยใดเกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา (value clarification) โดยประเมินและทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 3 วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา (analysis of the problem situation) ขั้นที่ 4 ประเมินความเป็นไปได้หรือความสามารถในการแก้ปัญหา (rating the potential solutions) ขั้นที่ 5 การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา (implementing and evaluating) ในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ บุคคลต้องใช้การคิดในการประเมิน วิเคราะห์ ตัดสินใจหรือเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด เหมาะสมกับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ และไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนต่อผู้อื่น การแก้ปัญหาต้องมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่ดีขึ้นหรือเกิดแนวทางใหม่ในการดำเนินชีวิต ซึ่งกระบวนการคิดที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น และการคิดสร้างสรรค์ เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการที่ดีและเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหานั้น

แนวคิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) เป็นการคิดที่เป็นระบบ เริ่มตั้งแต่ทำความเข้าใจกับปัญหาใหม่ความชัดเจน การตรวจสอบข้อสรุป การค้นหาสิ่งที่ซ่อนเร้นจากสถานการณ์หรือปัญหา การวิเคราะห์และประเมินหลักฐานที่ปรากฏ กระบวนการดังกล่าวต้องใช้ความคิดอย่างนุ่มลึก หลากหลาย ผ่านทักษะการคิดรวบยอด ประยุกต์ วิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินข้อมูล (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556 อ้างอิงจาก ชญาภรณ์ เอกธรรมสุทธิ์ และคณะ, 2559) โดยสรุปแล้วการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นกระบวนการคิดเชิงเหตุผล พินิจพิเคราะห์ ไตร่ตรอง เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับ และสรุปเป็นความรู้รวบยอดด้วยตนเอง ซึ่งความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Sieck, 2015 อ้างอิงจาก ชญาภรณ์ เอกธรรมสุทธิ์ และคณะ, 2559) ประกอบด้วยสามารถกำหนด

หรือระบุประเด็นปัญหาได้ชัดเจน สามารถวิเคราะห์โต้แย้งและเปรียบเทียบข้อมูลด้วยเหตุผล สามารถตั้งคำถามที่ท้าทาย กระตุ้นการอยากรู้ อยากเห็น สามารถพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้ ความสามารถในการสังเกตและตัดสินข้อมูลด้วยตนเอง ความสามารถในการรวบรวมหลักการย่อย ๆ สรุปเป็นหลักการรวบยอดได้ ความสามารถในการตัดสินใจนำไปสู่การปฏิบัติ นอกจากการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อให้เกิดความเข้าและวิเคราะห์ปัญหาแล้ว การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จะต้องอาศัยกระบวนการคิดสร้างสรรค์เพื่อให้สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ตลอดจนแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งการคิดสร้างสรรค์มีรายละเอียดดังนี้

แนวคิดการคิดสร้างสรรค์ เป็นลักษณะการคิดอเนกนัย (divergent thinking) คือ การคิดที่หลากหลาย หลายทิศทาง หลายมุมมอง การคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วยการคิดริเริ่ม (originality) ความคิดคล่องแคล่ว (fluency) และความคิดยืดหยุ่น (flexibility) โดยการคิดจะเป็นเชิงบวก คิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่เกิดประโยชน์ มีเหตุผลยอมรับได้

ธนะวัชร จริยะภูมิ และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์ (2559) กล่าวว่าการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คือ การนำประสบการณ์หรือความรู้เดิมมาใช้แก้ปัญหา เป็นขั้นเป็นตอนด้วยลักษณะการคิดทั้ง 4 ลักษณะ ได้แก่ ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องตัว (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) และนำไปสู่คำตอบที่เป็นสิ่งใหม่

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี แนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จึงสรุปได้ว่า กล่าวว่าการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คือ กระบวนการเข้าถึง และวิเคราะห์ปัญหา การคิดที่มุ่งคิดค้นหาคำตอบ และวิธีการที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม เป็นความสามารถทางการคิดที่มีกระบวนการครบวงจร คือ เริ่มตั้งแต่รับรู้และตระหนักถึงปัญหาที่มีอยู่ ไปสู่การประมวลข้อมูลใหม่ในแง่มุมของการแก้ปัญหา อาศัยกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทำได้โดยการคิดลึกและหลากหลายที่สุดปราศจากการตัดสินความคิดต่าง ๆ ว่าดีหรือไม่ จนถึงระยะหนึ่งจึงจะพิจารณาความคิดเหล่านั้นด้วยการมีวิจารณญาณ ในการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนได้วิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาและนำไปแก้ปัญหาโดยเชื่อมั่นว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาได้และควบคุมตนเองได้เพื่อที่จะได้แก้ปัญหาด้วยความรอบคอบและสมบูรณ์

ในงานวิจัยนี้ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายความถึง ความสามารถในการระบุสถานการณ์ปัญหา ระบุปัญหา ระบุปัญหาที่สอดคล้องกันในทางคณิตศาสตร์และสื่อความหมายในทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ระบุแนวคิดในการแก้ปัญหา ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้ที่แตกต่างไปจากเดิมและแปลกใหม่

ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

Cusins (1995) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ไว้ว่า เป็นวิธีในการแก้ปัญหาค้นหาคำตอบที่แตกต่างจากการแก้ปัญหาโดยทั่วไป มีความสลับซับซ้อน จะต้องมีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาไว้หลาย ๆ ทาง และเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาได้อย่างตรงจุด ให้ถูกต้องหรือเหมาะสมกับสถานการณ์และสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ในขณะนั้น และได้ให้ขั้นตอนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วย ขั้นตอนที่สำคัญ คือ

ขั้นที่ 1 การพิจารณาประเด็นของปัญหา

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหานั้น

ขั้นที่ 3 การหาทางเลือกไว้หลาย ๆ ทาง

ขั้นที่ 4 การเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามทางเลือกที่ได้เลือกไว้

ขั้นที่ 6 การประเมินผลลัพธ์ที่เกิดจากทางเลือกทางเลือกนั้น

สรวงสุดา ปานสกุล (2545) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นหาความจริง ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลที่เป็นมูลเหตุของปัญหาจากกรณีศึกษาที่กำหนดการตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วยว่า ใคร ที่ไหน เมื่อไร ทำไม อย่างไร มุ่งเน้นให้เกิดการคิดคล่อง

ขั้นที่ 2 การค้นหาปัญหา ได้แก่ การพิจารณาเปรียบเทียบมูลเหตุทั้งหลาย จัดลำดับความสำคัญและเลือกมูลเหตุที่สำคัญที่สุด เป็นประเด็นสำหรับค้นหาวิธีแก้ไข มุ่งเน้นให้เกิดความคิดยืดหยุ่น

ขั้นที่ 3 การค้นหาความคิด ได้แก่ การระดมสมองเพื่อเสนอวิธีแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายแปลกใหม่และเป็นไปได้ เน้นปริมาณ ไม่มีการประเมินความเหมาะสมในขั้นนี้ มุ่งเน้นให้เกิดความคิดริเริ่ม

ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ ได้แก่ การกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกวิธีเหมาะสมมากที่สุดตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีเหตุผล บอกข้อดี ข้อเสีย ของวิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้น มุ่งเน้นให้เกิดความคิดยืดหยุ่น

ขั้นที่ 5 การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ ได้แก่ การบอกลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา และผลที่เกิดขึ้นมุ่งเน้นให้เกิดการคิดละเอียดลออ

สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ที่ได้ศึกษาแนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากหลายแนวคิดและนำมาปรับปรุงจนได้ ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยกล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คือกระบวนการแก้ไขสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ หรือเป็นขั้นตอนของการบรรลุความต้องการ หรือวัตถุประสงค์โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ และ ความคิดวิจารณญาณ การใช้ความคิดทั้งสองที่กล่าวถึง ได้แก่ ผู้แก้ไขปัญหาจะใช้ความคิดสร้างสรรค์ใน การคิดวิธีการแก้ปัญหาให้ลึกและความมีหลากหลายโดยปราศจากการตัดสินว่าดีหรือถูกต้องหรือไม่ จากนั้นจึงประเมินและเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้การคิดวิจารณญาณเพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดี ที่สุด พร้อมทั้งนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาวางแผนการแก้ปัญหาบนเงื่อนไข บริบทและทรัพยากรที่มีอยู่ และนำแผนการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ โดยเชื่อมั่นว่าสามารถแก้ปัญหาและกำกับตนเองขณะทำการ แก้ปัญหาได้ เพื่อสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่

ขั้นที่ 1 การเข้าถึงปัญหา เป็นขั้นของการทำความเข้าใจ รับรู้ความท้าทายที่จะ แก้ปัญหาจากสถานการณ์ การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างรอบด้าน การระบุปัญหาที่แท้จริงและวางเป้าหมายในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถเลือกใช้ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือใช้ทุกขั้นตอน ตามความชัดเจนของปัญหา ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1.1 การเห็นความสำคัญ เป็นขั้นตอนการระบุและอธิบายความสำคัญของ สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในมุมมองของตนเองและผู้อื่น การสร้างความคิดที่เหมาะสมต่อปัญหา

1.2 การสำรวจข้อมูล เป็นการศึกษารายละเอียดของสถานการณ์หรือการ สืบค้นข้อมูลเพื่อทำให้สถานการณ์มีความชัดเจน ประกอบด้วย การศึกษาลักษณะและสาเหตุของ สถานการณ์ที่เป็นปัญหารวมถึงความเกี่ยวข้องกับปัญหาอื่น โดยใช้การสำรวจข้อมูล ประเมินและ เลือกใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

1.3 การระบุปัญหา เป็นการตัดสินว่าสถานการณ์ที่ศึกษานั้น ปัญหาใดเป็น ปัญหาที่ต้องนำมาแก้ไขหรือเรียกว่าเป็น “ปัญหาที่แท้จริง” พร้อมกับวางเป้าหมายในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 การคิดวิธีการแก้ปัญหา เป็นการคิดหาวิธีแก้ปัญหาให้มากที่สุด โดยไม่มีการ ตัดสินว่าความคิดนั้นผิดหรือถูก ใช่หรือไม่ใช่ รวมถึงการปรับวิธีการแก้ปัญหาจากแนวคิดการ แก้ปัญหาของผู้อื่น

ขั้นที่ 3 การเลือกและเตรียมการ คือการทำให้วิธีการแก้ปัญหามีความชัดเจนในการ ปฏิบัติมากยิ่งขึ้น โดยการประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนได้วิธีการที่ดีที่สุด จากนั้นจึงพิจารณาสิ่งสนับสนุนและอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหาโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 การเลือกวิธีการแก้ปัญหา เป็นการคัดเลือกวิธีแก้ปัญหาโดยใช้เกณฑ์ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา การคาดการณ์ผลกระทบ เป็นการระบุเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นทั้งที่เป็น อุปสรรคและสิ่งสนับสนุนในระหว่างการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การวางแผนการแก้ปัญหา คือการวางแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ ความสามารถและข้อจำกัดของบุคคล รวมถึงบริบท เงื่อนไข ทรัพยากร และอุปสรรค โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.1 การประเมินงาน เป็นการระบุแนวทางและทรัพยากรที่ต้องใช้ในการ แก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไข ข้อจำกัด บริบท ข้อมูล หรือสิ่งสนับสนุนในการแก้ปัญหา

4.2 การออกแบบกระบวนการ เป็นการวางขั้นตอนและกิจกรรมการแก้ปัญหา จากแนวทางและทรัพยากรที่มีอยู่และแบ่งหน้าที่สมาชิกในกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 5 การลงมือปฏิบัติ เป็นการนำแผนที่วางไว้ไปปฏิบัติจริง มีการกำกับ ตนเองในการแก้ปัญหา การเปรียบเทียบกิจกรรมและผลการแก้ปัญหากับเป้าหมายที่วางไว้ มีการ สังเกตและบันทึกพฤติกรรมการแก้ปัญหา เมื่อการแก้ปัญหาเป็นไปตามที่วางแผนไว้ก็ให้การเสริมแรง แก่ตนเอง ซึ่งขั้นตอนนี้ประกอบด้วย

5.1 การลงมือปฏิบัติ เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผน สังเกตและสะท้อนระหว่างการแก้ปัญหา รวมทั้งปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหาให้เหมาะสมมากขึ้น

5.2 การเผชิญปัญหา เป็นการกำกับตนเองระหว่างการแก้ปัญหาประกอบด้วย การสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของตน เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การควบคุมตน และเสริมแรงตนเอง

รุสมีนี หะยียูโซ๊ะ (2559) ได้สังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ค้นหาคำตอบ

ขั้นตอนที่ 4 การยอมรับ

ขั้นตอนที่ 5 ปฏิบัติตามแนวคิด

จากแนวคิดขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Cusin, สรวงสุดา ปานสกุล, สิทธิชัย ชมพูพาทย์ และรุสมีนี หะยียูโซ๊ะ นักจิตวิทยาและนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพิจารณาประเด็นปัญหา เพื่อวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยคือการเห็นความสำคัญ การสำรวจข้อมูล การระบุปัญหา มุ่งเน้นให้เกิดการคิดคล่อง

ขั้นที่ 2 การคิดหาวิธีแก้ปัญหาผ่านการคิดที่หลากหลาย เป็นการคิดหาวิธี แก้ปัญหาให้มากที่สุด โดยไม่มีการ ตัดสินว่าความคิดนั้นผิดหรือถูก ใช่หรือไม่ใช่คิดหลายมุมมอง ขั้นตอนนี้จะต้องใช้ทักษะการคิดสร้างสรรค์ด้วยเพราะต้องใช้การคิดที่หลากหลายและมุ่งเน้นให้เกิดการคิดริเริ่ม และรับฟังวิธีการแก้ปัญหาจากแนวทางของผู้อื่นด้วย

ขั้นที่ 3 การเลือกวิธีการแก้ปัญหา โดยต้องพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับปัญหาที่เผชิญอยู่ พิจารณาจากข้อดี ข้อจำกัดของวิธีการนั้น

ขั้นที่ 4 การยอมรับ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริงและถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติ เป็นการนำแผนหรือวิธีการแก้ปัญหาที่วางไว้ไปปฏิบัติจริง

การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1. แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นแนวคิดหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child Centered) โดยใช้ปัญหาหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ที่อาศัยความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) และความคิดวิจารณญาณ (Critical Thinking) ในการแก้ปัญหา (Problem Solving) โดยให้นักเรียนทำกิจกรรม การเรียนรู้รายบุคคล (Individual) กระบวนการกลุ่ม (Group Process) แลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมมือกัน (Cooperatives Learning) มีการบันทึก และการอภิปราย การสร้างความรู้หรือบรรลุจุดมุ่งหมายด้วยตนเอง และจัดกิจกรรมที่มีความสมดุลทั้งอารมณ์และประสิทธิผลของการแก้ปัญหาโดยครูเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ โดยมีเป้าหมายเพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียนโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ประกอบด้วย การคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การคิดวิจารณญาณ การสืบค้นและรวบรวมข้อมูลกระบวนการกลุ่ม การบันทึก และการอภิปราย

รุสมีนี หะยียูโซ๊ะ (2559) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำเทคนิคการระดมสมองมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการคิดสร้างสรรค์เพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น

2. **ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์**

สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วย ขั้นตอน หลักการ บทบาทของครูและนักเรียน ดังนี้

1. ขั้นการพิจารณาประเด็นปัญหา หลักการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนี้นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับสถานการณ์ ที่แสดงถึงปัญหาหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้จากการกระตุ้นของครูมีการสร้างความท้าทายต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ในสถานการณ์นั้น นักเรียนมี

ความคิดที่เหมาะสมกับปัญหาระบุปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์หรือเป็นเป้าหมายในการการจัดการเรียนรู้ในครั้งนั้นๆ ประเด็นสำคัญคือ การสร้างสถานการณ์ของครูที่จะต้องสามารถยกสถานการณ์ที่นักเรียนได้ใช้ความรู้จากสาระการเรียนรู้ หรือตัวชี้วัดที่จะสอนมาเป็นปัญหาที่จะให้นักเรียนได้วิเคราะห์ และแก้ไข

บทบาทครู สร้างให้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ให้กับนักเรียน แล้วครูและนักเรียนตั้งคำถามต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยครูอาจจะให้ข้อมูลแก่นักเรียนเพื่อเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปสู่การระบุปัญหาที่แท้จริง ให้นักเรียนตั้งเป้าหมายในการแก้ปัญหาหรือระบุว่าต้องการเรียนรู้ในเรื่องใดขั้นตอนนี้ครูต้องฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความคิด 2 ประการคือ 1) ความคิดสร้างสรรค์ ในการคิดเกี่ยวกับรายละเอียดของสถานการณ์ให้มาก ให้นักเรียนคิดแตกต่าง 2) ความคิดวิจารณญาณ โดยให้นักเรียนศึกษารายละเอียดของปัญหา และระบุปัญหาที่แท้จริง (ซึ่งอาจจะสร้างเกณฑ์ในการตัดสินว่าสิ่งใดเป็นปัญหาเช่น มุมมองของคนอื่น ความจำเป็นเร่งด่วน) ซึ่งปัญหาที่นักเรียนระบุมานั้นจะต้องมีลักษณะที่สามารถสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา หรือสามารถทดสอบสมมุติฐานได้

บทบาทของผู้เรียน ตั้งคำถามที่มีต่อสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นฝึกการวิเคราะห์และคัดเลือกปัญหาที่ต้องแก้ อธิบายรายละเอียดและความสำคัญของสถานการณ์ วางเป้าหมายในการแก้ปัญหาหรือเรื่องที่ต้องการค้นคว้า

2. ขั้นการคิดหาวิธีแก้ปัญหา หลักการคือการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็น โดยจะต้องหลุดออกจากกรอบ ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ก่อน

บทบาทครูโดยกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาให้มากในระดับบุคคล และนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่ม

บทบาทผู้เรียน แล้วเลือกและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเองให้สมาชิกในกลุ่ม และแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม

3. ขั้นการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ครูจัดกิจกรรมให้รวมวิธีการแก้ปัญหา นำเสนอปัญหาของตนเองและรับฟังวิธีการแก้ปัญหาของเพื่อน จากนั้นผู้เรียนจะสร้างวิธีการแก้ปัญหาใหม่ โดยการรวมจุดดีจุดเด่นของแต่ละวิธีเป็นวิธีการใหม่ของกลุ่ม ช่วยกันสร้างวิธีการแก้ปัญหาใหม่ โดยการ บูรณาการวิธีการแก้ปัญหาของตนให้เป็นที่ยอมรับของกลุ่ม อธิบายลักษณะการแก้ปัญหาของกลุ่ม พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลของการเลือกวิธีการแก้ปัญหา

4. ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้คัดเลือกวิธีการแก้ปัญหาแล้ว การวางแผนแก้ปัญหาโดยการคิดว่า จะใช้อะไรในการดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาบ้าง

บทบาทครู ตั้งคำถามในขณะที่นักเรียนกำลังวางแผนเพื่อให้นักเรียนได้เกิดความคิดสร้างสรรค์เช่น แล้วมีขั้นตอนที่สำคัญอีกหรือไม่ อะไรที่ต้องใช้บ้าง อาจจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง

บทบาทผู้เรียน ระบุขั้นตอนหรือกิจกรรมการแก้ปัญหา รวมทั้งระบุทรัพยากรที่ ต้องใช้ภายใต้เงื่อนไขและปัจจัยที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการแก้ปัญหา

5. ขั้นการลงมือปฏิบัติ นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เปรียบเทียบผล และกระบวนการแก้ปัญหากับเป้าหมายที่วางไว้

บทบาทครู การกำกับนักเรียนให้ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ถามและดูแลนักเรียน เกี่ยวกับการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้เป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ

บทบาทผู้เรียน ปฏิบัติตามแผน

รุสมีนี หะยียูโซ๊ะ (2559) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นความสนใจผู้เรียน ด้วยการสร้างสถานการณ์ปัญหา แล้วให้ผู้เรียนค้นหาปัญหา ทราบปัญหาที่จะใช้ในการแก้ปัญหาโดยเกิดจากการค้นหาความจริง สำรวจข้อมูล และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น จากการตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วย ใคร อะไร เมื่อไร ที่ไหน ทำไม อย่างไร

ขั้นที่ 2 สร้างแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ผู้สอนให้ผู้เรียนร่วมกันระดมความคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ โดยพยายามหาวิธีที่แปลกและแตกต่างออกไป ให้ได้มากที่สุด จะไม่มีการประเมินความคิดเห็นที่แสดงออกมาว่าเป็นสิ่งที่ใช้ได้หรือไม่

ขั้นที่ 3 ค้นหาคำตอบ ผู้สอนให้ผู้เรียนแสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีพร้อมหาคำตอบ และพิจารณาจุดเด่น จุดด้อย ความแปลกใหม่ และรวดเร็วที่สุดของวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ร่วมกันคิดไว้

ขั้นที่ 4 การยอมรับ ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่นสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริงและถูกต้อง

ขั้นที่ 5 วางแผนและปฏิบัติตามแนวคิดได้ เมื่อผู้สอนสร้างสถานการณ์ปัญหา อื่น ๆ มาให้ผู้เรียนแล้วผู้เรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้สู่การปฏิบัติ จะต้องมีการควบคุมและประเมินการคิดของตนเอง โดยรู้ว่าตนเองคิดจะทำงานนั้นอย่างไร ทบทวนแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด พิจารณาความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนที่เลือกใช้ รวมไปถึงการประเมินความสำเร็จโดยการตรวจสอบขั้นตอนการปฏิบัติในระหว่างการแก้ปัญหาว่ามีข้อบกพร่องที่จะต้อง ดำเนินการแก้ไขหรือไม่ และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้

จากศึกษาผู้วิจัยจึงสรุปแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ว่าจะต้องประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการพิจารณาประเด็นปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นความสนใจผู้เรียน ด้วยการสร้างสถานการณ์ปัญหา แล้วให้ผู้เรียนระบุสถานการณ์ปัญหา และปัญหาที่โจทย์กำหนดจากสถานการณ์

