การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิทยานิพนธ์

ของ

ปรีชญา วรศิริ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา

ตุลาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิทยานิพนธ์

ของ

ปรีชญา วรศิริ

พหุน ปญฺ ติโต ชีเว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา

ตุลาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Mathematics Learning Activities using Deductive Learning and Polya's Concept with GeoGebra Program to Promote Problem Solving Abilities on Parallel Lines for Mathayomsuksa 2 Students

Preechaya Worasiri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Science (Mathematics Education)

October 2024

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวปรีชญา วรศิริ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. มะลิวัลย์ ภัทรชาลีกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รศ. ดร. นิภาพร ชุติมันต์)

.....กรรมการ
(รศ. ดร. ชวลิต บุญปก)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ชื่อเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัย ปรีชญา วรศิริ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มะลิวัลย์ ภัทรชาลีกุล

รองศาสตราจารย์ ดร. นิภาพร ชุติมันต์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** คณิตศาสตรศึกษา

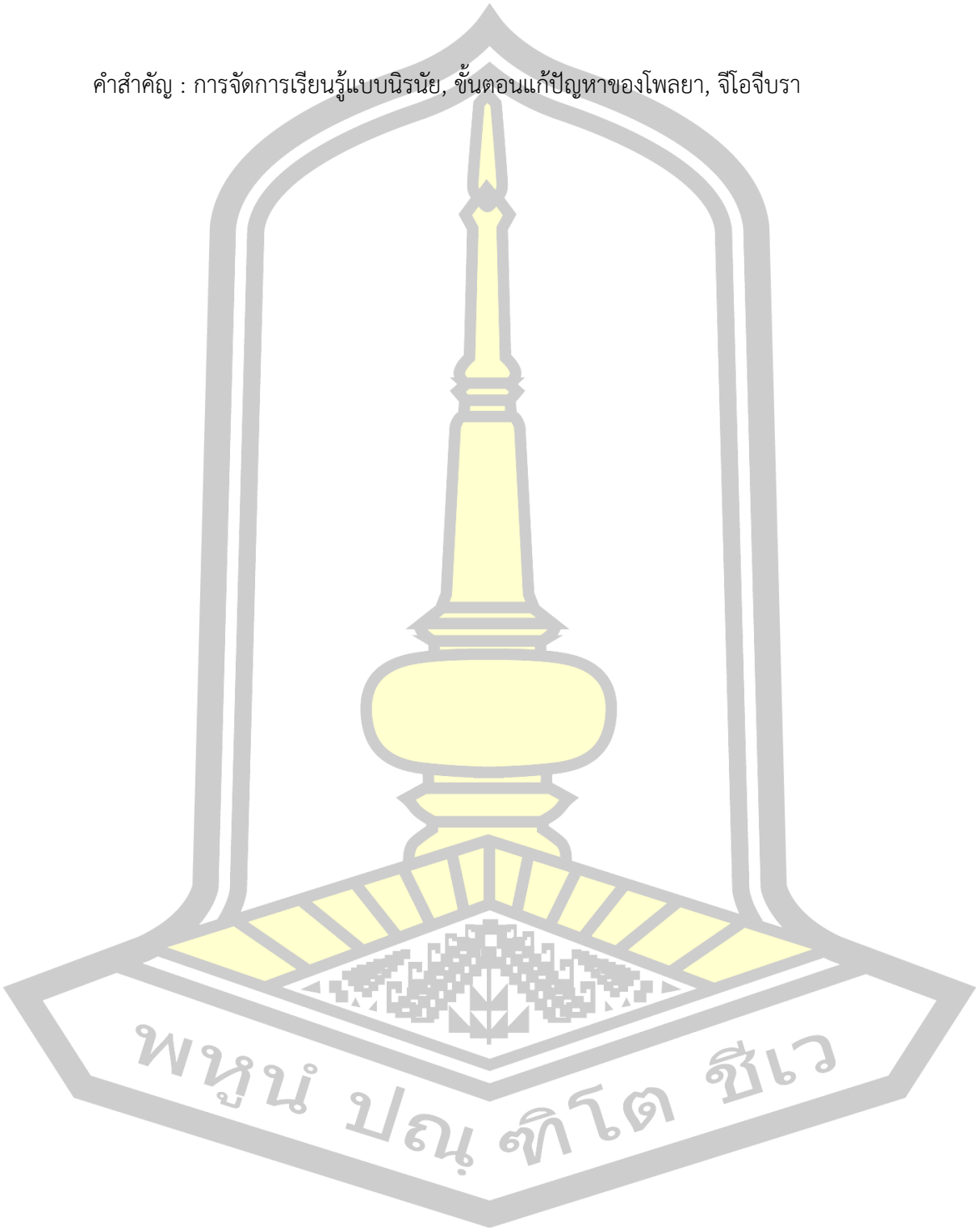
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ (1) เพื่อการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 (2) เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา หลังการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 27 คน ที่ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่อง เส้นขนาน (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Hotelling's T^2 ผลการวิจัยพบว่า (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่อง เส้นขนาน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85.29/80.99 (2) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่อง เส้นขนาน มีดัชนีประสิทธิผลล เท่ากับ 0.6974 (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่องเส้นขนาน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย, ขั้นตอนแก้ปัญหาของโพลยา, จีโอจีบรา



TITLE Development of Mathematics Learning Activities using Deductive Learning and Polya's Concept with GeoGebra Program to Promote Problem Solving Abilities on Parallel Lines for Mathayomsuksa 2 Students

AUTHOR Preechaya Worasiri

ADVISORS Assistant Professor Maliwan Phattarachaleekul , Ph.D.