ขั้นที่ 2 การคิดหาวิธีแก้ปัญหาผ่านการคิดที่หลากหลาย ผู้สอนให้ผู้เรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ขั้นที่ 3 การเลือกวิธีการแก้ปัญหา ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับปัญหาที่เผชิญอยู่

ขั้นที่ 4 การยอมรับ ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่นสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริงและถูกต้อง

ขั้นที่ 5 นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

การวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

Guilford and Christensen (1973) กล่าวว่ากระบวนการของความคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหามีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นผลผลิตใหม่นั้น นับเป็นผลลัพธ์สุดท้ายของกระบวนการแก้ปัญหาด้วยเหตุนี้ในการอธิบายการประเมินผลผลิตการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จึงสามารถนำหลักเกณฑ์การประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์มาอธิบายด้วยกัน

Young (1985) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลว่าต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความแปลกใหม่ โดยพิจารณาจากลักษณะย่อย คือ
   1.1 ใหม่ในฐานต้นคิด
   1.2 ใหม่จากกลุ่มอ้างอิง
   1.3 ใหม่ในลักษณะที่แตกต่างจากแนวทางทั่วไป
   1.4 ใหม่ในฐานะที่สร้างขึ้นใหม่
2. ความมีคุณค่า โดยพิจารณาจากลักษณะย่อยคือ
   2.1 คุณค่าต่อผู้สร้างสรรค์ผลงาน
   2.2 คุณค่าต่อผู้อื่น

Basadur, Green และ Wakabayaski (Rife, 2001 อ้างอิงจากณัฏฐพงศ์ กาญจนฉายา, 2555) สร้างแบบวัด Creative Problem Solving Profile (CSCP) โดย Basadur ได้แบ่งขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไว้ 8 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นพบปัญหา (Problem finding)

ขั้นที่ 2 การค้นหาความจริง (Fact finding)

ขั้นที่ 3 การนิยามปัญหา (Problem definition)

ขั้นที่ 4 ค้นหาความคิด (Idea finding)

ขั้นที่ 5 ประเมินและตัดสินใจเลือก (Evaluate and Select)

ขั้นที่ 6 วางแผน (Plan)

ขั้นที่ 7 การยอมรับ (Acceptance)

ขั้นที่ 8 การปฏิบัติ (Action)

การประเมินจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 คือการค้นพบปัญหา (Problem finding) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ขั้นแรก คือ ค้นพบปัญหา (Problem finding), การค้นหาความจริง (Fact finding) และ การนิยามปัญหา (Problem definition)

ช่วงที่ 2 คือการแก้ปัญหา (Problem Solving) ซึ่งประกอบด้วยสองขั้นตอนต่อมา คือ ค้นหาความคิด (Idea Finding) และประเมินและตัดสินใจเลือก (Evaluate and Select)

ช่วงสุดท้าย คือการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ (Solution Implementation) ซึ่งประกอบด้วย 3 กระบวนการสุดท้าย คือ วางแผน (Plan), การยอมรับ (Acceptance) และการปฏิบัติ (Action) นอกจากนี้ยังได้ระบุถึงรูปแบบการสร้างสรรค์ในแต่ละบุคคลซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการเรียนรู้อย่างไร วิธีการใช้ความรู้เป็นอย่างไร ว่าแบ่งเป็น 4 แบบ ประกอบด้วย Generator, Conceptualizer, Optimizer และ Implementer

Puccio (2001) พัฒนาแบบวัด Buffalo Creative Process Inventory (BCPI) เป็นแบบวัดใช้สำหรับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ประกอบด้วยคำถาม 36 ข้อ ซึ่งระบุเกี่ยวกับ Clarifirer, Ideator, Developer และ Implemtor ซึ่งเป็นพื้นฐานมาจาก 3 ขั้นตอน ของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ คือ การเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) การออกแบบความคิด (Generating Ideas) และ การวางแผนเพื่อดำเนินการ (Planning for Action)

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2534 อ้างอิงจากสุพีรา ดาวเรือง, 2555) ได้สร้างเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ 3 ข้อ โดยยึดหลักการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ ดังนี้

1. การให้คะแนนความคล่องในการคิดพิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. การให้คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดพิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกัน ต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่ม หรือประเภทละ 1 คะแนน

3. ให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดา ในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คำตอบที่มีความถี่จากกลุ่มตั้งแต่ 2 - 4.99 เปอร์เซ็นต์ จะได้ 1 คะแนน ถ้าเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มเลยจะได้ 2 คะแนน ถ้าความถี่เกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ จะไม่ถือเป็นความคิดริเริ่ม หรือให้คะแนนตามสัดส่วนความถี่ของคำตอบ ตามวิธีการของ Cropley (1966) คำตอบใดที่กลุ่มตัวอย่างตอบซ้ำกันมาก ๆ ก็ให้คะแนนน้อย หรือไม่ได้เลย ถ้าคำตอบยิ่งซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำคนอื่นเลย ก็จะได้คะแนนมากขึ้น

ศศิรัศม์ สริกขกานนท์ (2540) ได้พัฒนาแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จำนวน 1 ฉบับ เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีคะแนนเต็ม 100 คะแนนโดยข้อสอบชุดนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.67 ลักษณะข้อสอบ เป็นแบบเขียนตอบจำนวน 8 เรื่อง จำนวน 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ตอบคำถามจากเนื้อเรื่อง เรื่องละ 10 คะแนน จำนวน 5 เรื่อง รวม 50 คะแนน โดยให้นักเรียนคิดหาคำตอบจากคำสั่งหรือสิ่งที่กำหนดให้ได้คำตอบที่มีความแปลกแตกต่างไปจากเดิมและผู้อื่น มีความหลากหลาย แสดงความกล้าในการคิดและตัดสินใจเขียนแสดงความคิดอย่างสื่อความหมาย

ตอนที่ 2 แสดงวิธีการแก้ปัญหาจากเนื้อเรื่องที่กำหนดให้ 1 เรื่อง 20 คะแนน โดยในตอนนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนแสดงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ที่มีความหลากหลายแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับที่มีอยู่เดิมและผู้อื่น บอกปัญหาได้ว่าปัญหามีอะไรบ้าง และรู้จักวิธีแก้ปัญหา กล้าคิดและเสนอวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีความแปลกใหม่และหลากหลายแสดงความสามารถในการระดมความคิด จากการประมวลความรู้และประสบการณ์เดิม ให้สอดคล้องกับความเป็นไปได้และตรงกับสภาพปัญหา

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีแนวโน้มว่าจะนำมาใช้แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากวิธีแก้ปัญหาที่เสนอทั้งหมด รวมถึงการลำดับขั้นการปฏิบัติจากวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่เลือกเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ประสบความสำเร็จและสามารถอธิบายได้เป็นลำดับขั้นตอน

ตอนที่ 3 ให้อ่านเนื้อเรื่องที่กำหนดให้แสดงการรับรู้ปัญหา สาเหตุของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา จำนวน 2 เรื่อง เรื่องละ 15 คะแนน รวม 30 คะแนน โดยให้นักเรียนเสนอปัญหาจากเรื่องที่กำหนดและเลือกวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่เหมาะสมจากวิธีการแก้ปัญหาทั้งหมดที่เสนออย่างมีเหตุผล

ทรงยศ สกุลยา (2562) ได้ระบุพฤติกรรมบ่งชี้รายด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในปัญหาเกี่ยวกับจำนวน อัตราส่วนและร้อยละ และอัตราเร็ว ซึ่งจำแนกได้ 5 ด้านคือ การค้นพบความจริง การค้นพบปัญหา การค้นพบแนวคิด การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา การสร้างสรรค์ความรู้ ซึ่งมีรายละเอียดทั้ง 5 ด้านดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการค้นหาความจริง หมายถึง ความสามารถในการระบุข้อมูลจากสถานการณ์ หรือข้อเท็จจริง ที่มีอยู่ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำหนด โดยระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปัญหากำหนด และข้อมูลที่ต้องการคำตอบได้

ด้านที่ 2 ความสามารถในการค้นพบปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาที่แท้จริง ที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นั้น โดยพิจารณาปัญหาให้อยู่ในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

ด้านที่ 3 ความสามารถในการค้นพบแนวคิด หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้เรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อพิจารณาหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่หลากหลาย อย่างน้อย 3 สมการ

ด้านที่ 4 ความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและเหมาะกับสถานการณ์ และสามารถแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบและตรวจคำตอบที่ได้

ด้านที่ 5 ความสามารถในการสร้างสรรค์ความรู้ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในบริบทจริง โดยนำข้อมูลและคำตอบที่ได้มาคิดวิเคราะห์อภิปราย สะท้อนผล โต้แย้งหรืออธิบายผลการแก้ปัญหา เพื่อนำไปปรับใช้กับสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากเดิมและแปลกใหม่ซึ่งประเมินจากใบสถานการณ์(ในส่วนของคำถาม) ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน

อีกทั้ง ทรงยศ สกุลยา (2562) ได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนไว้ดังนี้

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ ทรงยศ สกุลยา

ความสามารถรายด้าน	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การค้นพบความจริง (Fact Finding)	5 (มากที่สุด)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน และระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้
	4 (มาก)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน แต่ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการ
	3 (ปานกลาง)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้เพียงบางส่วนและระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้
	2 (น้อย)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้เพียงบางส่วนแต่ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการ
	1 (น้อยที่สุด)	ระบุข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา และไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการ
การค้นพบปัญหา (Problem Finding)	5 (มากที่สุด)	ระบุข้อมูลที่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน
	4 (มาก)	ระบุข้อมูลที่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ไม่ชัดเจน
	3 (ปานกลาง)	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	2 (น้อย)	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ แต่ไม่ถูกต้อง
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่ระบุปัญหา
การค้นพบแนวคิด (Idea Finding)	5 (มากที่สุด)	ใช้ความรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป และมีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้ทุกวิธี

ความสามารถรายด้าน	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
	4 (มาก)	ใช้ความรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ 2 วิธี และมีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้ทุกวิธี
	3 (ปานกลาง)	ใช้ความรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ 1 วิธี และมีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้
	2 (น้อย)	ใช้ความรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่มีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่ใช้ความรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในการเขียนแสดงแนวคิด
การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Finding)	5 (มากที่สุด)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาและระบุเหตุผลที่เหมาะสมได้ แก้ปัญหา และแสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้อย่างถูกต้อง
	4 (มาก)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาและระบุเหตุผลที่เหมาะสมได้ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้
	3 (ปานกลาง)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด แต่ไม่ระบุเหตุผล แก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้
	2 (น้อย)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และแสดงวิธีแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา
การสร้างสรรค์ความรู้ (Creating New Knowledge)	5 (มากที่สุด)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากเดิมได้และแปลกใหม่

ความสามารถรายด้าน	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
	4 (มาก)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากเดิมได้ แต่ไม่แปลกใหม่
	3 (ปานกลาง)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นได้ แต่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม
	2 (น้อย)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นได้ แต่ไม่แตกต่างจากสถานการณ์เดิม
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่สามารถนำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นได้

ตารางที่ 9 ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ (ทรงยศ สกุลยา, 2562)

ค่าเฉลี่ย	ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
4.50 – 5.00	มากที่สุด
3.50 – 4.49	มาก
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	น้อย
1.00 – 1.49	น้อยที่สุด

ในงานวิจัยจะใช้ปรับปรุงการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์รายด้าน 5 ด้าน จากของ ทรงยศ สกุลยา (2562) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการค้นพบความจริง หมายถึง ความสามารถในการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด ซึ่งเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ และระบุสิ่งที่โจทย์ถามได้

ด้านที่ 2 ความสามารถในการค้นพบปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาให้อยู่ในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้

ด้านที่ 3 ความสามารถในการค้นพบแนวคิด หมายถึง ระบุแนวคิดที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ได้อย่างหลากหลาย อย่างน้อย 3 วิธีการ

ด้านที่ 4 ความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง สามารถในการตัดสินใจเลือกแนวคิดจากการอภิปราย ผ่านการแลกเปลี่ยนกับผู้อื่นแล้ว พร้อมระบุเหตุผลในการเลือกได้

ด้านที่ 5 ความสามารถในการสร้างสรรค์ความรู้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่แปลกใหม่และแตกต่างไปจากเดิมได้

ตารางที่ 10 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยปรับปรุงจากของ ทรงยศ สกุลยา (2562) ดังนี้

ความสามารถรายด้าน	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การค้นพบความจริง (Fact Finding)	5 (มากที่สุด)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน และระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้
	4 (มาก)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน แต่ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการ
	3 (ปานกลาง)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้เพียงบางส่วนและระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้
	2 (น้อย)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้เพียงบางส่วนแต่ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการ
	1 (น้อยที่สุด)	ระบุข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา และไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการ
การค้นพบปัญหา (Problem Finding)	5 (มากที่สุด)	ระบุข้อมูลที่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน
	4 (มาก)	ระบุข้อมูลที่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ไม่ชัดเจน
	3 (ปานกลาง)	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	2 (น้อย)	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ แต่ไม่ถูกต้อง
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่ระบุปัญหา

ความสามารถรายด้าน	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การค้นพบแนวคิด (Idea Finding)	5 (มากที่สุด)	ใช้ความรู้ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป และมีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้ทุกวิธี
	4 (มาก)	ใช้ความรู้ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ 2 วิธี และมีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้ทุกวิธี
	3 (ปานกลาง)	ใช้ความรู้ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ 1 วิธี และมีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้
	2 (น้อย)	ใช้ความรู้ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่มีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่ใช้ความรู้ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิด
การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Finding)	5 (มากที่สุด)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาและระบุเหตุผลที่เหมาะสมได้ แก้ปัญหา และแสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้อย่างถูกต้อง
	4 (มาก)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาและระบุเหตุผลที่เหมาะสมได้ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้
	3 (ปานกลาง)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด แต่ไม่ระบุเหตุผล แก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้
	2 (น้อย)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และแสดงวิธีแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา

ความสามารถรายด้าน	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การสร้างสรรค์ความรู้ (Creating New Knowledge)	5 (มากที่สุด)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากเดิมได้และแปลกใหม่
	4 (มาก)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากเดิมได้แต่ไม่แปลกใหม่
	3 (ปานกลาง)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นได้ แต่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม
	2 (น้อย)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นได้ แต่ไม่แตกต่างจากสถานการณ์เดิม
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่สามารถนำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นได้

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยปรับตารางแสดงเกณฑ์การประเมินระดับ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาจากของ ทรงยศ สกุลยา (2562) เนื่องจากคะแนนแบบทดสอบความสามารถทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน รวม 20 คะแนน ผู้วิจัยนำไปเทียบเป็นร้อยละแล้วจัดทำเกณฑ์การประเมินดังนี้

ตารางที่ 11 ตารางเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ	ระดับผลการประเมิน
80 - 100	มีความสามารถอยู่ในระดับมากที่สุด
70 - 79	มีความสามารถอยู่ในระดับมาก
60 - 69	มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง
50 - 59	มีความสามารถอยู่ในระดับน้อย
0 - 49	มีความสามารถอยู่ในระดับน้อยที่สุด

โปรแกรมจีโอจีบรา (GeoGebra)

1. **ความหมายของโปรแกรมจีโอจีบรา (**GeoGebra**)**

Abramovich (2013 cited from Arbain & Shukor, 2015) ได้กล่าวถึงคำนิยามของโปรแกรมจีโอจีบราว่า เป็นซอฟท์แวร์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้งานได้ฟรี ใช้สำหรับการเรียนรู้เรื่องเรขาคณิตและพีชคณิต และแคลคูลัส ใช้สำหรับสอนผู้เรียนได้ในหลายระดับชั้น

สำนักบริหารงานมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553) กล่าวว่า โปรแกรมจีโอจีบราเป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ที่โต้ตอบกับผู้ใช้งาน สำหรับการศึกษาในระดับโรงเรียนมัธยมศึกษา สามารถเรียนรู้เกี่ยวเรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส วงกลม และส่วนตัดของวงกลม โปรแกรมจีโอจีบราสามารถสร้างจุด ภาคตัดกรวย สมการ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการส่งออกไฟล์ในรูปแบบของภาษา Java ซึ่งเป็นสื่อที่ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถปรับแต่งค่ารวมถึงรูปร่างของสื่อได้เป็นอย่างดี

ศรชัย ปราบงูเหลือม (2560) กล่าวว่าโปรแกรมจีโอจีบรา เป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์แบบพลวัติที่สามารถปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานได้ อีกทั้งยังสามารถสร้างสื่อการสอนได้อย่างหลากหลาย ใช้สำหรับการสอนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาจนถึงระดับมหาวิทยาลัย เนื่องจากมีเครื่องมือสำเร็จรูปต่าง ๆ มากมายที่สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก และเครื่องมือในโปรแกรมยังสนับสนุนการสร้างสื่อในการจัดการเรียนรู้แบบ STEM โดยผู้ใช้งานสามารถโหลดโปรแกรมจีโอจีบรา มาทำการติดตั้งได้โดยไม่มีค่าลิขสิทธิ์

ในงานวิจัยนี้โปรแกรม (GeoGebra) หมายถึง โปรแกรมที่ใช้สร้างสื่อการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถใช้ในการเรียนรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส วงกลม และส่วนตัดของวงกลม โปรแกรมจีโอจีบรายังสามารถสร้างจุด ภาคตัดกรวย และสมการ พร้อมทั้งเครื่องมือสำเร็จรูปต่าง ๆ มากมายที่สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก

2. **โปรแกรมจีโอจีบรา (**GeoGebra**) กับการจัดการเรียนการสอน**

พงศักดิ์ วุฒิสันต์ (2556 อ้างอิงจาก ภานุมาศ วรสันต์, 2560) ได้กล่าวถึงการสอน เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ไว้ว่าการใช้งานเพียงแค่คลิกที่ปุ่ม เมื่อปุ่มถูกคลิกแต่ละครั้ง จะมีคำแนะนำอยู่บนแถบด้านขวา แถวเดียวกับปุ่ม ข้อความ จะขึ้นมาว่าควรทำอย่างไรต่อไป สามารถกำหนดรูปแบบเป็นเส้นประหรือเส้นตรงก็ได้ อีกทั้งปรับขนาดความหนาของเส้นได้ สามารถทำได้สะดวกรวดเร็ว และที่ยอดเยี่ยมกว่านั้นก็คือ สามารถกำหนดสมการขึ้นมาก่อนค่อยสร้างกราฟ หรือเขียนเส้นตรงขึ้นมาก่อนค่อยให้โปรแกรมกำหนดสมการขึ้นมาทีหลังก็ได้

วิไลวรรณ สีแดด (2561) พัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ ผ่าน GeoGebra Applet สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าชุดกิจกรรม เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ ผ่าน GeoGebra Applet สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.35/81.53 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 อีกทั้งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ ผ่าน GeoGebra Applet สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62

ไอริณ ถาวรนันท์ (2561) กล่าวว่าโปรแกรม GeoGebra มีหน้าต่างของ Spread Sheet ที่รับข้อมูลและคำนวณ ค่าต่าง ๆ ทางสถิติได้ และนำเสนอการเปลี่ยนแปลงการแจกแจงของข้อมูลได้ในหน้าต่างของเรขาคณิตไปพร้อม ๆ กัน จึงนำโปรแกรม GeoGebra มาใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 3 การสำรวจและค้นคว้า โดยให้นักเรียนใช้โปรแกรม GeoGebra เป็นเครื่องมือช่วยในการสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้น ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล เพื่อหาคำตอบของปัญหาในใบกิจกรรมด้วยตัวนักเรียนเอง

จากการศึกษาเอกสาร ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ว่า โปรแกรมจีโอจีบรา GeoGebra เป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์เชิงพลวัติสำหรับการศึกษาทุกระดับ ซึ่งสามารถนำเนื้อหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เข้ามารวมกันได้อย่างง่ายดาย นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการส่งออกไฟล์ในรูปแบบของภาษา Java เป็นสื่อที่ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถปรับแต่งค่ารวมถึงรูปร่างของสื่อได้เป็นอย่างดี เป็นเครื่องมือช่วยในการสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้น ทดลอง และรวบรวมข้อมูล เพื่อหาคำตอบของปัญหาในใบกิจกรรมด้วยตัวนักเรียนเอง และสำหรับครูผู้สอนโปรแกรมนี้ใช้สำหรับสร้างสื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในรูปแบบทั้งสองมิติ และสามมิติ ซึ่งผู้วิจัยจะใช้ GeoGebra 5.0 ในการประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1 **ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

สมพร เชื้อพันธ์ (2547) สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ปราณี กองจินดา (2549) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

ฐิติยา เกตุคำ (2551) กล่าวว่า ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้จากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือจากงานที่ได้รับมอบหมาย

กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์ (2556) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ว่าหมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะหรือความสามารถอันเกิดจากการจัดการเรียนรู้ของครู ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงจัดเป็นเกณฑ์อย่างหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพในการสอนของครู และเป็นเครื่องชี้วัดความสามารถนักเรียน

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือจากงานที่ได้รับมอบหมาย

2 **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่ กำหนดไว้เพียงใด

สิริพร ทิพย์คง (2546) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านสมองด้านต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

สมพร เชื้อพันธ์ (2547)กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบหรือชุดของข้อสอบที่ใช้วัดความสำเร็จหรือความสามารถในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้เพียงใด

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้เพียงใด

3 **ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี**

สิริพร ทิพย์คง (2545) ; พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

3.1 ความเที่ยงตรง เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

3.2 ความเชื่อมั่น แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น คือ สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์กันดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง

3.3 ความเป็นปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง ความถูกต้องตามหลักวิชา และเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

3.4 การถามลึก หมายถึง ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำได้แก่ ความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

3.5 ความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึง ข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มีความหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้หมด ก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากเกินไปไม่ง่ายเกินไป

3.6 อำนาจจำแนก หมายถึง แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อนโดยสามารถจำแนก นักเรียนออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียดตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

3.7 ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านซึ่งดูตำราอย่างคร่าวๆตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบที่ดีได้ว่า จะต้องมีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย การถามลึก ความยากง่ายพอเหมาะ อำนาจจำแนก และความยุติธรรม

ประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้

1 **ความหมายของประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้**

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2532) กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try out) คือการนำไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขและนำไป ทดลองใช้จริง (Trial run) เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

วริษา จันทร์ลีม (2560) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถแสดงให้บุคคลทั่วไปรับทราบได้ทั้งด้านตัวเลขและด้านคุณภาพ

ในงานวิจัยครั้งนี้ ประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 แผน 18 ชั่วโมง ซึ่งเป็นทั้งข้อมูลด้านตัวเลขและคุณภาพ ที่หาได้หลังจากการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้แล้วนำมาปรับแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

2. **การประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้**

เผชิญ กิจระการ (2544) ได้กล่าวว่าการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนใด ๆ มีกระบวนการสำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนของการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational approach) และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical approach) ทั้งสองวิธีนี้ควรทำควบคู่กันไปจึงจะมั่นใจได้ว่าสื่อหรือเทคโนโลยีการเรียนการสอนที่ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพจะเป็นที่ยอมรับได้ มีรายละเอียด ดังนี้

วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้ และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของสื่อการเรียนการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่า ซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ (Usability) ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะนำมาหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร

$$CVR = \frac{2N_e}{N} - 1$$

เมื่อ CVR แทน ประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach)

N_e แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับ (Number of panelists who had agreement)

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด (Total number of panellists)

ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินสื่อการเรียนการสอนตามแบบประเมินที่สร้างขึ้นในลักษณะของแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) นิยมใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนไปแทนค่าในสูตร สำหรับค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับได้จะต้องอยู่ในระดับมากขึ้นไป คือ ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 - 5.00 ค่าคำนวณได้ต้องสูงกว่าค่าที่ปรากฏในตารางตามจำนวนผู้เชี่ยวชาญ จึงจะยอมรับว่าสื่อมีประสิทธิภาพ ถ้าได้ค่าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงแก้ไขสื่อและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใหม่

วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนโปรแกรมชุดการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ เป็นต้น

ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ และประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการเรียนระหว่างเรียน หรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงค่าเป็น 2 ตัว เช่น $\mathrm{E}_1/\mathrm{E}_2 = 90/90$ เป็นต้น เกณฑ์ประสิทธิภาพ $\mathrm{E}_1/\mathrm{E}_2 = 70/70$ มีความหมายแตกต่างกัน หลายลักษณะ ในกรณีนี้จะยกตัวอย่าง $\mathrm{E}_1/\mathrm{E}_2 = 70/70$

เกณฑ์ $70/70$ ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 70 ตัวแรก E_1 คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 70 ทุกคนถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 70 ตัวหลัง E_2 คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ส่วนการหา E_1 และ E_2 ใช้สูตรดังนี้

$$\mathrm{E}_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A}$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน คะแนนของแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชุดร่วมกัน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$\mathrm{E}_2 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{B}$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

เกณฑ์ $\mathbf{70/70}$ ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 70 ตัวแรก $\mathbf{E_1}$ คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 70 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ทุกคน ส่วนตัวเลข 70 ตัวหลัง$\mathbf{E_2}$ คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70

เกณฑ์ $\mathbf{70/70}$ ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 70 ตัวแรก $\mathbf{E_1}$ คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 70 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ส่วนตัวเลข 70 ตัวหลัง $\mathbf{E_2}$ คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน โดยเทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนเรียน

เกณฑ์ $\mathbf{70/70}$ ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 70 ตัวแรก $\mathbf{E_1}$ คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 70 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ทุกคน ส่วนตัวเลข 70 ตัวหลัง $\mathbf{E_2}$ คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อมีจำนวนร้อยละ 70 (ถ้านักเรียนทำข้อใดถูก มีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 70 แสดงว่าสื่อไม่มีประสิทธิภาพ และชี้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีความบกพร่อง)

ในงานวิจัยนี้ใช้ความหมายในลักษณะที่ 1 คือ เกณฑ์ $\mathbf{70/70}$ ตัวเลข 70 ตัวแรก $\mathbf{E_1}$ คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบย่อย และผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 70 ทุกคน ส่วนตัวเลข 70 ตัวหลัง $\mathbf{E_2}$ คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้

1. **ความหมายของดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้**

เผชิญ กิจระการ (2544) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ตัวเลขที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน

ดวงมาลา จาริชานนท์ (2551) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ตัวเลขที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน โดยใช้สื่อการเรียนการสอน เปรียบเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2553) ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness : E.I.) หมายถึงค่าที่แสดงการเรียนรู้ที่ ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนจากสื่อ นวัตกรรม หรือแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ

ในงานวิจัยครั้งนี้ ดัชนีประสิทธิผล คือค่าที่แสดงการเรียนรู้เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา

2. **การหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้**

บุญชม ศรีสะอาด (2553) กล่าวว่าการหาค่าดัชนีประสิทธิผล กรณีรายกลุ่ม ตามแนวคิดของ Hofland กรณีการหาแบบกลุ่ม จะใช้สูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล (E.I)} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนของทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}{(\text{คะแนนเต็} \times \text{จำนวนนักเรียน}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}$$

สุลายมาน บากา (2558) ได้สรุปเกี่ยวกับการหาค่าดัชนีประสิทธิผลเป็นการพิจารณาพัฒนาการในลักษณะที่ว่าเพิ่มขึ้นเท่าไหร่ ไม่ได้ทดสอบว่าเพิ่มขึ้นอย่างน่าเชื่อถือได้หรือไม่ มีข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับค่าดัชนีประสิทธิผลดังนี้

1. ดัชนีประสิทธิผลเป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่างจะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วน ค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้ เพราะมีค่าต่ำกว่า – 1.00 ก็ได้ และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่าคะแนนสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ซึ่งมีความหมายว่า ระบบการเรียนการสอนหรือสื่อไม่มีคุณภาพ

2. ถ้าผลสอบก่อนเรียนของนักเรียนทุกคน ได้คะแนนรวมเท่าไหร่ก็ได้ (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) และถ้าผลการสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนทำได้ถูกต้องหมดทุกข้อ (ได้คะแนนเต็มทุกคน) ค่าดัชนีประสิทธิผลจะเป็น 1.00

3. ถ้าผลการสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ค่าดัชนีประสิทธิผลจะมีค่าต่ำกว่า – 1.00 ก็ได้

4. การแปลความหมายของดัชนีประสิทธิผลไม่น่าจะแปลความหมายเฉพาะค่าที่คำนวณได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าใด คิดเป็นร้อยละเท่าไหร่ แต่ควรจะดูข้อมูลเพิ่มเติมประกอบด้วยว่าหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่าใด ในบางครั้งคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เพราะว่าในบางครั้งกลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมากอยู่แล้ว ซึ่งไม่ใช่เรื่องเสียหาย

ดังนั้น ค่าดัชนีประสิทธิผล ที่เกิดขึ้นแต่ละกลุ่มไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ เพราะไม่ได้เริ่มจากความรู้พื้นฐานเดิมที่เท่ากัน ค่าดัชนีประสิทธิผลของแต่ละกลุ่มจะอธิบายเฉพาะกลุ่มนั้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. **งานวิจัยในประเทศ**

สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์ การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนโดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์ 2) เพื่อพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ ผลวิจัยพบว่า หลังจากเข้าร่วมการวิจัยเพื่อ

พัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ครูและนักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้านภาษาและวาทกรรม กิจกรรมและการปฏิบัติ ความสัมพันธ์และสังคมดีขึ้น ครูและนักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการวิจัย หลังยุติการวิจัยแล้วครูยังจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนักเรียนยังใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

รุสมีนี หะยียูโซ๊ะ (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานราธิวาสเขต 3 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านเจาะไอร้อง อำเภอเจาะไอร้อง จังหวัดนราธิวาส ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 21 คน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 15 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับพอใช้(3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05(4) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระดับพอใช้ (5) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศรชัย ปราบงูเหลือม (2560) ศึกษาการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย คือ 1) เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติกับระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งนักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม มีจำนวน 37 คน ผลวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบราในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 45.45 57.49 และ 62.78 ตามลำดับ เมื่อนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์พบว่าอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ผ่านเกณฑ์และพอใช้ตามลำดับ อีกทั้งจากการสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากแบบสังเกตพฤติกรรมพบว่า นักเรียนสามารถระบุความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้อย่างครบถ้วน และยังสามารถนำเอาความรู้เหล่านั้นมาทำการเชื่อมโยงกันอย่างเป็นเหตุเป็นผลได้โดยครูเพียงแค่ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง และสนับสนุน 2) คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติมีความสัมพันธ์กันทางบวกด้วยระดับความสัมพันธ์สูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบราอยู่ในระดับมาก

ภานุมาศ วรสันต์ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 91 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.83/78.14 และ 76.10/74.31 ตามลำดับ 2. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราและกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ

0.6623 และ 0.6205 ตามลำดับ 3. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

ทรงยศ สกุลยา (2562) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 จำนวน 44 คน ของโรงเรียนสระหลวงพิทยาคม จังหวัดพิจิตร ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับมาก กล่าวคือ นักเรียนร้อยละ 68.18 มีความสามารถในการค้นพบความจริงอยู่ในระดับมากที่สุด นักเรียนร้อยละ 54.55 มีความสามารถในการค้นพบปัญหาอยู่ในระดับมาก นักเรียนร้อยละ 50.00 มีความสามารถในการค้นพบแนวคิดอยู่ในระดับมาก นักเรียนร้อยละ 43.18 มีความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในระดับมาก และนักเรียนร้อยละ 59.09 มีความสามารถในการสร้างสรรค์ความรู้อยู่ในระดับมาก

2. **งานวิจัยในต่างประเทศ**

Manurung and Manurung (2019) ได้ศึกษาการพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์และเซต มีวัตถุประสงค์ 1)เพื่อพัฒนาชุดสื่อการสอนเรื่องตรรกศาสตร์และเซตโดยใช้โปรแกรมที่บูรณาการ 6 KKNI โดยออกแบบตามแบบจำลองการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS Model) 2) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือชุดสื่อการสอนเรื่องตรรกศาสตร์ และเซตโดยใช้โปรแกรมที่บูรณาการ 6 KKNI แบบจำลองการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS Model) ที่แบบตาม กลุ่มเป้าหมายคือนักศึกษา ภาคต้น ปีการศึกษา 2561 จำนวน 36 คน พบว่าสื่อการสอนในรูปแบบของสื่อ ใบงาน ตรงตามรูปแบบในมาตรฐานที่กำหนด ตามมาตรฐานการออกแบบสื่อ มีความเข้าใจง่าย สามารถศึกษาเองภายหลังได้

Adila et al. (2020) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องโปรแกรมเชิงเส้น ต่อทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์คือเปรียบเทียบทักษะการคิดขั้นสูงระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนรูปแบบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

เรื่องโปรแกรมเชิงเส้น มีทักษะการคิดระดับสูง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ เรื่องโปรแกรมเชิงเส้น

van Hooijdonk et al. (2020) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ในด้านการค้นพบข้อเท็จ การค้นพบปัญหา และการหาแนวทางการแก้ไขปัญหา ผ่านงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งการศึกษาเรื่องความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) กำลังพัฒนามาเรื่อย ๆ อย่างไรก็ตาม การปลูกฝังเรื่องการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กับการศึกษายังเป็นเรื่องที่ท้าทายมาก หนึ่งในปัญหาสำคัญคือการสร้างไอเดียการคิดที่ดี สำหรับของการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่มักจะคิดแยกส่วนอย่างเดียว แต่ไม่ได้มองภาพรวม ในงานวิจัยครั้งนี้ได้จัดทำใบงานในรูปแบบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์(CPS Model)สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งพบว่าการค้นพบข้อเท็จ การค้นพบปัญหา และการหาแนวทางการแก้ไขปัญหามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ยังพบว่าการวิเคราะห์แบบเบย์ยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการค้นพบข้อเท็จจริง การค้นพบปัญหา จำนวนในการหาวิธีการแก้ปัญหา และความคิดริเริ่ม ยังต้นพบอีกว่านักเรียนระดับประถมศึกษาสามารถระบุความคิดที่สร้างสรรค์ของตนเองได้ ผลจากวิจัยครั้งนี้ระบุว่าเป้าหมายต่อไปในการจัดการเรียนการสอนควรมีการฝึกฝนการค้นพบความจริง การค้นพบปัญหา และการจัดการเรียนสอนรูปแบบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอนลำดับต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
4. วิธีดำเนินการวิจัย
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. **ประชากร**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนในกลุ่มเมืองบุรีรัมย์ 2 อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 10 โรงเรียน 10 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 145 คน จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

2. **กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 คน จากโรงเรียนสามัคคีมีชัยวิทยา อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 20 คน

เครื่องมือที่ใช้ในงานการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ จำนวน 8 แผน รวม 18 ชั่วโมง

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยผู้วิจัยสร้างเอง ใช้ทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยผู้วิจัยสร้างเอง อัตนัย จำนวน 4 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ จำนวน 8 แผน 18 ชั่วโมง

1.1 ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู สาระการเรียนรู ตัวชี้วัด วิธีการวัดผลประเมินผล ใน รายวิชาที่สอน จากหลักสูตรสถานศึกษา และเอกสารตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรูจากแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 แล้วกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละเนื้อหาศึกษาวิธีการใช้โปรแกรมจีโอจีบรา และเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำโปรแกรมจีโอจีบรา มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ แล้วจัดทำโครงสร้างเนื้อหา

1.3 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จำนวน 8 แผน 18 ชั่วโมง รวมแบบฝึกหัดท้ายบท ไม่รวมแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ความยาวรอบรูปของวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 พื้นที่ของวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม

ตารางที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์เนื้อหา จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา

ที่	หัวข้อเรื่อง	ชั่วโมง	การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	โปรแกรม GeoGebra
1	ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม	2	✓	✓
2	พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม	2	✓	✓
3	มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม	2	✓	✓
4	ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม	2	✓	✓
5	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม	3	✓	✓
6	ความยาวรอบรูปของวงกลม	2	✓	✓
7	พื้นที่ของวงกลม	2	✓	✓
8	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม	3	✓	✓
	รวม	18		

1.4 จัดทำไฟล์จีโอจีบราให้สอดคล้องตามแผนที่วางไว้

1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรูพร้อมแบบประเมิน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของภาษา ความครอบคลุมและความถูกต้องของเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคอร์ท (Likert) คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย เหมาะสมน้อยที่สุด เพื่อขอคำแนะนำและนำไปปรับปรุงแกไข ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย

1.6.1 ผศ. ไพรัชช์ จันทร์งาม อาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ วุฒิการศึกษา วท.ม. (คณิตศาสตรศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมจีโอจีบรา

1.6.2 อาจารย์ธราทิตย์ เกตุหอม อาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ วุฒิการศึกษา กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้

1.6.3 ดร.ธนิต ปุ่นประโคน รองผู้อำนวยการโรงเรียนไพศาลพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 วุฒิการศึกษา ปร.ด. (การบริหารการศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้

1.6.4 นายวิทิต สายกระสุน ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 วุฒิการศึกษา วท.ม. (คณิตศาสตร์) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้

1.6.5 นางสาววัชรี วารีประโคน ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 วุฒิการศึกษา กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดแลประเมินผล

1.7 นำคะแนนประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

5 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

แล้วหาค่าเฉลี่ยจากผลรวมของคะแนนทั้งหมด โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2537)

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลปรากฏว่ามีคะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 4.85 ($\overline{X}$ = 4.85)

1.8 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบ้านสวายสอ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา เวลา เนื้อหา และสื่อการเรียนรู้ แล้วหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ จัดพิมพ์เป็นฉบับจริง แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสามัคคีมีชัยวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 20 คน

2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยผู้วิจัยสร้างเอง ใช้ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อจะสร้างข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ คัดเลือกไว้ใช้จริง 20 ข้อ โดยสร้างครอบคลุมเนื้อหา และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังตารางที่ 13 แล้วกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ตอบถูก ให้ 1 คะแนน

ตอบผิด ให้ 0 คะแนน

ตารางที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา จำนวนชั่วโมงสอนและจำนวนข้อสอบ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ วิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ต้องการ
1	ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม	1. หาความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมได้ 2. นำความรู้เกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้	2	5	3
2	พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม	1. หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมได้ 2. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม 3. แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่และความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม	2	5	2
3	มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม	1. หาผลบวกของขนาดของมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม	2	5	2
4	ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม	1.แสดงวิธีหาความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม 2.แสดงวิธีหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม	2	5	3
5	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม	1. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม 2. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม	3	7	3

ที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ต้องการ
6	ความยาวรอบรูปของวงกลม	1. หาความยาวของเส้นรอบวง	2	3	1
7	พื้นที่ของวงกลม	1. หาพื้นที่ของวงกลม	2	3	2
8	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม	1. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวของเส้นรอบวง 2. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ของวงกลม 3. แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับเส้นรอบวงและพื้นที่ของวงกลม	3	7	4
รวม			18	40	20

2.3 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สร้างขึ้นโดยครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้วิเคราะห์ไว้ จำนวน 40 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ ตัวชี้วัด เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ข้อเสนอแนะแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมประเมิน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ ตัวชี้วัด เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำมาคำนวณหาค่า IOC ซึ่งค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ โดยคะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง เป็นดังนี้

ให้ +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้ -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

2.5 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้สูตร IOC (สมประสงค์ เสนารัตน์, 2556) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 เพื่อเลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ

2.5 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try out) กับผู้เรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบ้านสวายสอ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.6 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ ข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 1.00 และค่าความเชื่อมั่น 0.6 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้ ผลปรากฏว่าได้ ข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.38 – 0.71 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.30 – 0.70 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.88

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง จำนวน 20 ข้อ ไปทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่

แบบทดสอบนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 25 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรูในเนื้อหา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ศึกษานิยาม ทฤษฎีต่าง ๆ เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร วิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ

3.2 กำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ดังนี้

พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการระบุสถานการณ์ปัญหา ระบุปัญหา ระบุปัญหาที่สอดคล้องกันในทางคณิตศาสตร์และสื่อความหมายในทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ระบุแนวคิดในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้และระบุเหตุผลที่เหมาะสมได้ ยกตัวอย่างการนำความรู้ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่แปลกใหม่และแตกต่างไปจากเดิมได้ การวัดความความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วัดจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่

ที่ผู้วิจัยสร้างเองเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ พิจารณาจากความสามารถรายด้านทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการค้นพบความจริง หมายถึง ความสามารถในการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด ซึ่งเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ และระบุสิ่งที่โจทย์ถามได้

ด้านที่ 2 ความสามารถในการค้นพบปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาให้อยู่ในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้

ด้านที่ 3 ความสามารถในการค้นพบแนวคิด หมายถึง ระบุแนวคิดที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ได้อย่างหลากหลาย อย่างน้อย 3 วิธีการ

ด้านที่ 4 ความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจเลือกแนวคิดจากการอภิปราย ผ่านการแลกเปลี่ยนกับผู้อื่นแล้ว พร้อมระบุเหตุผลในการเลือกได้

ด้านที่ 5 ความสามารถในการสร้างสรรค์ความรู้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่แปลกใหม่และแตกต่างไปจากเดิมได้

3.3 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยเลือกเนื้อหาโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม และแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ดังนี้

ตารางที่ 14 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยปรับปรุงจากของ ทรงยศ สกุลยา (2562) ดังนี้

ความสามารถรายด้าน	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การค้นพบความจริง (Fact Finding)	5 (มากที่สุด)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน และระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้
	4 (มาก)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน แต่ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการ
	3 (ปานกลาง)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้เพียงบางส่วนและระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้
	2 (น้อย)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้เพียงบางส่วนแต่ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการ

ความสามารถรายด้าน	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
	1 (น้อยที่สุด)	ระบุข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา และไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการ
การค้นพบปัญหา (Problem Finding)	5 (มากที่สุด)	ระบุข้อมูลที่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน
	4 (มาก)	ระบุข้อมูลที่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ไม่ชัดเจน
	3 (ปานกลาง)	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	2 (น้อย)	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ แต่ไม่ถูกต้อง
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่ระบุปัญหา
การค้นพบแนวคิด (Idea Finding)	5 (มากที่สุด)	ใช้ความรู้ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป และมีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้ทุกวิธี
	4 (มาก)	ใช้ความรู้ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ 2 วิธี และมีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้ทุกวิธี
	3 (ปานกลาง)	ใช้ความรู้ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ 1 วิธี และมีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้
	2 (น้อย)	ใช้ความรู้ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่มีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่ใช้ความรู้ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิด

ความสามารถรายด้าน	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Finding)	5 (มากที่สุด)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาและระบุเหตุผลที่เหมาะสมได้ แก้ปัญหา และแสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้อย่างถูกต้อง
	4 (มาก)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาและระบุเหตุผลที่เหมาะสมได้ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้
	3 (ปานกลาง)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด แต่ไม่ระบุเหตุผล แก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้
	2 (น้อย)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และแสดงวิธีแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา
การสร้างสรรค์ความรู้ (Creating New Knowledge)	5 (มากที่สุด)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากเดิมได้และแปลกใหม่
	4 (มาก)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากเดิมได้ แต่ไม่แปลกใหม่
	3 (ปานกลาง)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นได้ แต่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม
	2 (น้อย)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นได้ แต่ไม่แตกต่างจากสถานการณ์เดิม
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่สามารถนำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นได้

3.4 การกำหนดเกณฑ์การประเมิน ผู้วิจัยปรับตารางแสดงเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาจากของ ทรงยศ สกุลยา (2562) วิเคราะห์จากคะแนนแบบทดสอบความสามารถทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 25 คะแนน รวม 100 คะแนน ผู้วิจัยนำไปเทียบเป็นร้อยละแล้วจัดทำเกณฑ์การประเมินดังนี้