Associate Professor Nipaporn Chutiman , Ph.D.

DEGREE Master of Science **MAJOR** Mathematics Education

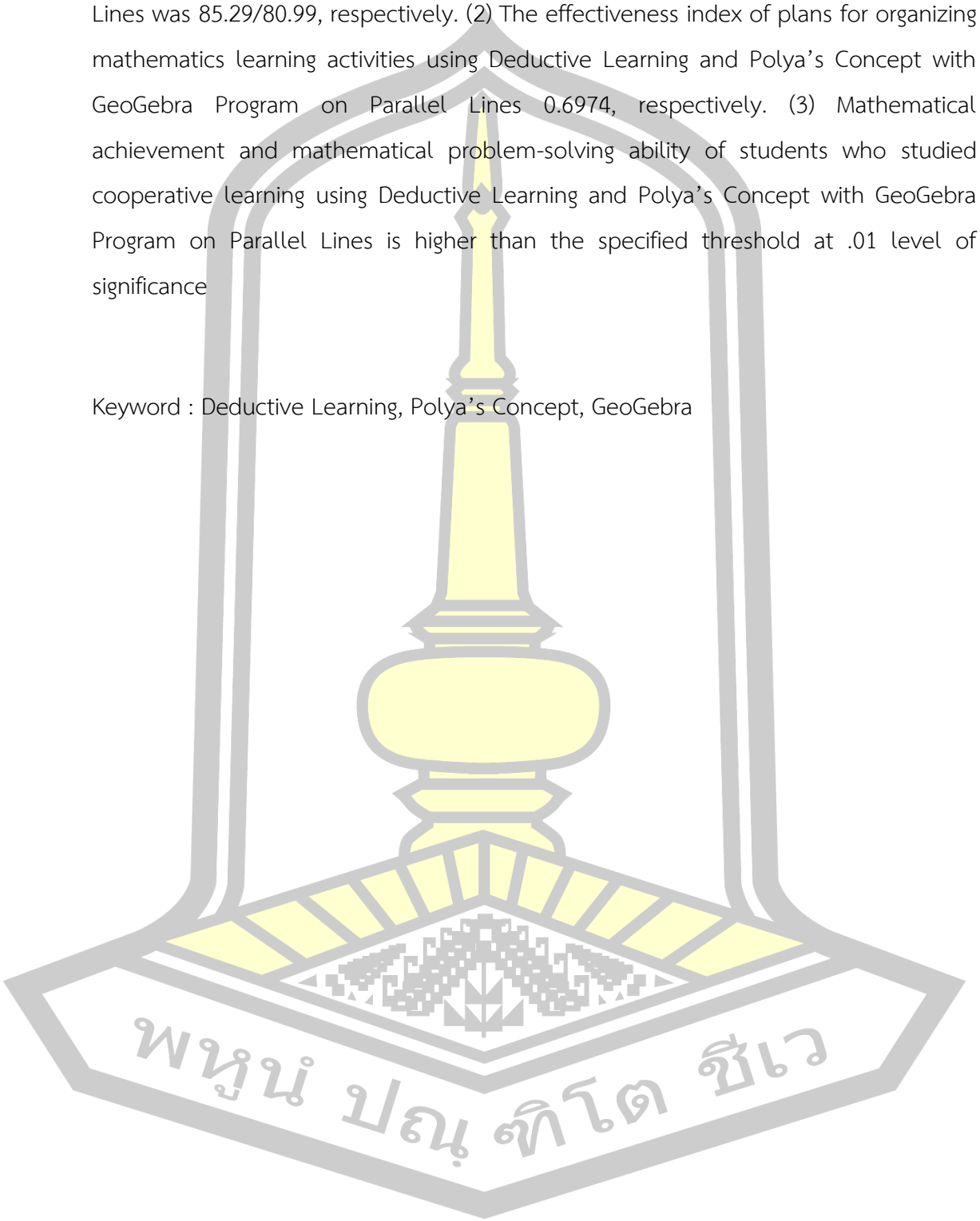
UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2024