ตารางที่ 15 ตารางเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ	ระดับผลการประเมิน
80 - 100	มีความสามารถอยู่ในระดับมากที่สุด
70 - 79	มีความสามารถอยู่ในระดับมาก
60 - 69	มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง
50 - 59	มีความสามารถอยู่ในระดับน้อย
0 - 49	มีความสามารถอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.5 นำแบบทดสอบปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขหลังจากแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และความสามารถรายด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

3.6 นำผลการประเมินแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยใช้สูตร IOC คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00

3.7 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนวัดบ้านสวายสอ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 21 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) ตามวิธีการของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) แล้ววิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นวิธีการของครอนบาค (Cronbach) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 - 1.00 และค่าความเชื่อมั่น 0.6 ขึ้นไป

ถือว่าใช้ได้ ผลปรากฏว่าได้ ข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.55 – 0.65 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 0.40 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.89

3.9 นำข้อสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้ว มาจัดพิมพ์เป็นแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสามัคคีมีชัยวิทยา จำนวน 20 คน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **การเก็บรวบรวมข้อมูล**

1.1 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ กับกลุ่มตัวอย่างใช้เวลา 1 คาบ โดยใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 8 แผน 18 ชั่วโมง

1.3 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สิ้นสุด ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ กับกลุ่มตัวอย่างใช้เวลา 1 คาบ โดยใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.4 ดำเนินการวัดความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ กับกลุ่มตัวอย่างใช้เวลา 1 คาบ โดยใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. **การวิเคราะห์ข้อมูล**

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่

2.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ตามเกณฑ์ 70/70 โดยการคำนวณค่า E_1 และ E_2

2.3 วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่

2.4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ Hotelling T^2

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. **สถิติพื้นฐาน**

1.1 ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ p แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum_{i=1}^{n} x_i$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ใช้สูตรดังนี้(บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x_i แทน คะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

2. **สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ**

2.1 หาคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ดังต่อไปนี้

2.1.1 ค่าความเที่ยงเชิงเนื้อหา โดยหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ใช้สูตรดังนี้ (สมประสงค์ เสนารัตน์, 2556)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^{N} R_i}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum_{i=1}^{N} R_i$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในข้อสอบข้อที่ i

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.1.2 ค่าความยาก ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

2.1.3 ค่าอำนาจจำแนก ตามวิธีการของเบรนแนน (Brennan) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนก

U แทน จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

L แทน จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

n_1 แทน จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์

n_2 แทน จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

2.1.4 ค่าความเชื่อมั่น ตามวิธีการของโลเวท (Lovett) ใช้สูตรดังนี้ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum_{i=1}^{n} x_i - \sum_{i=1}^{n} x_i^2}{(k-1)\sum_{i=1}^{n}(x_i - c)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

k แทน จำนวนข้อสอบ

x_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

c แทน คะแนนจุดตัด

n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

2.2 หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ดังต่อไปนี้

2.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence: IOC) ใช้สูตรดังนี้ (สมประสงค์ เสนารัตน์, 2556)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^{N} R_i}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum_{i=1}^{N} R_i$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2.2 ค่าความยาก ตามวิธีการของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ใช้สูตรดังนี้ (สาคร แสงผึ้ง, 2546)

$$p = \frac{(S_H + S_L) - (N_T)(X_{min})}{(N_T)(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็มของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้
(คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

N_T แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.2.3 ค่าอำนาจจำแนก ตามวิธีการของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ใช้สูตรดังนี้ (สาคร แสงผึ้ง, 2546)

$$D = \frac{S_H - S_L}{(N_H)(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้
(คะแนนเต็มของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้
(คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

N_H แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

2.2.4 ค่าความเชื่อมั่น ตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{k} S_i^2}{S_t^2}\right)$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ในที่นี้คือค่าความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$\sum_{i=1}^{k} S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2.3 หาดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2550)

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

3. **สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน**

3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) โดยใช้สูตร Hotelling's T^2 ดังนี้ (นงค์เยาว์ นามไธสง, 2560)

$$T^2 = n[\bar{x} - \mu]' C^{-1}[\bar{x} - \mu]$$

เมื่อ T^2 แทน ค่าสถิติทดสอบ Hotelling's T^2

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน $\begin{bmatrix} \overline{X_1} \\ \overline{X_2} \\ . \\ . \\ . \\ \overline{X_n} \end{bmatrix}$

C แทน Sample variance and Covariance matrix

μ แทน $\begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ . \\ . \\ . \\ \mu_n \end{bmatrix}$

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้องอีกทั้งเพื่อความสะดวกในการนำเสนอข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนข้อมูล
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
E.I.	แทน	ดัชนีประสิทธิผล
df	แทน	ขั้นแห่งความอิสระ (Degrees of Freedom)
p	แทน	p-value
T^2	แทน	ค่าสถิติทดสอบสมมติฐาน Hotelling T^2

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ตามเกณฑ์ 70/70 โดยการคำนวณค่า E_1 และ E_2

2. วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ Hotelling T^2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) โดยคำนวณหาค่า E_1 จากคะแนนการทำใบงาน และการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน และคำนวณค่า E_2 จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 16 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	แบบทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (70:30)			แบบทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)
		แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม (70 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (30 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
1	9	58.5	19	77.5	14
2	8	58.5	20	78.5	13
3	10	61	17	78	15

เลขที่	แบบทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (70:30)			แบบทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)
		แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม (70 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (30 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
4	8	56	17	73	16
5	9	62.5	15	77.5	15
6	11	58	17	75	15
7	13	64	26	90	18
8	11	54	17	71	16
9	10	60.5	16	76.5	13
10	12	59.5	18	77.5	14
11	10	61	22	83	16
12	7	57	23	80	15
13	10	61.5	14	75.5	17
14	8	62	16	78	14
15	10	57.5	20	77.5	18
16	8	64	23	87	15
17	10	59	18	77	16
18	9	62	19	81	12
19	7	62.5	21	83.5	16
20	7	66	20	86	13
รวม	187	1205	378	1583	301
เฉลี่ย	9.35	60.25	18.9	79.15	15.05
S.D.	1.62	2.90	2.95	4.61	1.59
ร้อยละ	46.8	86.071	63	79.15	75.25
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา (E_1 / E_2) เท่ากับ 79.15/75.25					

จากตาราง 17 พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่เท่ากับ 79.15 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 75.25 ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่าง

สร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่มีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) เท่ากับ 79.15/75.25 .ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 70/70

2. วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบแบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียน ดังตาราง 18

ตารางที่ 17 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		**E.I.**
			ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่	20	20	187	301	0.5352

จากตาราง 18 พบว่า ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเท่ากับ 0.5352 นั่นคือ มีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 53.52

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ Hotelling T^2 ดังตาราง 19

ตารางที่ 18 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา			
	n	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	20	15.05	1.596	75.25
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	20	72.05	3.99	72.05

ตารางที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1	0.806*
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	0.806*	1

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 20 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นำตัวแปรไปเปรียบเทียบโดยใช้ Hotelling's T^2

ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้วิธีการทางสถิติ Hotelling's T^2

สถิติทดสอบ	F	Hypothesis df	Error df	p
Hotelling's trace	4.0261	2.000	18.000	.018

จากตาราง 21 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผู้วิจัยต้องการทราบว่าตัวแปรที่ศึกษาตัวใดระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบ Univariate ดังตาราง 22

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการเรียนรู้	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	$\bar{x}$	S.D.	t	df	p
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	20	20	14	15.05	1.596	2.8675	19	.005*
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	20	100	70	72.05	3.99	2.0007	19	.030*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 22 เมื่อแยกทดสอบแต่ละตัวแปรพบว่า ทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสามัคคีมีชัยวิทยา อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน มีขั้นตอนดังนี้

1. วัตถุประสงค์การวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. สรุปผลการวิจัย
4. อภิปรายผล
5. ข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา

อย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ จำนวน 8 แผน รวม 18 ชั่วโมง

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยผู้วิจัยสร้างเอง ใช้ทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยผู้วิจัยสร้างเอง อัตนัย จำนวน 4 ข้อ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปผลได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัย*สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ* 79.15/75.25 *เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 70/70*

2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา

เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.5352 ซึ่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 53.52

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง

ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.15/75.25 หมายความว่า ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 79.15 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.05 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.26 แสดงว่า ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 75.25 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาของผู้เรียน สร้างและหาคุณภาพของแผนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ทั้งการศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตร สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สื่อการเรียนรู้ที่เป็นเทคโนโลยีเห็นภาพชัดเจน และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ จากนั้นจึงสร้างแผนการเรียนรู้ และนำไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจและให้คำแนะนำ แล้วจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำแผนการเรียนรู้ไปทดลองใช้ และนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกเพื่อให้ได้คุณภาพก่อนจะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริง ทำให้แผนการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับผลงานวิจัยของวิไลวรรณ สีแดด (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ ผ่านGeoGebra Applet สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรม เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ ผ่าน GeoGebra Applet สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.35 / 81.53 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.5352 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 53.52 สอดคล้องกับ ฉลาด สายสินธุ์ (2561) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลวิจัยพบว่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เท่ากับ 0.6408 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าร้อยละ 64.08 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบ

แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบราช่วยให้นักเรียนเห็นภาพชัดเจนในการหาความยาวรอบรูป การหาพื้นที่ในส่วนที่ทับซ้อนกัน มีแบบฝึกหัด และแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน ทำให้นักเรียนได้ทบทวนบทเรียนบ่อยครั้ง อีกทั้งกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่จัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม ทำให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักเรียนในกลุ่ม กระตุ้นให้หาแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น มีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดอย่างเป็นระบบใน 5 กระบวนการ ซึ่งกระบวนการนี้นักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อน เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนแล้วจะช่วยให้ผู้เรียนจัดระบบความคิดในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน จึงช่วยให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มมากขึ้น

3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับสื่อจีโอจีบรา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจมาจากการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถนำมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ได้ผลดี เนื่องจากมีขั้นตอนชัดเจน 5 ขั้นตอน นั่นคือ ขั้นการพิจารณาประเด็นปัญหา ฝึกให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ แยกแยะข้อมูลว่าข้อมูลใดที่โจทย์ถาม และข้อมูลใดจำเป็นในการนาพิจารณาเพื่อหาคำตอบ ขั้นการคิดหาวิธีแก้ปัญหาผ่านการคิดที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนมีการคิดที่ยืดหยุ่นไม่ยึดติดวิธีใด วิธีหนึ่งในการแก้ปัญหา ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ขั้นการเลือกวิธีแก้ปัญหา ส่งผลให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดและตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหา ขั้นการยอมรับซึ่งเป็นขั้นที่ต้องนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองโดยขั้นนี้จะต้องนำเสนอปัญหาให้ผู้อื่นได้รับฟังและผู้เรียนเองก็จะได้รับฟังแนวทางการแก้ปัญหาของผู้อื่นด้วย จะช่วยให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น และขั้นปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัตินำหลักการและวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกมาได้ไปใช้จริง จะเห็นว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบระเบียบ สามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบด้วยการแลกเปลี่ยนกับนักเรียนในกลุ่ม และการอภิปรายร่วมกับผู้สอนหน้าชั้นเรียน สอดคล้องกับ รสิตา วรรณรัตน์ (2563) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งโปรแกรมจีโอจีบราเป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์เชิงพลวัต มีการออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะต้องใช้รูปภาพในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจได้จากรูปธรรม เมื่อเข้าใจแล้วก็สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาแม้ว่าไม่มีรูปภาพได้ ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับภานุมาศ วรสันต์ (2560) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งจากการจัดกิจกรรมพบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ช่วยให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาที่หลากหลายซึ่งแตกต่างจากการแก้ปัญหาแบบปกติ เรื่องจากแบบฝึกหัดได้ถูกออกแบบให้ผู้เรียนได้คะแนนที่มากเมื่อแก้ปัญหาได้มาก อีกทั้งยังมีขั้นตอนที่ให้เลือกในการตัดสินว่า จะเลือกใช้วิธีใดจึงจะเหมาะสมที่สุด ขั้นตอนนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล ฝึกการคิดตัดสินจ เพราะปัญหาในชีวิตประจำวันมีอย่างหลากหลาย และอาจจะไม่เหมือนในชั้นเรียน นักเรียนควรจะมีทักษะในการคิดขั้นสูง ปรับประยุกต์ความรู้ในห้องเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาของตนเองในชีวิตประจำวันให้ได้ นั่นคือการมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสรรค์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในขั้นการหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ผู้สอนควรศึกษารายละเอียดเนื้อหา และคัดเลือกโจทย์ที่สามารถหาวิธีที่หลากหลายได้ และยกตัวอย่างวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายและเพียงพอ ที่สามารถจะทำให้ผู้เรียนสังเกตเปรียบเทียบ จนสามารถคิดหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองได้อย่างหลากหลาย

1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในขั้นการยอมรับ ที่ผู้เรียนจะต้องนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่น หากพบว่าแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มใดที่ไม่สามารถหาวิธีอื่นที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มที่นำเสนอไปแล้วได้ ก็ให้นำเสนอแนวทางของตนเองได้เลย แม้ว่าจะซ้ำเพียงแต่ระบุเหตุผลให้ได้ด้วยว่าเลือกแนวทางนี้เพราะเหตุใด

1.3 การจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนจะต้องใช้โปรแกรมจีโอจีบรา ผู้สอนควรเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ให้พร้อมก่อนจัดการเรียนการสอน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างกระชับ

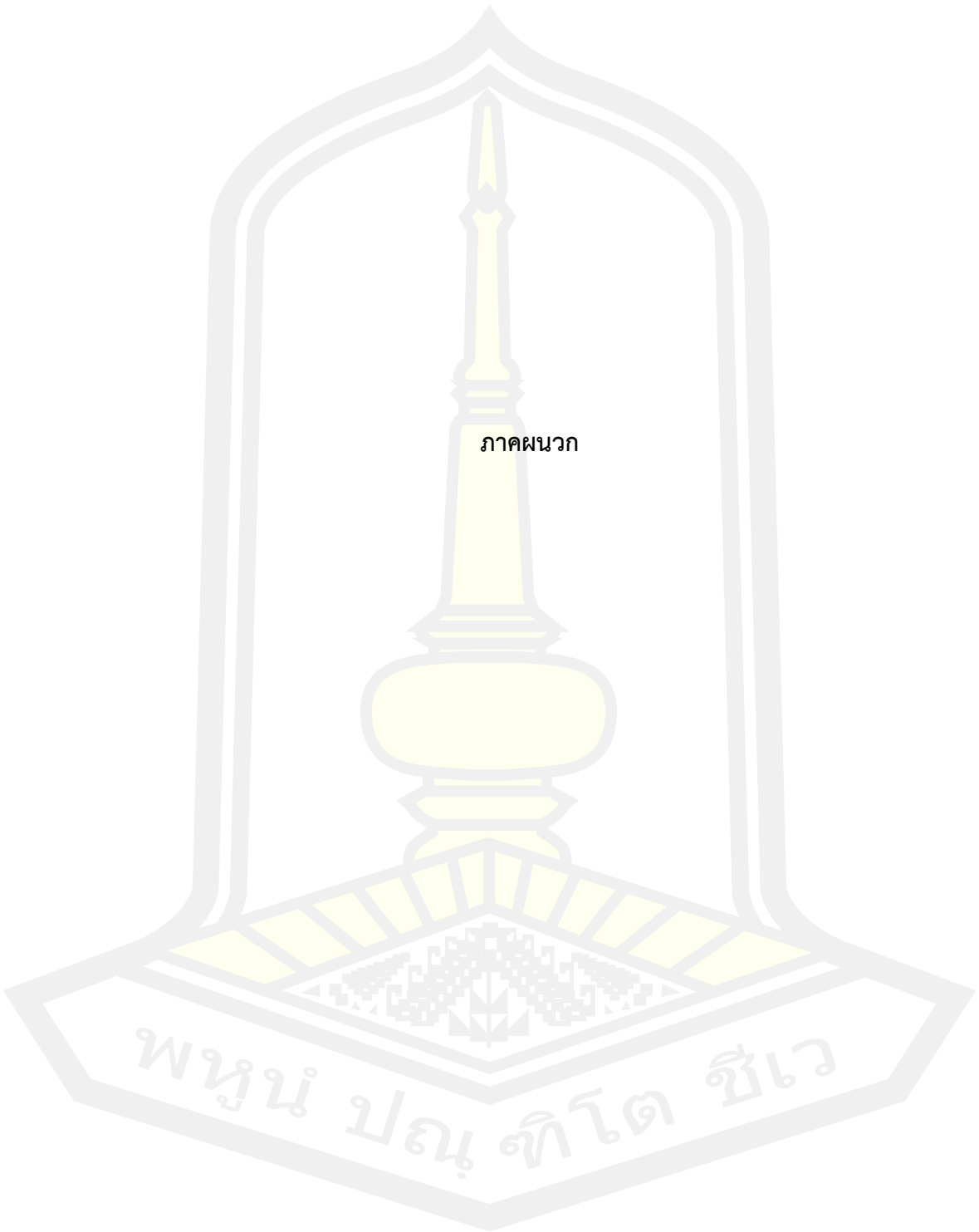
และเหมาะสมกับเวลาที่มี อีกทั้งผู้สอนควรปูพื้นฐานโปรแกรมจีโอจีบราเบื้องต้นที่จำเป็นเกี่ยวกับ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ให้ผู้เรียนได้ทราบก่อน ก่อนที่จะจัดการเรียนการสอน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบราในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเรื่องอื่น หรือในระดับชั้นอื่น ๆ

2.2 ควรศึกษาความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่เพิ่มเติม

บรรณานุกรม



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ผศ. ไพรัชช์ จันทร์งาม	อาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ วุฒิการศึกษา วท.ม. (คณิตศาสตรศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมจีโอจีบรา
2. อาจารย์ธราทิตย์ เกตุหอม	อาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ วุฒิการศึกษา กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้
3. ดร.ธนิต ปุ่นประโคน	รองผู้อำนวยการโรงเรียนไพศาลพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 วุฒิการศึกษา ปร.ด. (การบริหารการศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้
4. นายวิทิต สายกระสุน	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม วุฒิการศึกษา วท.ม. (คณิตศาสตร์) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้
5. นางสาววัชรี วารีประโคน	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม วุฒิการศึกษา กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดแลประเมินผล

ภาคผนวก ข สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์
สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย และ
สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๘๕

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๒๘ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน อาจารย์ธราทิตย์ เกตุหอม

ด้วยนางสาวฐิติยาภรณ์ พึ่งป่า นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม. คณิตศาสตรศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์โชคชัย วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ /โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๔๕

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๒๘ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพรัชช์ จันทร์งาม

ด้วยนางสาวฐิติยาภรณ์ พึ่งป่า นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม. คณิตศาสตรศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์โชคชัย วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ /โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๔๕

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๒๘ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางสาววัชรี วารีประโคน

ด้วยนางสาวฐิติยาภรณ์ พึ่งป่า นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม. คณิตศาสตรศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์โชคชัย วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ /โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๔๕

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๒๘ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ดร.ธนิต ปุ่นประโคน

ด้วยนางสาวฐิติยาภรณ์ พึ่งป่า นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม. คณิตศาสตรศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์โชคชัย วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ /โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๔๕

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๒๘ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นายวิทิต สายกระสุน

ด้วยนางสาวฐิติยาภรณ์ พึ่งป่า นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม. คณิตศาสตรศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์โชคชัย วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ /โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- **ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้**
- **ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
- **ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
- **ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
- **ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
- **ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
- **ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\overline{X}$	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 เป็นเนื้อหาที่มีความเข้าใจง่ายและเหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 มีความยากง่ายเหมาะ	5	4	4	4	5	4.4	เหมาะสมมาก
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน							
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับวิธีการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	5	5	4	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\overline{X}$	ระดับความเหมาะสม
4.4 ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.5 จัดลำดับได้ถูกต้องและเหมาะสม	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
5. ด้านสื่อการเรียนรู้							
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 สื่อเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
6. ด้านการวัดและประเมินผล							
6.1 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	5	5	4	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
6.3 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้อย่างเหมาะสม	5	4	4	4	5	4.6	เหมาะสมมาก
เฉลี่ย						4.85	เหมาะสมมากที่สุด

จากตาราง 23 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.85) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า อยู่ในระดับเหมาะสมมาก และเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 23 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
2	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
4	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
5	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
11	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
13	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
14	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
19	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
20	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
21	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
22	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
23	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
24	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

ข้อที่	ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
27	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
30	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
32	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
34	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
35	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
39	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
40	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง

ตารางที่ 24 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	การแปลความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผลการพิจารณา
1	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
2	0.48	ยากปานกลาง	0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
3	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.7	จำแนกได้	ใช้ได้**
4	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
5	0.29	ค่อนข้างยาก	0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
6	0.52	ยากปานกลาง	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
7	0.81	ง่ายมาก	0.0	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
8	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.7	จำแนกได้	ใช้ได้
9	0.43	ยากปานกลาง	0.0	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
10	0.52	ยากปานกลาง	0.7	จำแนกได้	ใช้ได้**
11	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้
12	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
13	0.57	ยากปานกลาง	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
14	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.7	จำแนกได้	ใช้ได้
15	0.86	ง่ายมาก	0.3	จำแนกได้	ใช้ไม่ได้
16	0.95	ง่ายมาก	0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
17	0.81	ง่ายมาก	0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
18	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
19	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
20	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
21	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
22	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
23	0.62	ง่ายมาก	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
24	0.43	ยากปานกลาง	-0.4	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	การแปลความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผลการพิจารณา
25	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้
26	0.57	ยากปานกลาง	0.7	จำแนกได้	ใช้ได้
27	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.7	จำแนกได้	ใช้ได้
28	0.29	ค่อนข้างยาก	-0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
29	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
30	0.81	ง่ายมาก	0.4	จำแนกได้	ใช้ไม่ได้
31	0.57	ค่อนข้างง่าย	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
32	0.43	ยากปานกลาง	-0.4	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
33	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
34	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.0	จำแนกไม่ได้	ใช้ได้**
35	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้
36	0.57	ยากปานกลาง	0.7	จำแนกได้	ใช้ได้
37	0.29	ค่อนข้างยาก	-0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
38	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.7	จำแนกได้	ใช้ได้**
39	0.38	ค่อนข้างยาก	0.7	จำแนกได้	ใช้ได้**
40	0.71	ง่ายมาก	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ 0.88					

**** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง**

จากตาราง 25 ค่าความยาก (p) จะต้องอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 (ค่อนข้างยาก, ยากง่ายปานกลาง, ค่อนข้างง่าย) ซึ่งมีทั้งหมด 34 ข้อ และค่าอำนาจจำแนก (r) จะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จึงจะสามารถจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ ซึ่งมีทั้งหมด 29 ข้อ

การประเมินคุณภาพของข้อสอบว่าข้อใดเป็นข้อสอบที่ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ควรพิจารณาทั้งค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ควบคู่กัน ปรากฏว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ทั้งหมด 28 ข้อ และ ใช้ไม่ได้ 12 ข้อ จึงทำการเลือกข้อสอบที่เหมาะสมทั้งหมด 20 ข้อ โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ตารางที่ 25 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
3	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
4	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
6	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

**** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง**

ตารางที่ 26 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ค่าความเชื่อมั่น ของของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	การแปลความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผลการพิจารณา
1	0.55	ยากปานกลาง	0.2	จำแนกได้	ใช้ได้**
2	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
3	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.2	จำแนกได้	ใช้ได้**
4	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.0	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
5	0.56	ยากปานกลาง	0.2	จำแนกได้	ใช้ได้**
6	0.68	ค่อนข้างง่าย	-0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
7	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.2	จำแนกได้	ใช้ได้
8	0.58	ยากปานกลาง	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ 0.89					

**** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง**

จากตาราง 27 ค่าความยาก (p) จะต้องอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 (ค่อนข้างยาก, ยากง่ายปานกลาง, ค่อนข้างง่าย) ซึ่งมีทั้งหมด 8 ข้อ และค่าอำนาจจำแนก (r) จะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จึงจะสามารถจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ ซึ่งมีทั้งหมด 5 ข้อ

การประเมินคุณภาพของข้อสอบว่าข้อใดเป็นข้อสอบที่ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ควรพิจารณาทั้งค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ควบคู่กัน ปรากฏว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ทั้งหมด 5 ข้อ และ ใช้ไม่ได้ 3 ข้อ จึงทำการเลือกข้อสอบที่เหมาะสมทั้งหมด 4 ข้อ โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ภาคผนวก ง คะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล

- **คะแนนจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6จำนวน 8 แผน**
- **คะแนนทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
- **คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
- **คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

ตารางที่ 27 คะแนนจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		
	K (3)	P (3)	A (3)	K (2)	P (3)	A (3)	K (2)	P (3)	A (3)
1	0.5	2	3	2	3	3	2	3	3
2	1.5	1	3	2	3	3	2	3	3
3	1	3	2	1.5	2	3	2	3	3
4	1	3	3	2	3	3	2	2	3
5	1.5	3	3	2	3	3	2	3	3
6	1	1	2	2	3	3	2	3	3
7	2	3	3	2	3	3	0.5	3	3
8	1	3	3	2	2	3	2	3	3
9	0.5	3	3	2	3	3	2	3	3
10	1	1	3	2	3	3	2	3	3
11	1	3	2	1.5	3	3	2	3	3
12	1	2	3	2	3	3	2	3	3
13	2	3	2	2	3	3	2	3	2
14	2	3	3	2	3	3	2	3	3
15	2	3	2	1	2	3	2	3	3
16	2	3	3	2	3	3	2	3	3
17	2	3	3	2	3	3	1	3	3
18	2	3	3	2	3	3	2	3	3
19	2	3	3	2	3	3	2	3	3
20	2	3	3	2	3	3	2	3	3
$\sum X$	29	52	55	38	57	60	37.5	59	59
$\overline{X}$	1.45	2.6	2.75	1.9	2.85	3	1.875	2.95	2.95
S.D.	0.54	0.73	0.43	0.25	0.35	0	0.38	0.21	0.21
ร้อยละ	72.5	86.66	91.66	95	95	100	93.75	98.33	98.33

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6		
	K (2)	P (3)	A (3)	K (3)	P (2)	A (3)	K (2)	P (3)	A (5)
1	2	3	3	2	1	3	2	2	5
2	2	3	3	3	0	3	1.5	2	5
3	1.5	3	3	3	2	3	2	2	5
4	2	2	3	2	2	3	2	0	4
5	2	3	3	3	2	3	2	2	5
6	2	3	3	3	1	3	2	0	5
7	2	3	3	2	2	3	1.5	2	5
8	2	3	3	2	0	3	2	0	4
9	2	2	3	3	2	3	2	0	5
10	2	3	3	3	1	3	2	0	5
11	1	3	3	2	2	3	1.5	2	5
12	2	3	3	1	2	3	2	1	4
13	2	3	3	3	1	3	1.5	2	5
14	2	2	3	2	2	3	2	2	4
15	2	3	3	2	0	3	1.5	1	5
16	2	3	3	3	1	3	2	2	5
17	2	3	3	1	1	3	2	1	5
18	2	3	3	1	1	3	2	2	5
19	1.5	3	3	3	0	3	2	2	5
20	2	3	3	3	2	3	2	2	5
$\sum X$	38	57	60	47	25	60	37.5	27	96
$\overline{X}$	1.9	2.85	3	2.35	1.25	3	1.875	1.35	4.8
S.D.	0.25	0.36	0	0.73	0.77	0	0.22	0.85	0.4
ร้อยละ	95	95	100	78.33	62.5	100	93.75	45	96

ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8		
	K (2)	P (3)	A (5)	K (2)	P (3)	A (5)
1	1	1	5	1	1	5
2	1.5	1	5	1	1	5
3	2	1	5	2	1	5
4	1	1	5	1	1	5
5	1	0	5	2	1	5
6	2	2	5	1	1	5
7	2	2	5	2	2	5
8	1	0	5	1	1	5
9	2	1	5	2	1	5
10	1.5	2	5	2	1	5
11	2	2	5	2	1	5
12	2	0	5	1	1	5
13	1	2	5	2	1	5
14	2	1	5	1	2	5
15	2	2	5	1	1	5
16	2	1	5	2	1	5
17	2	1	5	1	1	5
18	1	2	5	2	1	5
19	2	2	5	1	1	5
20	2	2	5	2	1	5
$\sum X$	33	26	100	30	22	100
$\overline{X}$	1.65	1.3	5	1.5	1.1	5
S.D.	0.45	0.71	0	0.5	0.3	0
ร้อยละ	82.5	43.33	100	75	36.67	100

ตารางที่ 28 คะแนนทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	**ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)**	**ทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)**	**คะแนนความก้าวหน้า**
1	*9*	*14*	*+5*
2	*8*	*13*	*+5*
3	*10*	*15*	*+5*
4	*8*	*16*	*+8*
5	*9*	*15*	*+6*
6	*11*	*15*	*+4*
7	*13*	*18*	*+5*
8	*11*	*16*	*+5*
9	*10*	*13*	*+2*
10	*12*	*14*	*+2*
11	*10*	*16*	*+6*
12	*7*	*15*	*+8*
13	*10*	*17*	*+7*
14	*8*	*14*	*+6*
15	*10*	*18*	*+8*
16	*8*	*15*	*+7*
17	*10*	*16*	*+6*
18	*9*	*12*	*+3*
19	*7*	*16*	*+9*
20	*7*	*13*	*+6*
$\sum X$	*187*	*301*	
$\overline{X}$	*9.35*	*15.05*	
S.D.	*1.62*	*1.59*	
ร้อยละ	*46.8*	*75.25*	

ตารางที่ 29 คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

นักเรียนคนที่	**คะแนนของนักเรียนแต่ละคน (X) (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)**
1	*14*
2	*13*
3	*15*
4	*16*
5	*15*
6	*15*
7	*18*
8	*16*
9	*13*
10	*14*
11	*16*
12	*15*
13	*17*
14	*14*
15	*18*
16	*15*
17	*16*
18	*12*
19	*16*
20	*13*
รวม	*301*
ค่าเฉลี่ย	*15.05*
S.D.	*1.59*
ร้อยละ	*75.25*

ตารางที่ 30 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

นักเรียนคนที่	**คะแนนของนักเรียนแต่ละคน(X)** **(คะแนนเต็ม 100 คะแนน)**	**ผลการประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์**
1	71	มาก
2	67	ปานกลาง
3	75	มาก
4	71	มาก
5	71	มาก
6	73	มาก
7	79	มาก
8	73	มาก
9	65	ปานกลาง
10	72	มาก
11	71	มาก
12	73	มาก
13	70	มาก
14	70	มาก
15	84	มากที่สุด
16	71	มาก
17	75	มาก
18	63	ปานกลาง
19	76	มาก
20	71	มาก
รวม	*1441*	
ค่าเฉลี่ย	*72.05*	
S.D.	*4.46*	
ร้อยละ	*72.05*	

ภาคผนวก จ ข้อมูลที่ได้จากวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

Correlations

		ผลสัมฤทธิ์	แก้ปัญหาสร้างสรรค์
ผลสัมฤทธิ์	Pearson Correlation	1	.806**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	20	20
แก้ปัญหาสร้างสรรค์	Pearson Correlation	.806**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	20	20

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยโปรแกรม SPSS

```
> HotellingsT2(kwan_grad_dat,mu=c(70,14),test="f")

        Hotelling's one sample T2-test

data:  kwan_grad_dat
T.2 = 4.0261, df1 = 2, df2 = 18, p-value = 0.03588
alternative hypothesis: true location is not equal to c(70,14)
```

ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์สถิติ Hotelling's T^2ด้วยโปรแกรม R

```
> t.test(kwan_grad_dat[2],mu=14)

        One Sample t-test

data:  kwan_grad_dat[2]
t = 2.8675, df = 19, p-value = 0.009856
alternative hypothesis: true mean is not equal to 14
95 percent confidence interval:
 14.2836 15.8164
sample estimates:
mean of x
    15.05
```

ภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยโปรแกรม R

```
> t.test(kwan_grad_dat[1],mu=70)

        One Sample t-test

data:  kwan_grad_dat[1]
t = 2.0007, df = 19, p-value = 0.05992
alternative hypothesis: true mean is not equal to 70
95 percent confidence interval:
 69.90542 74.19458
sample estimates:
mean of x
    72.05
```

ภาพที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยโปรแกรม R

ตารางที่ 31 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	แบบทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (70:30)			แบบทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)
		แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม (70 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (30 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
1	9	58.5	19	77.5	14
2	8	58.5	20	78.5	13
3	10	61	17	78	15
4	8	56	17	73	16
5	9	62.5	15	77.5	15
6	11	58	17	75	15
7	13	64	26	90	18
8	11	54	17	71	16
9	10	60.5	16	76.5	13
10	12	59.5	18	77.5	14
11	10	61	22	83	16
12	7	57	23	80	15
13	10	61.5	14	75.5	17
14	8	62	16	78	14
15	10	57.5	20	77.5	18
16	8	64	23	87	15
17	10	59	18	77	16
18	9	62	19	81	12
19	7	62.5	21	83.5	16
20	7	66	20	86	13
รวม	187	1205	378	1583	301
เฉลี่ย	9.35	60.25	18.9	79.15	15.05
S.D.	1.62	2.90	2.95	4.61	1.59
ร้อยละ	46.8	86.071	63	79.15	75.25
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา (E_1 / E_2) เท่ากับ 79.15/75.25					

ตารางที่ 32 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		E.I.
			ทดสอบก่อนเรียน	**ทดสอบหลังเรียน**	
แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่	20	20	187	301	0.5352

ตารางที่ 33 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ one sanple t-test

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	s	μ_0	t	p
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	20	20	15.05	1.596	14	2.8675	.005*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 34 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ one sanple t-test

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	s	μ_0	t	p
คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	20	100	72.05	3.99	70	2.0007	.030*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถิติที่ใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) โดยใช้สูตร Hotelling's T2 ดังนี้ (นงค์เยาว์ นามไธสง, 2560)

$$T^2 = n[\bar{x} - \mu]' C^{-1}[\bar{x} - \mu]$$

เมื่อ T^2 แทน ค่าสถิติทดสอบ Hotelling's T^2

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน $\begin{bmatrix} \overline{X_1} \\ \overline{X_2} \\ . \\ . \\ . \\ \overline{X_n} \end{bmatrix}$

C แทน Sample variance and Covariance matrix

μ แทน $\begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ . \\ . \\ . \\ \mu_n \end{bmatrix}$

ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

- **ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
- **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
- **เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
- **แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
- **เฉลยแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 16101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ เวลา 18 ชั่วโมง

เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม เวลา 2 ชั่วโมง

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

ค 2.1 ป.6/2 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

2. สาระสำคัญ

ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม หาได้จากการนำความยาวด้านแต่ละด้านมารวมกัน ส่วนพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม หาได้จากการแบ่งพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม ออกเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยม แล้วประยุกต์ความรู้เรื่อง การหาพื้นที่สามเหลี่ยม และพื้นที่สี่เหลี่ยม มาใช้ในการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. แสดงวิธีหาความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยมได้
2. แสดงวิธีหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้อย่างหลากหลาย

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ นักเรียน

1. รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
2. มีความตรงต่อเวลาในการเข้าชั้นเรียน

4. สาระการเรียนรู้

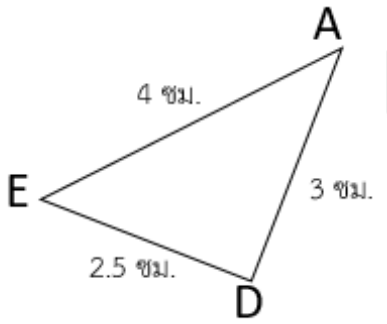
ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม

พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

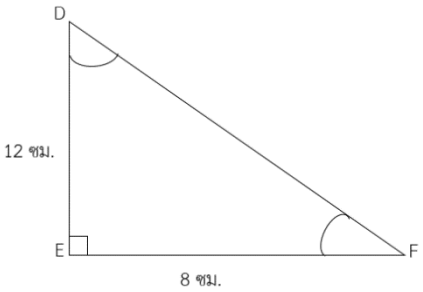
5.1 ขั้นนำ (10 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้ที่เรียนมาแล้ว เรื่อง ความยาวรอบรูป โดยการแสดงภาพรูปสามเหลี่ยม แล้วสุ่มนักเรียนมาตอบความยาวรอบรูป



2. ครูถามนักเรียนว่า จากภาพ ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม AED เท่ากับเท่าใด (9.5 เซนติเมตร)

3. จากนั้นครูแสดงภาพสามเหลี่ยม DEF ดังนี้



4. ครูสุ่มนักเรียนมาถามว่า พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม DEF มีขนาดกี่ตารางเซนติเมตร (48 ตารางเซนติเมตร)

5. ครูถามนักเรียนว่าสูตรพื้นที่สี่เหลี่ยม และสามเหลี่ยม คืออะไร (กว้าง x ยาว และ $\frac{1}{2}$ x ฐาน x สูง ตามลำดับ)

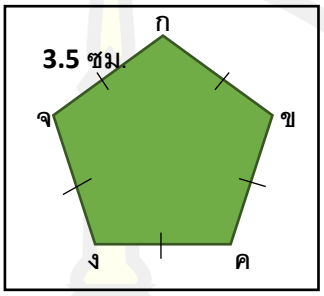
5.2 ขั้นสอน (90 นาที)

5.2.1 ขั้นพิจารณาประเด็นปัญหา (20 นาที)

1. ครูถามนักเรียนว่า ถ้าหากเป็นความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยมที่มีจำนวนเหลี่ยมมากกว่า 3 นักเรียนจะมีวิธีหาได้อย่างไร
2. ครูสุ่มนักเรียนมาตอบ 3 คน จากนั้นครูและนักเรียนสรุปโดยอาศัยหลักการที่ว่า “ความยาวรอบรูปเกิดจากความยาวของด้านทุกด้านมารวมกัน หากเป็นความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม ก็จะนำความยาวของด้านทั้งสี่ด้านมารวมกัน หรือถ้าเป็นหกเหลี่ยม ก็จะนำ

ความยาวของด้านทั้งหกด้านมารวมกัน และรูปหลายเหลี่ยมชนิดอื่น ๆ ก็สามารถให้หลักการนี้หาได้เช่นเดียวกัน”

3. จากนั้นครูแสดงภาพ เพื่อถามคำถามกระตุ้นนักเรียนว่า จากภาพรูปหลายเหลี่ยม มีกี่ด้าน มีกี่มุม และมีความยาวรอบรูปกี่เซนติเมตร



4. ครูสุ่มนักเรียนมาตอบ จากนั้นแสดงวิธีทำให้ดูบนกระดาน

วิธีทำ รูปหกเหลี่ยม กขคงจ เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า

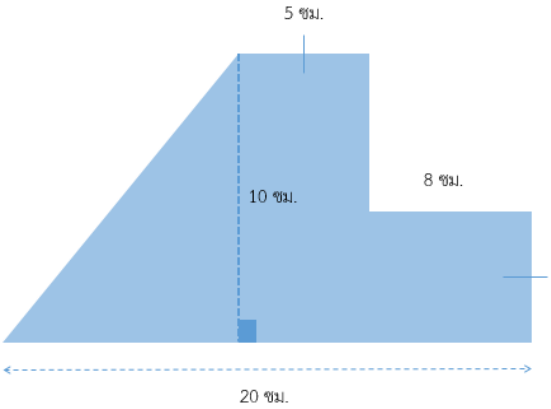
โดยแต่ละด้านยาว 3.5 เซนติเมตร

ความยาวรอบรูปหาได้จาก 3.5 + 3.5 + 3.5 + 3.5 + 3.5 + 3.5 = 21 เซนติเมตร

ตอบ รูปหกเหลี่ยม กขคงจ เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า มีหกด้าน หกมุม ความยาวรอบรูปเท่ากับ 21 เซนติเมตร

5. ครูถามนักเรียนว่า เรามีวิธีคิดวิธีอื่น ที่สามารถทำได้อีกไหม ในการหาความยาวรอบรูป (มีหากเป็นรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า เราสามารถนำ ความยาวด้านคูณจำนวนเหลี่ยมได้เลย เพราะทุกด้านเท่ากันหมด ดังนั้น ความยาวรอบรูป รูปหกเหลี่ยม กขคงจ จึงสามารถหาได้จาก 3.5 x 6 = 21 เซนติเมตร เช่นเดียวกัน)

6. ครูให้นักเรียนใช้กลุ่มเดิม จากชั่วโมงที่แล้ว ให้ช่วยกันหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม ดังภาพ

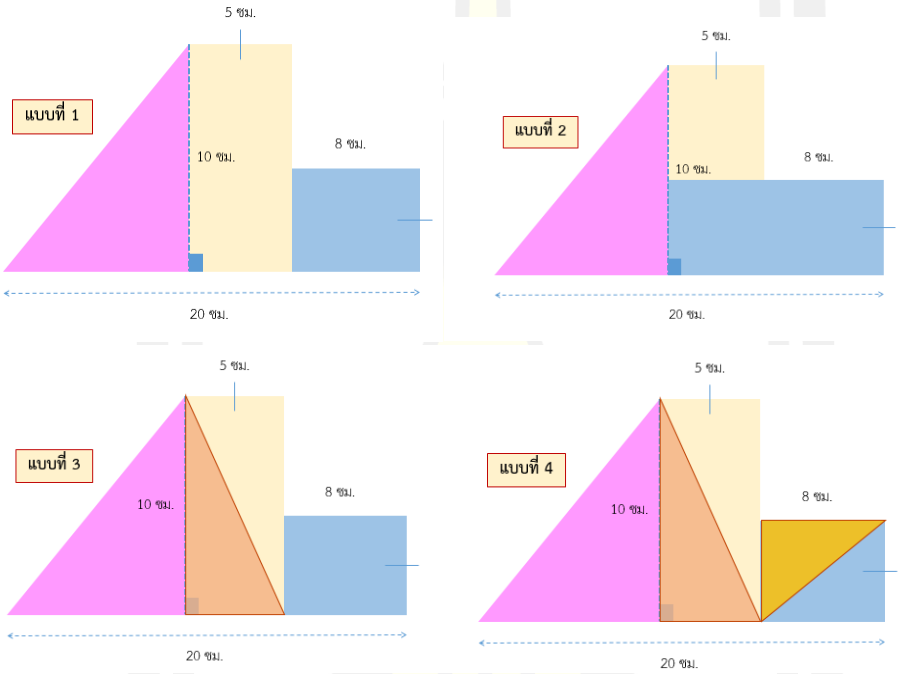


5.2.2 ขั้นการคิดหาวิธีแก้ปัญหาผ่านการคิดที่หลากหลาย (45 นาที)

6. ครูกระตุ้นนักเรียนโดยการถามนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่า รูปหลายเหลี่ยมชนิดนี้สามารถแบ่งภาพเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใดบ้างที่เรารู้จัก

   บทที่ 2(ตอบ สามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม)

7. ครูแจกการ์ดรูปหลายเหลี่ยม กลุ่มละ 1 แผ่น แล้วให้นักเรียนลองวาดแบ่งออกเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ หากกลุ่มใดคิดจำนวนแบบได้เพิ่มก็มารับเพิ่มได้
8. ครูให้เวลาคิด 40 นาที จากนั้นให้แต่ละกลุ่ม สำรวจว่า ใช้กระดาษการ์ดไปทั้งหมดกี่แผ่น โดยแต่ละแผ่นจะต้องเป็นการแบ่งที่แตกต่างกัน



5.2.3 การเลือกวิธีการ (5 นาที)

9. จากนั้นให้แต่ละกลุ่ม เลือกแบบที่คิดว่าสามารถหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมมาแค่แบบเดียว โดยพิจารณาถึง เหตุผลในการเลือกใช้ จับเวลา 5 นาที

5.2.4 การยอมรับ (15 นาที)

13. เมื่อหมดเวลาครูให้แต่ละกลุ่มมานำเสนอแบบทั้งหมดที่คิดได้ พร้อมเสนอแบบที่กลุ่มตนเองเลือก พร้อมบอกเหตุผลว่าเลือกแบบนี้เพราะเหตุใด

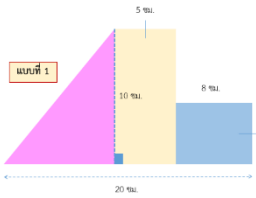
5.2.5 นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ (20 นาที)

14. ครูแจกกระดาษชาร์จให้แต่ละกลุ่ม เพื่อทำกิจกรรม “พื้นที่ในแบบที่ฉันเลือก”

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพตามแบบที่กลุ่มตนเลือกพร้อมแสดงวิธีทำในการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

<u>แนวคิด</u> หากเลือกแบบที่ 1 จะแสดงวิธีทำดังนี้

<u>วิธีทำ</u>



ครีม พื้นที่รูปหลายเหลี่ยม = พื้นที่รูปสามเหลี่ยม + พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมสี +

พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมสีฟ้า

$= (\frac{1}{2} \times (20-13) \times 10) + (5 \times 10) + (8 \times 5)$

$= 35 + 50 + 40$

$= 125$ ตารางเซนติเมตร

15. ระหว่างที่แต่ละกลุ่มแสดงวิธีทำครูวาดรูปหลายเหลี่ยมของแต่ละกลุ่มในโปรแกรมจีโอจีบรา จะมีทั้งหมด 4 แบบ

5.3 ขั้นสรุป (15 นาที)

16. เมื่อแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม “พื้นที่ในแบบที่ฉันเลือก” ในกระดาษชาร์จเสร็จแล้ว ครูเฉลยการหาพื้นที่โดยการใช้โปรแกรมจีโอจีบรา

17. ครูแจกแบบฝึกทักษะ 4.1 ให้นักเรียนไปทำเป็นการบ้าน

5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

6.1. สื่อจีโอจีบรา

6.2 แบบฝึกทักษะ 4.1

6.3 กระดาษชาร์จ

6.4 กระดาษการ์ดรูปหลายเหลี่ยม

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ			
1. แสดงวิธีหาความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยมได้	ตรวจสอบจากการทำแบบฝึกหัด	แบบฝึกทักษะ 4.1	นักเรียนสามารถทำได้ถูกต้อง ถือว่าผ่าน
2. แสดงวิธีหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้	ตรวจสอบจากการทำแบบฝึกหัด	แบบฝึกทักษะ 4.1	นักเรียนสามารถทำได้ถูกต้อง ถือว่าผ่าน
ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ			
1. มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้อย่างหลากหลาย	ตรวจสอบจากการนำเสนอ	แบบประเมินทักษะกระบวนการคิดสร้างสรรค์	มีกระบวนการคิดสร้างสรรค์ในเกณฑ์ดีขึ้นไป ถือว่าผ่าน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน			
1.รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน	มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไปถือว่าผ่าน
2. มีความตรงต่อเวลาในการเข้าชั้นเรียน			

แบบประเมินทักษะกระบวนการคิดสร้างสรรค์

เกณฑ์การประเมิน

ประเด็นการประเมิน	3 (ดีมาก)	2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้อย่างหลากหลาย	นำความรู้เรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยมมาใช้ในการหาพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมได้ถูกต้องทั้งหมดและบอกวิธีการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้ 3 วิธีขึ้นไป	นำความรู้เรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยมมาใช้ในการหาพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมได้ถูกต้องทั้งหมดและบอกวิธีการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้ 2 วิธี	นำความรู้เรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยมมาใช้ในการหาพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมได้ถูกต้องบางส่วนหรือบอกวิธีการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้น้อยกว่า 2 วิธี	ไม่สามารถนำความรู้เรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยมมาใช้ในการหาพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมได้ถูกต้องหรือบอกวิธีการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมไม่ได้

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน

รหัสวิชา ค 16101 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ระดับคะแนน

ประเด็นการประเมิน	3 (ดีมาก)	2 (ดี)	1 (ปานกลาง)	0 (พอใช้)
รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย ความตรงต่อเวลา	ส่งงานครบตามที่ได้รับมอบหมาย และเข้าห้องตรงเวลา	ส่งงานครบตามที่ได้รับมอบหมาย หรือเข้าห้องสายเกิน 5 นาที	ส่งงานไม่ครบตามที่ได้รับมอบหมาย หรือเข้าห้องสายเกิน 10 นาที	ไม่ส่งงานตามที่ได้รับมอบหมาย หรือเข้าห้องสายเกิน 30 นาที

บันทึกผลหลังการสอน

8.1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

8.2 ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

8.3 แนวทางแก้ไข /แนวทางการพัฒนา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวฐัติยาภรณ์ พึ่งป่า)

ครูผู้สอน

แบบบันทึกคะแนนการจัดการเรียนรู้ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ชื่อ – สกุล	แบบฝึกทักษะ (2)	ความคิดสร้างสรรค์ (3)	ความรับผิดชอบและตรง ต่อเวลา (3)	ผลการประเมินทักษะ	ผลการประเมินคุณลักษณะ

ลงชื่อ.....
(นางสาวฐัติยาภรณ์ พึ่งป่า)
ครูผู้สอน

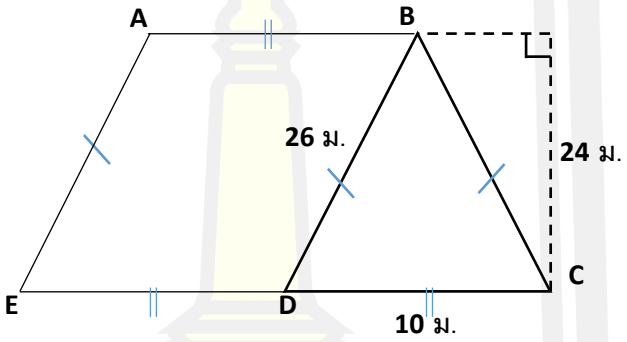
ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบฝึกทักษะ 4.1

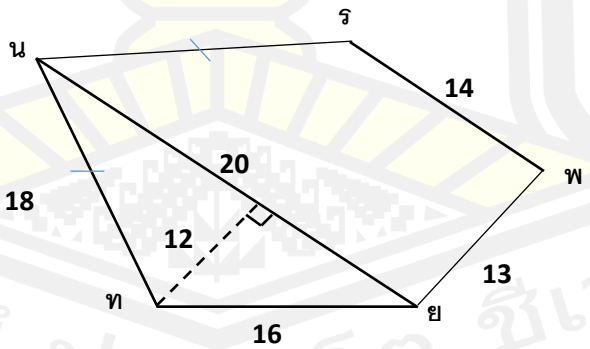
เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

<u>คำชี้แจง</u> : หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ข้อละ 1 คะแนน

1.



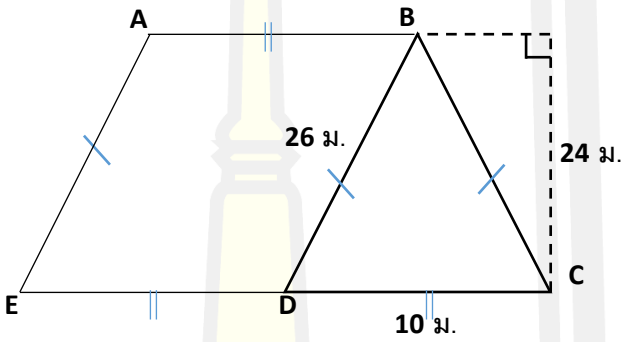
2.



แบบฝึกทักษะ 4.1 (เฉลย)
เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

คำชี้แจง : หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ข้อละ 1 คะแนน

1.



วิธีทำ รูปหลายเหลี่ยม ABCDE มีความยาวรอบรูป เท่ากับ 10 + 26 + 10 + 10 + 26 = 82 เมตร (0.5 คะแนน)

รูปหลายเหลี่ยม ABCDE มีพื้นที่ เท่ากับ พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม ABDE บวก พื้นที่รูปสามเหลี่ยม BCD

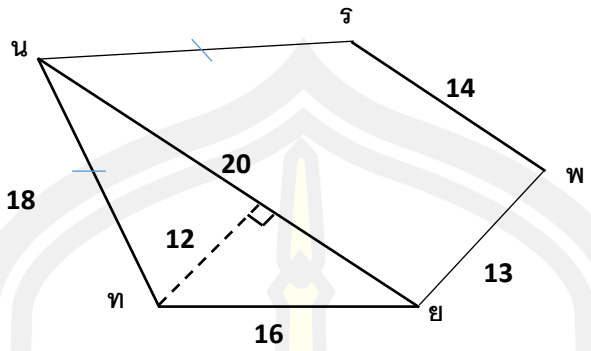
จะได้ว่า พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม ABDE เท่ากับ 10 × 24 = 240 ตารางเมตร

พื้นที่รูปสามเหลี่ยม BCD เท่ากับ $\frac{1}{2} \times 10 \times 24 = 120$ ตารางเมตร

ดังนั้น รูปหลายเหลี่ยม ABCDE มีพื้นที่ เท่ากับ 240 + 120 = 360 ตารางเมตร (0.5 คะแนน)

ตอบ รูปหลายเหลี่ยม ABCDE มีความยาวรอบรูป เท่ากับ ๘๒ เมตร และมีพื้นที่ เท่ากับ ๓๖๐ ตารางเมตร

2.



วิธีทำ รูปหลายเหลี่ยม นรพยท มีความยาวรอบรูป เท่ากับ 18 + 18 + 14 +13 +16 = 79 เซนติเมตร (0.5 คะแนน)

รูปหลายเหลี่ยม นรพยท มีพื้นที่ เท่ากับ พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม นรพย บวก พื้นที่รูปสามเหลี่ยม นยท

จะได้ว่า พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม นรพย เท่ากับ $\frac{1}{2} \times (20 + 14) \times 13 =$221 ตารางเซนติเมตร

พื้นที่รูปสามเหลี่ยม นยท เท่ากับ $\frac{1}{2} \times 20 \times 12 = 120$ ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น รูปหลายเหลี่ยม นรพยท มีพื้นที่ เท่ากับ 221 + 120 = 341 ตารางเมตร (0.5 คะแนน)

ตอบ รูปหลายเหลี่ยม นรพยท มีความยาวรอบรูป เท่ากับ ๗๙ เซนติเมตร และมีพื้นที่ เท่ากับ ๓๔๑ ตารางเซนติเมตร

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

1. **ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก**
2. **ให้นักเรียนกากบาท (✕) ในช่องคำตอบที่ถูกที่สุด ดังตัวอย่าง เช่น เลือกข้อ ข**

ก	ข	ค	ง
	✕		

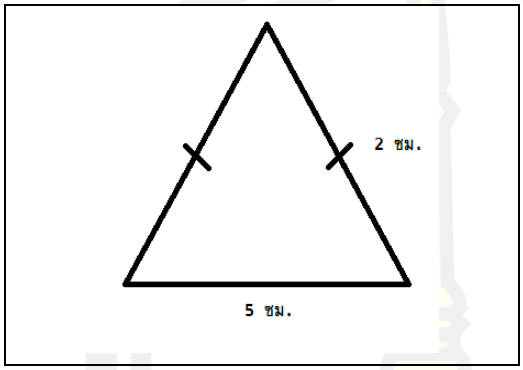
3. **ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือคำนวณ**
4. **ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ**
5. **ไม่อนุญาตให้นักเรียนออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ**

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. จงหาความยาวรอบของรูปสามเหลี่ยมในภาพ



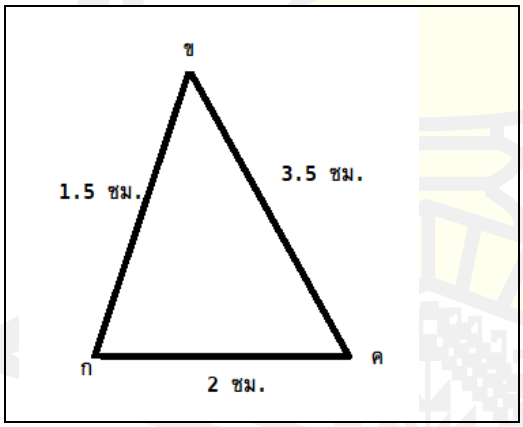
ก. 7 ซม.

ข. 9 ซม.

ค. 10 ซม.

ง. 20 ซม.

2. จงหาความยาวรอบของรูปสามเหลี่ยม กขค ในภาพ



ก. 10.5 ซม.

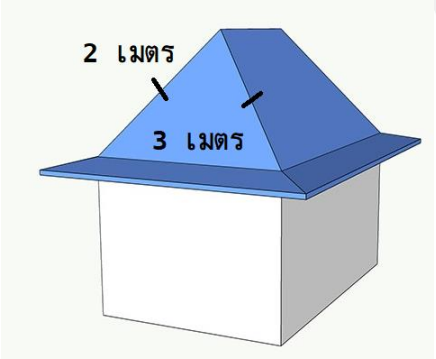
ข. 9.5 ซม.

ค. 7.5 ซม.

ง. 7 ซม.

3. ในช่วงเทศกาลปีใหม่ นทีต้องการใช้สายรุ้งหิมะ ในการตกแต่งรอบหลังคาจั่วสามเหลี่ยมด้านหน้าบ้าน ดังภาพ <u>คำถาม</u> จะต้องใช้สายรุ้งยาวอย่างน้อยกี่เมตร

ภาพ สายรุ้ง



ภาพ บริเวณหลังคารูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

ก. 5 ม.

ข. 7 ม.

ค. 10 ม.

ง. 12 ม.

4. จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่มีมุม B เป็นมุมฉาก โดยความยาวด้าน AB คือ 4 ซม. และความยาวด้าน AB คือ 5 ซม.

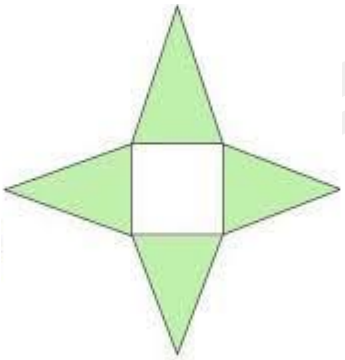
ก. 40 ตารางเซนติเมตร

ข. 20 ตารางเซนติเมตร

ค. 10 ตารางเซนติเมตร

ง. 5 ตารางเซนติเมตร

5. จงหาพื้นที่ส่วนที่แรเงา โดยสามเหลี่ยมแต่ละรูปมีพื้นที่เท่ากัน มีส่วนสูง 2.4 เซนติเมตร ความยาวฐาน 3 เซนติเมตร



ก. 3.6 ตารางเซนติเมตร

ข. 14.4 ตารางเซนติเมตร

ค. 24.4 ตารางเซนติเมตร

ง. 44.6 ตารางเซนติเมตร

6. รูปสี่เหลี่ยม กขคง มีมุม $\hat{ก}$ เป็นมุมฉาก มุม $\hat{ข}$ และ $\hat{ง}$ มีขนาดมุมละ 110 องศาเท่ากัน แล้วมุม $\hat{ค}$ จะมีขนาดกี่องศา

ก. 50 องศา

ข. 60 องศา

ค. 70 องศา

ง. 80 องศา

7.ผลรวมของมุมภายในของรูปแปดเหลี่ยมมีขนาดกี่องศา

ก. 720 องศา

ข. 1,080 องศา

ค. 1,440 องศา

ง. 1,800 องศา

8. หนูนาต้องการล้อมรั้วรอบสนามหญ้าที่เป็นรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า ด้านละ 1.5 เมตร หากไม้ที่ใช้ล้อมรั้วมีราคาเมตรละ 100 บาท ข้อใดไม่ใช่วิธีคำนวณเงินที่หนูนาต้องจ่าย

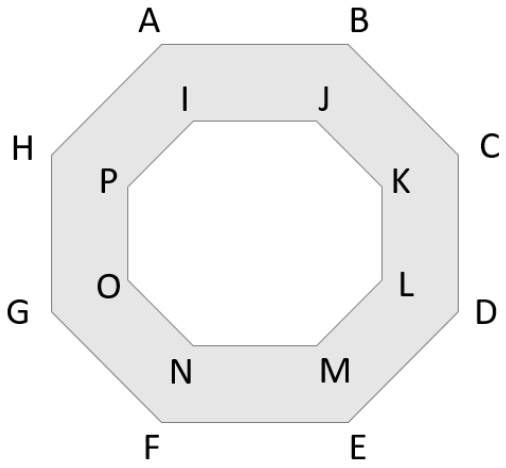
ก. หาพื้นที่ของสนามหญ้า แล้วคูณด้วย 100

ข. หาความยาวรอบรูป แล้วคูณด้วย 100

ค. $(1.5 \times 5) \times 100$

ง. $(1.5 + 1.5 + 1.5 + 1.5 + 1.5) \times 100$

9. ข้อใดคือวิธีหาพื้นที่ในส่วนที่แรเงา



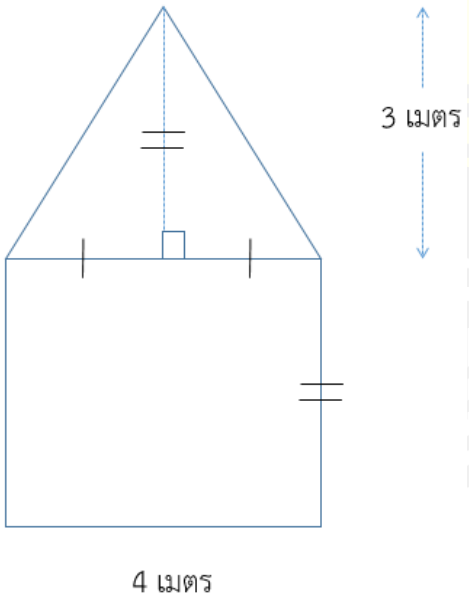
ก. รูปแปดเหลี่ยม ABCDEFGH - รูปแปดเหลี่ยม IJKLMNOP

ข. รูปแปดเหลี่ยม ABCDEFGH + รูปแปดเหลี่ยม IJKLMNOP

ค. รูปแปดเหลี่ยม ABCDEFGH x รูปแปดเหลี่ยม IJKLMNOP

ง. รูปแปดเหลี่ยม ABCDEFGH ÷ รูปแปดเหลี่ยม IJKLMNOP

10. ข้อใดคือวิธีการหาพื้นที่ในส่วนที่แรงเงา ดังภาพ



ก. 3 x 4 ตารางเมตร

ข. $\frac{1}{2}$ x 3 x 4 ตารางเมตร

ค. ($\frac{1}{2}$ x 3 x 4) + (3 x 4) ตารางเมตร

ง. $(\frac{1}{2} \times 3 \times 2) + (3 \times 4)$ ตารางเมตร

11. น็อตห้าเหลี่ยมด้านเท่า มีความยาวรอบรูปเท่ากับ 90 มิลลิเมตร คำถาม ความยาวด้านหนึ่งของน็อต มีความยาวเท่าใด

ก. 12 มิลลิเมตร

ข. 18 มิลลิเมตร

ค. 20 มิลลิเมตร

ง. 24 มิลลิเมตร

12. กล่องคุ๊กกี้ รูปแปดเหลี่ยมด้านเท่า มีความยาวด้านละ 3 เซนติเมตร หากวัดโดยรอบกล่องขนมนี้จะมีความยาวเท่ากับกี่เซนติเมตร

ก. 12 เซนติเมตร

ข. 18 เซนติเมตร

ค. 20 เซนติเมตร

ง. 24 เซนติเมตร

13. นานิต้องการทาน้ำยาเคลือบเงาป้ายคาเฟ่ดังภาพ จะมีพื้นที่เคลือบเงาทั้งหมดกี่ตารางเซนติเมตร

ก. 38 ตารางเมตร

ข. 36 ตารางเมตร

ค. 32 ตารางเมตร

ง. 30 ตารางเมตร

14. จงหาความยาวเส้นรอบวงของวงกลม เมื่อวงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 เซนติเมตร (กำหนดให้ $\pi \approx \frac{22}{7}$)

ก. 440 เซนติเมตร

ข. 220 เซนติเมตร

ค. 154 เซนติเมตร

ง. 77 เซนติเมตร

15. จงหาพื้นที่ของวงกลม B เมื่อมีรัศมี เท่ากับ 7 เซนติเมตร (กำหนดให้ $\pi \approx \frac{22}{7}$)

ก. 22 ตารางเซนติเมตร

ข. 77 ตารางเซนติเมตร

ค. 144 ตารางเซนติเมตร

ง. 154 ตารางเซนติเมตร

16. วงกลม D มีพื้นที่ 1.54 ตารางเซนติเมตรจะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง กี่เซนติเมตร (กำหนดให้ $\pi \approx \frac{22}{7}$)

ก. 2.8 เซนติเมตร

ข. 1.4 เซนติเมตร

ค. 0.7 เซนติเมตร

ง. 0.1 เซนติเมตร

17. สระว่ายน้ำรูปวงกลมรัศมี ยาว 2 เมตร ความยาวรอบขอบสระนี้ยาวทั้งหมดกี่เมตร (กำหนดให้ $\pi \approx 3.14$)

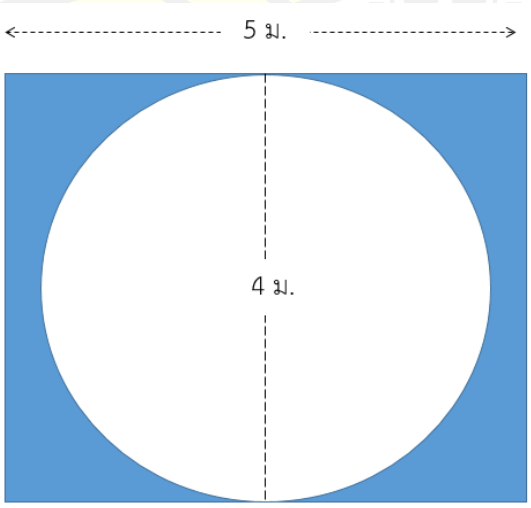
ก. 25.12 เมตร

ข. 28.12 เมตร

ค. 33.12 เมตร

ง. 45.12 เมตร

18.เวทีในโรงละครแห่งเป็นรูปวงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เมตร และโรงละครเป็นรูปสี่เหลี่ยมพื้นผ้า จงหาพื้นที่ส่วนที่ผู้ชมนั่งดู (กำหนดให้ $\pi \approx 3.14$)



ก. 6.44 ตารางเมตร

ข. 7.44 ตารางเมตร

ค. 8.44 ตารางเมตร

ง. 9.44 ตารางเมตร

19. สนามเด็กเล่นมีพื้นที่ 154 ตารางเมตร เมื่อรัศมีกี่เมตร

ก. 14 เมตร

ข. 7 เมตร

ค. 28 เมตร

ง. 17 เมตร

20. จงหาพื้นที่ของบ่อน้ำพุรูปวงกลม เมื่อบ่อน้ำพุมีความยาวขอบโดยรอบ เท่ากับ 18π เซนติเมตร

ก. 9 π ตารางเซนติเมตร

ข. 16 π ตารางเซนติเมตร

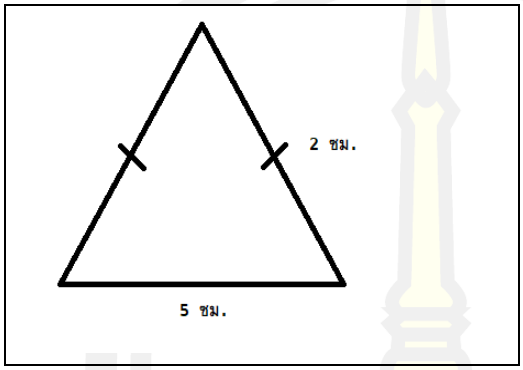
ค. 25 π ตารางเซนติเมตร

ง. 36 π ตารางเซนติเมตร

เฉลยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. จงหาความยาวรอบของรูปสามเหลี่ยมในภาพ



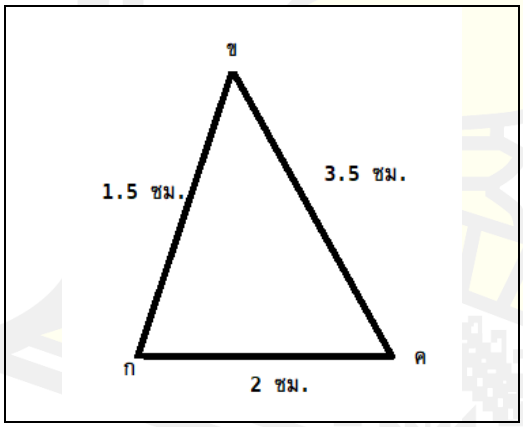
ก. 7 ซม.

ข. 9 ซม.

ค. 10 ซม.

ง. 20 ซม.

2. จงหาความยาวรอบของรูปสามเหลี่ยม กขค ในภาพ



ก. 10.5 ซม.

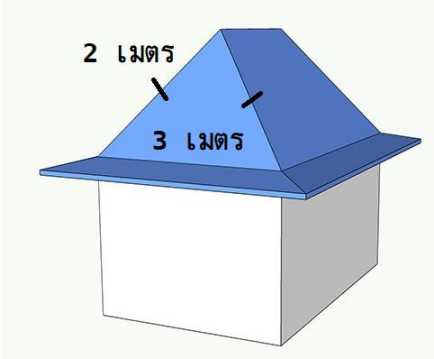
ข. 9.5 ซม.

ค. 7.5 ซม.

ง. 7 ซม.

3. ในช่วงเทศกาลปีใหม่ นทีต้องการใช้สายรุ้งหิมะ ในการตกแต่งรอบหลังคาจั่วสามเหลี่ยมด้านหน้าบ้าน ดังภาพ คำถาม จะต้องใช้สายรุ้งยาวอย่างน้อยกี่เมตร

ภาพ สายรุ้ง



ภาพ บริเวณหลังคารูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

ก. 5 ม.

ข. 7 ม.

ค. 10 ม.

ง. 12 ม.

4. จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่มีมุม B เป็นมุมฉาก โดยความยาวด้าน AB คือ 4 ซม. และความยาวด้าน AB คือ 5 ซม.

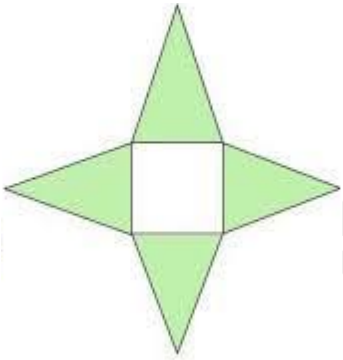
ก. 40 ตารางเซนติเมตร

ข. 20 ตารางเซนติเมตร

ค. 10 ตารางเซนติเมตร

ง. 5 ตารางเซนติเมตร

5. จงหาพื้นที่ส่วนที่แรเงา โดยสามเหลี่ยมแต่ละรูปมีพื้นที่เท่ากัน มีส่วนสูง 2.4 เซนติเมตร ความยาวฐาน 3 เซนติเมตร



ก. 3.6 ตารางเซนติเมตร

ข. 14.4 ตารางเซนติเมตร

ค. 24.4 ตารางเซนติเมตร

ง. 44.6 ตารางเซนติเมตร

6. รูปสี่เหลี่ยม กขคง มีมุม $\hat{ก}$ เป็นมุมฉาก มุม $\hat{ข}$ และ $\hat{ง}$ มีขนาดมุมละ 110 องศาเท่ากัน แล้วมุม $\hat{ค}$ จะมีขนาดกี่องศา

ก. 50 องศา

ข. 60 องศา

ค. 70 องศา

ง. 80 องศา

7.ผลรวมของมุมภายในของรูปแปดเหลี่ยมมีขนาดกี่องศา

ก. 720 องศา

ข. 1,080 องศา

ค. 1,440 องศา

ง. 1,800 องศา

8. หนูนาต้องการล้อมรั้วรอบสนามหญ้าที่เป็นรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า ด้านละ 1.5 เมตร หากไม้ที่ใช้ล้อมรั้วมีราคาเมตรละ 100 บาท ข้อใดไม่ใช่วิธีคำนวณเงินที่หนูนาต้องจ่าย

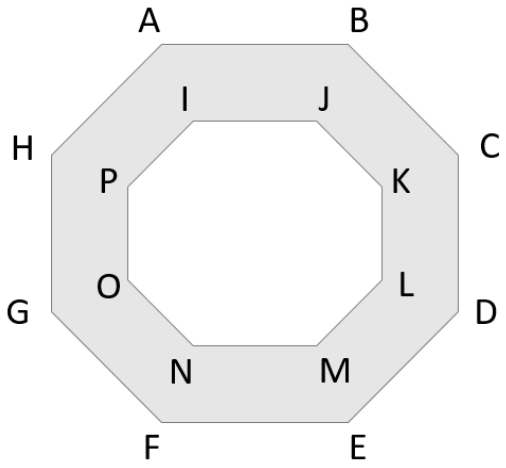
ก. หาพื้นที่ของสนามหญ้า แล้วคูณด้วย 100

ข. หาความยาวรอบรูป แล้วคูณด้วย 100

ค. $(1.5 \times 5) \times 100$

ง. $(1.5 + 1.5 + 1.5 + 1.5 + 1.5) \times 100$

9. ข้อใดคือวิธีหาพื้นที่ในส่วนที่แรเงา



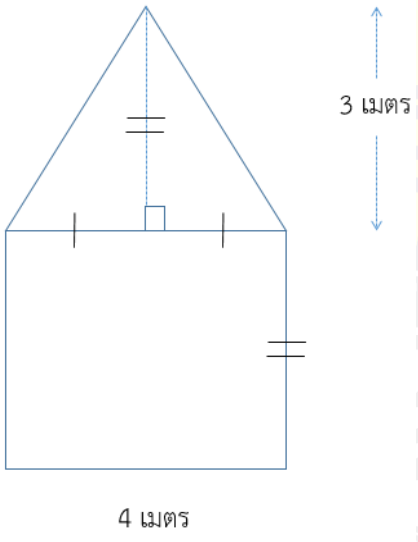
ก. รูปแปดเหลี่ยม ABCDEFGH - รูปแปดเหลี่ยม IJKLMNOP

ข. รูปแปดเหลี่ยม ABCDEFGH + รูปแปดเหลี่ยม IJKLMNOP

ค. รูปแปดเหลี่ยม ABCDEFGH x รูปแปดเหลี่ยม IJKLMNOP

ง. รูปแปดเหลี่ยม ABCDEFGH ÷ รูปแปดเหลี่ยม IJKLMNOP

10. ข้อใดคือวิธีการหาพื้นที่ในส่วนที่แรงเงา ดังภาพ



ก. 3 x 4 ตารางเมตร

ข. $\frac{1}{2}$ x 3 x 4 ตารางเมตร

ค. ($\frac{1}{2}$ x 3 x 4) + (3 x 4) ตารางเมตร

ง. ($\frac{1}{2}$ x 3 x 2) + (3 x 4) ตารางเมตร

11. น็อตห้าเหลี่ยมด้านเท่า มีความยาวรอบรูปเท่ากับ 90 มิลลิเมตร คำถาม ความยาวด้านหนึ่งของน็อต มีความยาวเท่าใด

ก. 12 มิลลิเมตร
ข. 18 มิลลิเมตร
ค. 20 มิลลิเมตร
ง. 24 มิลลิเมตร

12. กล่องคุ๊กกี้ รูปแปดเหลี่ยมด้านเท่า มีความยาวด้านละ 3 เซนติเมตร หากวัดโดยรอบกล่องขนมนี้จะมีความยาวเท่ากับกี่เซนติเมตร

ก. 12 เซนติเมตร
ข. 18 เซนติเมตร
ค. 20 เซนติเมตร
ง. 24 เซนติเมตร

13. นานิต้องการทาน้ำยาเคลือบเงาป้ายคาเฟ่ดังภาพ จะมีพื้นที่เคลือบเงาทั้งหมดกี่ตารางเซนติเมตร

ก. 38 ตารางเมตร
ข. 36 ตารางเมตร
ค. 32 ตารางเมตร
ง. 30 ตารางเมตร

14. จงหาความยาวเส้นรอบวงของวงกลม เมื่อวงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 เซนติเมตร (กำหนดให้ $\pi \approx \frac{22}{7}$)

ก. 440 เซนติเมตร
ข. 220 เซนติเมตร
ค. 154 เซนติเมตร
ง. 77 เซนติเมตร

15. จงหาพื้นที่ของวงกลม B เมื่อมีรัศมี เท่ากับ 7 เซนติเมตร (กำหนดให้ $\pi \approx \frac{22}{7}$)

ก. 22 ตารางเซนติเมตร

ข. 77 ตารางเซนติเมตร

ค. 144 ตารางเซนติเมตร

ง. 154 ตารางเซนติเมตร

16. วงกลม D มีพื้นที่ 1.54 ตารางเซนติเมตรจะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง กี่เซนติเมตร (กำหนดให้ $\pi \approx \frac{22}{7}$)

ก. 2.8 เซนติเมตร

ข. 1.4 เซนติเมตร

ค. 0.7 เซนติเมตร

ง. 0.1 เซนติเมตร

17. สระว่ายน้ำรูปวงกลมรัศมี ยาว 2 เมตร ความยาวรอบขอบสระนี้ยาวทั้งหมดกี่เมตร (กำหนดให้ $\pi \approx 3.14$)

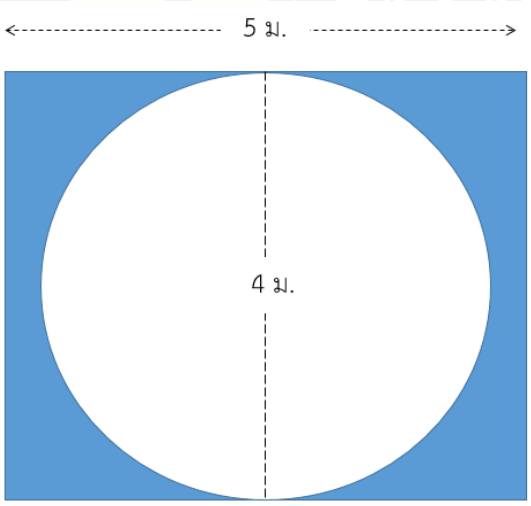
ก. 25.12 เมตร

ข. 28.12 เมตร

ค. 33.12 เมตร

ง. 45.12 เมตร

18.เวทีในโรงละครแห่งเป็นรูปวงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เมตร และโรงละครเป็นรูปสี่เหลี่ยมพื้นผ้า จงหาพื้นที่ส่วนที่ผู้ชมนั่งดู (กำหนดให้ $\pi \approx 3.14$)



ก. 6.44 ตารางเมตร

ข. 7.44 ตารางเมตร

ค. 8.44 ตารางเมตร

ง. 9.44 ตารางเมตร

19. สนามเด็กเล่นมีพื้นที่ 154 ตารางเมตร เมื่อรัศมีกี่เมตร

ก. 14 เมตร

ข. 7 เมตร

ค. 28 เมตร

ง. 17 เมตร

20. จงหาพื้นที่ของบ่อน้ำพุรูปวงกลม เมื่อบ่อน้ำพุมีความยาวขอบโดยรอบ เท่ากับ 18π เซนติเมตร

ก. 9π ตารางเซนติเมตร

ข. 16π ตารางเซนติเมตร

ค. 25π ตารางเซนติเมตร

ง. 36π ตารางเซนติเมตร

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่

ตัวชี้วัด

1. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม
2. แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับเส้นรอบวงและพื้นที่ของวงกลม

ตารางที่ 35 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยปรับปรุงจากของ ทรงยศ สกุลยา (2562) ดังนี้

ความสามารถรายด้าน	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การค้นพบความจริง (Fact Finding)	5 (มากที่สุด)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน และระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้
	4 (มาก)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน แต่ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการ
	3 (ปานกลาง)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้เพียงบางส่วนและระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้
	2 (น้อย)	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้เพียงบางส่วนแต่ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการ
	1 (น้อยที่สุด)	ระบุข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา และไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการ
การค้นพบปัญหา (Problem Finding)	5 (มากที่สุด)	ระบุข้อมูลที่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน
	4 (มาก)	ระบุข้อมูลที่เพียงพอต่อการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ไม่ชัดเจน
	3 (ปานกลาง)	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	2 (น้อย)	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในลักษณะของโจทย์ปัญหาได้แต่ไม่ถูกต้อง
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่ระบุปัญหา
การค้นพบแนวคิด	5	ใช้ความรู้ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดง

ความสามารถรายด้าน	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
(Idea Finding)	(มากที่สุด)	แนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป และมีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้ทุกวิธี
	4 (มาก)	ใช้ความรู้ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ 2 วิธี และมีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้ทุกวิธี
	3 (ปานกลาง)	ใช้ความรู้ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ 1 วิธี และมีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้
	2 (น้อย)	ใช้ความรู้ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่มีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่ใช้ความรู้ เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ในการเขียนแสดงแนวคิด
การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Finding)	5 (มากที่สุด)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาและระบุเหตุผลที่เหมาะสมได้ แก้ปัญหา และแสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้อย่างถูกต้อง
	4 (มาก)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาและระบุเหตุผลที่เหมาะสมได้ แก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้
	3 (ปานกลาง)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด แต่ไม่ระบุเหตุผล แก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้
	2 (น้อย)	ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และแสดงวิธีแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่ตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา
การสร้างสรรค์	5	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับ

ความสามารถรายด้าน	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
ความรู้ (Creating New Knowledge)	(มากที่สุด)	สถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากเดิมได้ และแปลกใหม่
	4 (มาก)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากเดิมได้ แต่ไม่แปลกใหม่
	3 (ปานกลาง)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นได้ แต่ใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิม
	2 (น้อย)	นำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นได้ แต่ไม่แตกต่างจากสถานการณ์เดิม
	1 (น้อยที่สุด)	ไม่สามารถนำความรู้หรือแนวคิดในขั้นที่ 4 ไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นได้

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยปรับตารางแสดงเกณฑ์การประเมินระดับ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาจากของ ทรงยศ สกุลยา (2562) เนื่องจากคะแนนแบบทดสอบความสามารถทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน รวม 20 คะแนน ผู้วิจัยนำไปเทียบเป็นร้อยละแล้วจัดทำเกณฑ์การประเมินดังนี้

ตารางที่ 4 ตารางเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

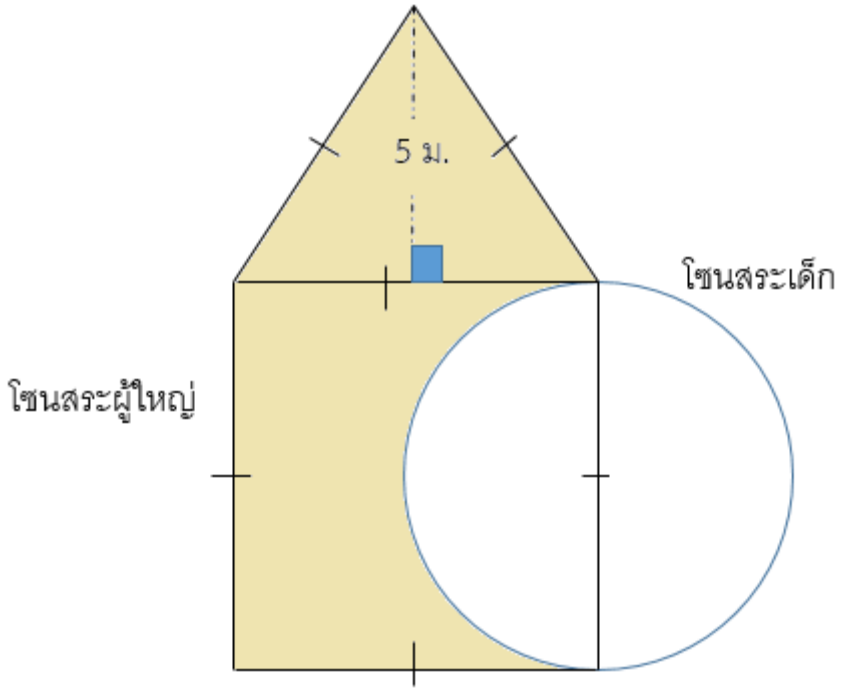
ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ	ระดับผลการประเมิน
80 - 100	มีความสามารถอยู่ในระดับมากที่สุด
70 - 79	มีความสามารถอยู่ในระดับมาก
60 - 69	มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง
50 - 59	มีความสามารถอยู่ในระดับน้อย
0 - 49	มีความสามารถอยู่ในระดับน้อยที่สุด

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เรื่อง ความยาวรอบรูปและพื้นที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด โดยเติมข้อมูลลงในหัวข้อตามที่ครูกำหนดให้ในโจทย์ 1 ข้อ นักเรียนสามารถแสดงแนวคิดได้มากกว่า 1 วิธี

สถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1 วิภาต้องการสร้างสระว่ายน้ำ โดยแบ่งเป็นโซนสระเด็ก(รูปวงกลม)ลึก 0.5 เมตร และสระผู้ใหญ่(ห้าเหลี่ยมด้านเท่า) ลึก 1 เมตร ซึ่งทั้งสองสระจะมีส่วนที่ซ้อนกันดังภาพ โซนที่เป็นสระเด็กมีความยาวรอบขอบสระ 4π เมตร และสระผู้ใหญ่มีความยาวรอบขอบสระเป็น 20 เมตร ซึ่งขอบสระผู้ใหญ่หนึ่งด้านมีความยาวเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของสระเด็กรูปวงกลม วิภาต้องการปูพื้นกระเบื้องสีเข้มในโซนสระผู้ใหญ่ พื้นที่ปูกระเบื้องสีเข้มทั้งหมดกี่ตารางเมตร



1.1 การค้นพบความจริง (5 คะแนน)

ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม

.....

.....

.....

1.2 การค้นพบปัญหา (5 คะแนน)

.....

.....

.....

แนวคิดในทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

1.3 การค้นพบแนวคิด (5 คะแนน)

เขียนแสดงแนวคิด(สามารถเขียนบรรยายได้มากกว่า 1 วิธีการ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา (5 คะแนน)

ตัดสินใจเลือกแนวคิดที่ ..... เพราะ

.....

.....

.....

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

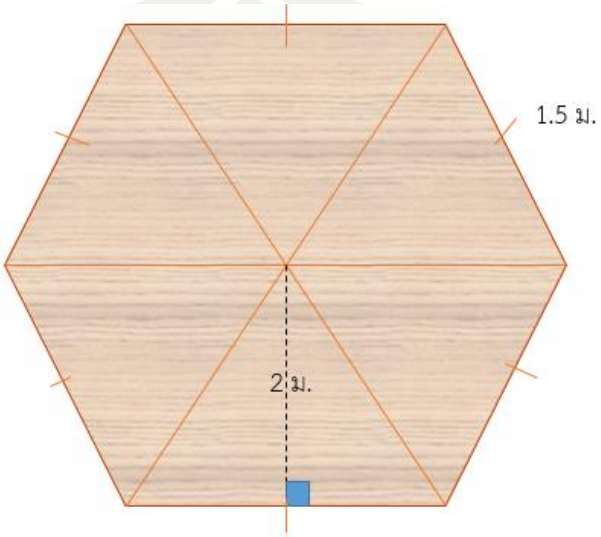
1.5 สร้างสรรค์ความรู้ (5 คะแนน)

นำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างไร

.....

.....

สถานการณ์ปัญหาข้อที่ 2 คุณพ่อต้องการทาน้ำยาเคลือบเงาโต๊ะไม้รูปหกเหลี่ยมด้านเท่าความยาวด้านละ 1.5 เมตร ดังรูป ซึ่งเมื่อลากเส้นจากตรงกลางของโต๊ะไปตั้งฉากกับขอบโต๊ะจะมีความยาว 2 เมตร ดังรูป พื้นที่ทาน้ำยาเคลือบเงาจะมีทั้งหมดกี่ตารางเมตร



1.1 การค้นพบความจริง (5 คะแนน)

ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม

.....

.....

.....

1.2 การค้นพบปัญหา (5 คะแนน)

.....

.....

.....

แนวคิดในทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

1.3 การค้นพบแนวคิด (5 คะแนน)

เขียนแสดงแนวคิด(สามารถเขียนบรรยายได้มากกว่า 1 วิธีการ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา (5 คะแนน)

ตัดสินใจเลือกแนวคิดที่ ..... เพราะ

.....

.....

.....

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

1.5 สร้างสรรค์ความรู้ (5 คะแนน)

นำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างไร

.....

.....

สถานการณ์ปัญหาข้อที่ 3 นทีต้องการปลูกดอกไม้รอบขอบบ่อน้ำพุรูปวงกลม ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 2 เท่าของโต๊ะไม้รูปวงกลมซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เมตร และพื้นที่ของบ่อน้ำพุนี้เท่ากับ 4π ตารางเมตร ความยาวรอบขอบของบ่อน้ำพุที่นทีต้องการปลูกต้นไม้มีกี่เมตร

1.1 การค้นพบความจริง (5 คะแนน)

ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม

.....

.....

.....

1.2 การค้นพบปัญหา (5 คะแนน)

.....

.....

.....

แนวคิดในทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

1.3 การค้นพบแนวคิด (5 คะแนน)

เขียนแสดงแนวคิด(สามารถเขียนบรรยายได้มากกว่า 1 วิธีการ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา (5 คะแนน)

ตัดสินใจเลือกแนวคิดที่ ..... เพราะ

.....

.....

.....

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

1.5 สร้างสรรค์ความรู้ (5 คะแนน)

นำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างไร

.....

.....

สถานการณ์ปัญหาข้อที่ 4 คุณแม่ต้องการห่อของขวัญรูปวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร คุณแม่ต้องใช้ริบบิ้นความยาวอย่างน้อยกี่เซนติเมตรจึงจะพันรอบของขวัญได้ 2 รอบ (กำหนด $\pi \approx 3.14$)

1.1 การค้นพบความจริง (5 คะแนน)

ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม

.....

.....

.....

1.2 การค้นพบปัญหา (5 คะแนน)

.....

.....

.....

แนวคิดในทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

1.3 การค้นพบแนวคิด (5 คะแนน)

เขียนแสดงแนวคิด(สามารถเขียนบรรยายได้มากกว่า 1 วิธีการ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา (5 คะแนน)

ตัดสินใจเลือกแนวคิดที่ ..... เพราะ

.....

.....

.....

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบคำตอบ

.....

.....

1.5 สร้างสรรค์ความรู้ (5 คะแนน)

นำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างไร

.....

.....

เฉลยแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เฉลยสถานการณ์ปัญหาที่ 1

1.1 การค้นพบความจริง (5 คะแนน)

ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนด โซนสระเด็ก(รูปวงกลม)ลึก 0.5 เมตร และสระผู้ใหญ่(ห้าเหลี่ยมด้านเท่า) ลึก 1 เมตร โซนที่เป็นสระเด็กมีความยาวรอบขอบสระ 4π เมตร และสระผู้ใหญ่มีความยาวรอบขอบสระเป็น 20 เมตร ซึ่งขอบสระผู้ใหญ่หนึ่งด้านมีความยาวเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของสระเด็กรูปวงกลม

ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม วิภาต้องการปูพื้นกระเบื้องสีเข้มในโซนสระผู้ใหญ่ พื้นที่ปูกระเบื้องสีเข้มทั้งหมดกี่ตารางเมตร

1.2 การค้นพบปัญหา (5 คะแนน)

ระบุข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา โซนที่เป็นสระเด็กมีความยาวรอบขอบสระ 4π เมตร และสระผู้ใหญ่มีความยาวรอบขอบสระเป็น 20 เมตร ซึ่งขอบสระผู้ใหญ่หนึ่งด้านมีความ ยาวเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของสระเด็กรูปวงกลม

แนวคิดในทางคณิตศาสตร์ พื้นที่ของสระผู้ใหญ่ – พื้นที่ครึ่งวงกลมของสระเด็ก

1.3 การค้นพบแนวคิด (5 คะแนน)

เขียนแสดงแนวคิด(สามารถเขียนบรรยายได้มากกว่า 1 วิธีการ)

แนวคิดที่ 1 หาพื้นที่ของสระผู้ใหญ่(□ + Δ) โดยคำนวณจากความยาวรอบสระผู้ใหญ่และภาพที่ให้มา แล้วนำมาลบกับพื้นที่ครึ่งวงกลมจากเส้นรอบขอบสระเด็ก

แนวคิดที่ 2 หาพื้นที่ของสระผู้ใหญ่(□ + Δ) โดยคำนวณจากเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมและภาพที่ให้มา แล้วนำมาลบกับพื้นที่ครึ่งวงกลมจากเส้นรอบขอบสระเด็ก

แนวคิดที่ 3 หาพื้นที่ของสระผู้ใหญ่(□ + Δ) โดยคำนวณจากความยาวรอบสระผู้ใหญ่และภาพที่ให้มา แล้วนำมาลบกับพื้นที่ครึ่งวงกลมคำนวณจากด้านหนึ่งของขอบสระผู้ใหญ่ที่มีความยาวเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลาง

1.4 การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา (5 คะแนน)

ตัดสินใจเลือกแนวคิดที่ 3 เพราะ จะสามารถใช้ข้อมูลเพียงความยาวรอบขอบสระผู้ใหญ่และภาพที่ให้มาก็คำนวณได้เลย

วิธีทำ

จากภาพสระผู้ใหญ่ประกอบด้วยพื้นที่ส่วนที่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสและสามเหลี่ยม

เนื่องจากความยาวรอบขอบสระผู้ใหญ่ เท่ากับ 20 เมตร

จะได้สระผู้ใหญ่มีความยาว ด้านละ $20 \div 5 = 4$ เมตร

ดังนั้นพื้นที่ส่วนที่เป็นสี่เหลี่ยมของสระผู้ใหญ่ คือ $4 \times 4 = 16$ ตารางเมตร

และพื้นที่ส่วนที่เป็นสามเหลี่ยม คือ $\frac{1}{2} \times 4 \times 5 = 10$ ตารางเมตร

พื้นที่ของครึ่งหนึ่งของสระเด็ก

เท่ากับ $\left(\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \times \pi \times \frac{4}{2} \times \frac{4}{2} \right) \right) = \pi$ ตารางเมตร

ดังนั้นพื้นที่ของสระผู้ใหญ่ที่ต้องการปูพื้นกระเบื้องสีเข้ม

เท่ากับ $(16 + 10) - \pi = 26 - \pi$ ตารางเมตร

ตรวจสอบคำตอบ

พื้นที่ส่วนที่ทับซ้อน + พื้นที่ที่ต้องการปูพื้นกระเบื้อง = พื้นที่สระผู้ใหญ่

$\pi + (26 - \pi)$ = 26 ตารางเมตร

เป็นคำตอบที่สมเหตุสมผล

1.5 สร้างสรรค์ความรู้ (5 คะแนน)

นำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างไร

ตัวอย่างแนวคิด นำไปใช้ในการคำนวณพื้นที่ในการทาสีเพดานบ้านที่เป็นรูปเรขาคณิตทับซ้อนกัน

เฉลยสถานการณ์ปัญหาที่ 2

1.1 การค้นพบความจริง (5 คะแนน)

ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนด คุณพ่อต้องการทาน้ำยาเคลือบเงาโต๊ะไม้รูปหกเหลี่ยมด้านเท่าความยาวด้านละ 1.5 เมตร ซึ่งเมื่อลากเส้นจากตรงกลางของโต๊ะไปตั้งฉากกับขอบโต๊ะจะมีความยาว 2 เมตร

ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม พื้นที่ทาน้ำยาเคลือบเงาจะมีทั้งหมดกี่ตารางเมตร

1.2 การค้นพบปัญหา (5 คะแนน)

ระบุข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา โต๊ะไม้รูปหกเหลี่ยมด้านเท่าความยาวด้านละ 1.5 เมตร ซึ่งเมื่อลากเส้นจากตรงกลางของโต๊ะไปตั้งฉากกับขอบโต๊ะจะมีความยาว 2 เมตร

แนวคิดในทางคณิตศาสตร์ หาพื้นที่ของรูปหกเหลี่ยม จากพื้นที่สามเหลี่ยมขนาดเดียวกัน 6 รูป รวมกัน

1.3 การค้นพบแนวคิด (5 คะแนน)

เขียนแสดงแนวคิด(สามารถเขียนบรรยายได้มากกว่า 1 วิธีการ)

แนวคิดที่ 1 หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม 6 รูปแล้วนำมารวมกัน

แนวคิดที่ 2 หาพื้นที่สามเหลี่ยม 3 รูป แล้วคูณด้วย 2

แนวคิดที่ 3 หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม 1 รูป แล้วคูณด้วย 6

1.4 การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา (5 คะแนน)

ตัดสินใจเลือกแนวคิดที่ 3 เพราะ จำนวนขั้นตอนน้อยที่สุด

วิธีทำ

เนื่องจากความสูงของสามเหลี่ยม เท่ากับ 2 เมตร

จะได้พื้นที่ของสามเหลี่ยม เท่ากับ $\frac{1}{2} \times 1.5 \times 2 = 1.5$ ตารางเมตร

จะได้พื้นที่ทาน้ำยาเคลือบเงาจะมีทั้งหมด เท่ากับ $1.5 \times 6 = 9$ ตารางเมตร

ตรวจสอบคำตอบ

เมื่อแบ่งพื้นที่ของโต๊ะทั้งหมดออกเป็น 6 ส่วน นั่นคือ $9 \div 6 = 1.5$ ตารางเมตร และพื้นที่สามเหลี่ยม 1 รูป คือ 1.5 ตารางเมตร ดังนั้นคำตอบ 9 ตารางเมตร จึงเป็นคำตอบที่สมเหตุสมผล

1.5 สร้างสรรค์ความรู้ (5 คะแนน)

นำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างไร

ตัวอย่างแนวคิด นำไปใช้ในการคำนวณพื้นที่สิ่งของในชีวิตประจำวันที่เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า แปดเหลี่ยมด้านเท่า สิบเหลี่ยมด้านเท่า

เฉลยสถานการณ์ปัญหาที่ 3

1.1 การค้นพบความจริง (5 คะแนน)

ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนด ขอบบ่อน้ำพุรูปวงกลม ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 2 เท่าของโต๊ะไม้รูปวงกลมซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เมตร และพื้นที่ของบ่อน้ำพุนี้เท่ากับ 4π ตารางเมตร

ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ความยาวรอบขอบของบ่อน้ำพุที่นทีต้องการปลูกต้นไม้มีกี่เมตร

1.2 การค้นพบปัญหา (5 คะแนน)

ระบุข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา บ่อน้ำพุ ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 2 เท่าของโต๊ะไม้รูปวงกลมซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เมตร และพื้นที่ของบ่อน้ำพุนี้เท่ากับ 4π ตารางเมตร

แนวคิดในทางคณิตศาสตร์ คำนวณความยาวรอบขอบบ่อที่เป็นรูปวงกลม

1.3 การค้นพบแนวคิด (5 คะแนน)

เขียนแสดงแนวคิด(สามารถเขียนบรรยายได้มากกว่า 1 วิธีการ)

แนวคิดที่ 1 หารัศมีของบ่อน้ำพุจากเส้นผ่านศูนย์กลางของโต๊ะไม้ จากนั้นค่อยหาความยาวรอบขอบบ่อ

แนวคิดที่ 2 หาความยาวรอบขอบบ่อน้ำพุ จากการคำนวณสองเท่าของความยาวรอบโต๊ะไม้

แนวคิดที่ 3 หารัศมีของบ่อน้ำพุหาจากพื้นที่ของบ่อน้ำพุ จากนั้นค่อยหาความยาวรอบขอบบ่อ

1.4 การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา (5 คะแนน)

ตัดสินใจเลือกแนวคิดที่ 2 เพราะ หาความยาวรอบขอบบ่อได้เลย

วิธีทำ

เนื่องจากโต๊ะไม้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง	เท่ากับ 2 เมตร
จะได้โต๊ะไม้มีรัศมี	เท่ากับ 2 $\div$ 2 = 1 เมตร
นั่นคือความยาวรอบโต๊ะไม้	เท่ากับ 2 x π x 1 = 2π เมตร
นั่นคือความยาวรอบบ่อน้ำพุ	เท่ากับ 2 x 2π = 4π เมตร

ตรวจสอบคำตอบ

เนื่องจากความยาวรอบน้ำพุคือ 4π เมตร ซึ่ง 4π =2 x π x 2 ตารางเมตร จะได้ว่ารัศมีของบ่อน้ำพุคือ 2 เมตร เมื่อนำไปคำนวณพื้นที่จะได้ π x 2 x 2 = 4 π ซึ่งเท่ากับพื้นที่ที่โจทย์กำหนด คำตอบที่ได้จึงเป็นคำตอบที่สมเหตุสมผล

1.5 สร้างสรรค์ความรู้ (5 คะแนน)

นำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างไร

ตัวอย่างแนวคิด นำไปใช้ในการคำนวณหาความยาวรอบสิ่งของรูปวงกลมที่เป็นพหูคูณของสิ่งของรูปวงกลมที่เล็กกว่า

เฉลยสถานการณ์ปัญหาที่ 4

1.1 การค้นพบความจริง (5 คะแนน)

ระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนด คุณแม่ต้องการห่อของขวัญรูปวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร (กำหนด $\pi \approx 3.14$)

ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม คุณแม่ต้องใช้ริบบิ้นความยาวอย่างน้อยกี่เซนติเมตรจึงจะพันรอบของขวัญได้ 2 รอบ

1.2 การค้นพบปัญหา (5 คะแนน)

ระบุข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา คุณแม่ต้องการห่อของขวัญรูปวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร (กำหนด $\pi \approx 3.14$)

แนวคิดในทางคณิตศาสตร์ สองเท่าของความยาวเส้นรอบวงของของขวัญ

1.3 การค้นพบแนวคิด (5 คะแนน)

เขียนแสดงแนวคิด(สามารถเขียนบรรยายได้มากกว่า 1 วิธีการ)

แนวคิดที่ 1 เส้นรอบวงของของขวัญคำนวณจากรัศมีเป็นครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลาง + เส้นรอบวงของของขวัญคำนวณจากเส้นผ่านศูนย์กลาง

แนวคิดที่ 2 เส้นรอบวงของของขวัญคำนวณจากรัศมีเป็นครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลาง แล้วคูณด้วย 2

แนวคิดที่ 3 เนื่องจากพันสองรอบ และเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นสองเท่าของรัศมี (2r) อยู่แล้ว สามารถคำนวณได้โดยการนำ เส้นผ่านศูนย์กลางแทนในสูตรได้เลย ($2 \times \pi \times 2r$)

1.4 การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา (5 คะแนน)

ตัดสินใจเลือกแนวคิดที่ 3 เพราะ ขั้นตอนในการคำนวณน้อยที่สุด

วิธีทำ

เนื่องจากเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม(2r) เท่ากับ 10 เซนติเมตร

คุณแม่ต้องพันริบบิ้น 2 รอบ

จะต้องใช้ริบบิ้นความยาวอย่างน้อย เท่ากับ $2 \times \pi \times 2r \approx 2 \times 3.14 \times 10$

≈ 62.8 เซนติเมตร

หรือประมาณ 63 เซนติเมตร

ตรวจสอบคำตอบ

เนื่องจาก 3.14 มีค่าประมาณ 3 ดังนั้น 2 x 3 x 10 ควรมีค่าน้อยกว่า 2 x 3.14 x 10 นั่นคือ 60 น้อยกว่า 62.8 ดังนั้น 62.8 เซนติเมตร หรือประมาณ 63 เซนติเมตร จึงเป็นคำตอบที่สมเหตุสมผล

1.5 สร้างสรรค์ความรู้ (5 คะแนน)

นำความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างไร

ตัวอย่างแนวคิด ใช้ในการคำนวณความยาวเกี่ยวกับการล้อมรั้ว การพันเชือกรอบสิ่งของ รูปทรงเรขาคณิต

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวฐิติยาภรณ์ พึ่งป่า
วันเกิด	วันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2538
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 302 หมู่ 4 อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ รหัสไปรษณีย์ 31140
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ข้าราชการครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสามัคคีมีชัยวิทยา ตำบลชุมเห็ด อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษา โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2561 ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) วิชาเอกจิตวิทยาการปรึกษาและแนะแนว และวิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2565 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

กรมวิชาการ. (2544). สังเคราะห์งานวิจัย เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ :กระทรวงศึกษาธิการ.

กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่งและการตวง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (*CGI)* ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน. สารนิพนธ์ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.].

ชญาภรณ์ เอกธรรมสุทธิ์ และคณะ. (2559). รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยบรมราชชนนี, 32(3), 110-121.

ฐิติยา เกตุคำ. (2551). ผลการใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วิธีจัดหมู่ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ณัฏฐพงศ์ กาญจนฉายา. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานหลักการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สำหรับการผลิตสื่อการเรียนการสอนของนิสิต นักศึกษาครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ดวงมาลา จาริชานนท์. (2551). การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การอ่านเพื่อฝึกการคิดวิเคราะห์ด้วยแบบฝึกทักษะสาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ทรงยศ สกุลยา. (2562). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ทัศนพร วิบูลย์อรรถ และคณะ. (2558). การเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. . วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,, 9((3)), 42-53.

ธนะวัชร จริยะภูมิ และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2559). กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผ่านสื่อสังคมออนไลน์. วารสารปัญญาภิวัฒน์,, 8(1), 190-199.

นงค์เยาว์ นามไธสง. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ *5E* ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

บุญชม ศรีสะอาด. (2537). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2550). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. . กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่. . กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2537). ความคิดสร้างสรรค์ : พรสวรรค์ที่พัฒนาได้, . สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,.

ปราณี กองจินดา. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการ คิดเลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบซิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตร มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

เผชิญ กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E_1/E_2)การวัดผลการศึกษา. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ : ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : ครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2548). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แบเนจเม็นท์.

เพชรา บุดสีทา. (2560). แนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. กำแพงเพชร : มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

ภานุมาศ วรสันต์. (2560). การพัฒนาจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม สาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม].

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2532). เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาการการสอน หน่วยที่ 1-7. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

รุสมีนี หะยียูโซ๊ะ. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานราธิวาส เขต 3. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,

วริษา จันทร์ลีม. (2560). การพัฒนาความสามารถในการ่านและเขียนเพื่อความเข้าใจภาษาอังกฤษด้วยการจัดการเรียนรู้เทคนิคแบบร่วมมือเทคนิค *CIRC* ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). วิธีวิทยาการวิจัย. . กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วิไลวรรณ สีแดด. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ ผ่าน *GeoGebra Applet* สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5, . สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (ไม่ได้ตีพิมพ์).

ศรชัย ปราบงูเหลือม. (2560). การพัฒนาทักษะการเชื่อมยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาป็นฐานร่วมกับปรแกรมจีโอจีบรา. ปริญญานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศศิรัศม์ สริกขกานนท์. (2540). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของทอร์แรนซ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา ภาควิชาประถมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). การวัดผลการศึกษา. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมประสงค์ เสนารัตน์. (2556). การวิจัยทางการศึกษา. ร้อยเอ็ด: อภิชาตการพิมพ์.

สมพร เชื้อพันธ์. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีจัดการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียน การสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

สรวงสุดา ปานสกุล. (2545). การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรบนอิน*gg*เทอร์เน็ต, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

สาคร แสงผึ้ง. (2546). คู่มือการใช้งานโปรแกรม *B-Index & Non Zero-One Method Item Analysis.* เชียงใหม่: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 1.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). การจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: สกศ.

สำนักบริหารงานมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). การเรียนรู้ดิจิทัลเทคโนโลยีโรงเรียนมาตรฐานสากล. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สิทธิชัย ชมพูพาทย์. (2554). การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์. ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สิริพร ทิพย์คง. (2546). งานวิจัยทางการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาคุณภาพชีวิตสร้างเศรษฐกิจพอเพียง. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

สุพีรา ดาวเรือง. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมเป็นฐานและเทคนิคเพื่อนคู่คิดบนวิกิเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีลื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

สุลายมาน บากา. (2558). การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ไอริณ ถาวรนันท์. (2561). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้โปรแกรม *GeoGebra* เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

Adila, R., Hartono, Y., & Yusup, M. (2020). The effect of creative problem-solving models on students' higher level thinking skills in linear programming. *Journal of Physics: Conference Series*,

Arbain, N., & Shukor, N. A. (2015). The effects of GeoGebra on students achievement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 172, 208-214.

Cropley. (1966). Creative and Intelligence *The British Journal of Education Psycology*, 36(11), 259-266.

Cusins, P. (1995). Action learning revisited. *Industrial and Commercial training*.

Guilford, J. P. (1986). *Creative talents: Their nature, uses and development*. Bearly limited.

Guilford, J. P., & Christensen, P. R. (1973). The one-way relation between creative potential and IQ. *The journal of creative behavior*.

Manurung, E. T., & Manurung, E. M. (2019). Managing Income Creatively by Young Entrepreneurs in Bandung.

Osborn, A. F. (1957). Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Thinking. Scribner. *New York*.

Puccio, G. (2001). *Buffalo creative process inventory: Understanding your personal approach to the creative process*. In: Evanston, IL: THinc Communications.

Torrance, E. P. (1965). Rewarding Creative Behavior; Experiments in Classroom Creativity.

Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Stead-Dorval, K. B. (2006). *Creative problem solving: An introduction*. Prufrock Press Inc.

van Hooijdonk, M., Mainhard, T., Kroesbergen, E. H., & van Tartwijk, J. (2020). Creative problem solving in primary education: Exploring the role of fact finding, problem finding, and solution finding across tasks. *Thinking Skills and Creativity*, 37, 100-665.

Young, J. G. (1985). What is creativity? *The journal of creative behavior*.