ABSTRACT

The purposes of this study were: (1) to develop learning activities using Deductive Learning and Polya's Concept with GeoGebra Program to Promote Problem Solving Abilities on Parallel Lines to meet the efficiency criterion of 75/75. (2) to find the Effectiveness Index of learning through Parallel Lines in mathematics using Deductive Learning and Polya's Concept with GeoGebra Program to Promote Problem Solving Abilities. (3) to compare the mathematical achievement and problem-solving ability of students who after learning through used Deductive Learning and Polya's Concept with GeoGebra Program to Promote Problem Solving Abilities on Parallel Lines to 75 percent of criteria. The participants in this study were twenty seven students who studied in Grade 8 at Pophanpittayakom Ratchamangkalaphisek School in the second semester of academic 2023. However, they were selected by using cluster random sampling. The research instruments were (1) mathematics learning activities using Deductive Learning and Polya's Concept with GeoGebra Program to Promote Problem Solving Abilities on Parallel Lines plan (2) the learning achievement test (3) the mathematical problem-solving ability test. The statistics for data analysis are percentage, mean, and standard deviation. Moreover, to examine the hypothesis by using a Hotelling's T^2. The results of the study were as follows: (1) The lesson plans for the organization of mathematics learning activities

using Deductive Learning and Polya's Concept with GeoGebra Program on Parallel Lines was 85.29/80.99, respectively. (2) The effectiveness index of plans for organizing mathematics learning activities using Deductive Learning and Polya's Concept with GeoGebra Program on Parallel Lines 0.6974, respectively. (3) Mathematical achievement and mathematical problem-solving ability of students who studied cooperative learning using Deductive Learning and Polya's Concept with GeoGebra Program on Parallel Lines is higher than the specified threshold at .01 level of significance

Keyword : Deductive Learning, Polya's Concept, GeoGebra



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.มะลิวัลย์ ภัทรชาลีกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ดร. นิภาพร ชุติมันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. สุพจน์ สีบุตร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ดร. ชวลิต บุญปก กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำงานวิจัย ด้วยดีตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ดรุณี บุญชารี คุณครูเพชรจู นามขัน คุณครูยุพิน พลเรือง คุณครูนิตยา สาละ และคุณครูกฤษณา ไสยาศรี ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบตรวจเครื่องมือในการวิจัยและให้คำแนะนำเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ทุกท่าน ที่ให้ความรู้ให้คำปรึกษาด้วยดีตลอดระยะเวลาของการศึกษาในมหาวิทยาลัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะคุณครูโรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก อำเภอนาเชือกจังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ที่ให้ ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกในทำการวิจัยจนสำเร็จตามวัตถุประสงค์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณสุรพลและคุณแม่รัชนี วรศิริ ตลอดจนญาติพี่น้อง ทุกคน ที่ ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

ฉบับนี้ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดาผู้ให้ ชีวิต ให้การศึกษา ตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และอบรมสั่งสอนผู้วิจัย เสมอมา

ปรีชญา วรศิริ

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 2

1.1 ที่มาและความสำคัญ 2

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 4

1.4 ความสำคัญของการวิจัย 4

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 5

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 11

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 15

2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา 27

2.4 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ 32

2.5 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ (Effectiveness Index: E.I.) 34

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 36

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 43

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 45
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 45
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 45
3.3 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ 46
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 53
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 54
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 55
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 61
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 61
4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 61
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 62
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 68
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 68
5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 68
5.3 สรุปผลการวิจัย 69
5.4 อภิปรายผล 69
5.5 ข้อเสนอแนะ 72
ภาคผนวก 73
บรรณานุกรม 120
ประวัติผู้เขียน 124

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม 20

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม 20

ตาราง 3 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์รวมของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข) 22

ตาราง 4 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อยของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) 23

ตาราง 5 เกณฑ์การประเมินผลแบบย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Charles 24

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 24

ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนของข้อสอบอัตนัย 25

ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย 26

ตาราง 9 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงสอน เรื่อง เส้นขนาน รายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 49

ตาราง 10 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เส้นขนาน 51

ตาราง 11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เส้นขนาน 52

ตาราง 12 ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (x) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนระหว่างเรียนจากการประเมิน ใบกิจกรรม แบบฝึกทักษะ การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และแบบทดสอบย่อย กับคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน เรื่องเส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา 62

ตาราง 13 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 65

ตาราง 14 คะแนนค่าเฉลี่ย (x) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่อง เส้นขนาน 66

ตาราง 15 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 66

ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้วิธีการทางสถิติ Hotelling's T2 66

ตาราง 17 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 75 67

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

คณิตศาสตร์มีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการฯ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ อีกทั้งยังกล่าวถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผลและการคิดสร้างสรรค์ ที่ต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ที่อยู่ในเกณฑ์ต่ำ แล้วยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุและปัจจัยหลายประการ เช่น หลักสูตร เนื้อหา ครูผู้สอน นักเรียน สภาพแวดล้อม การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตลอดจนเทคนิคและวิธีการสอนของครู

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561, น. 5-6) ระบุว่าผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน บ่งชี้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาแยกตามสาระพบว่าสาระเรขาคณิต ในปีการศึกษา 2565 มีคะแนนเฉลี่ย 21.86 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานขั้นต่ำที่กำหนดไว้เช่นกัน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน), 2565) เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานที่กล่าวไปข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ในสาระเรขาคณิตยังไม่สามารถพัฒนาให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากประสบการณ์ที่ผู้วิจัยได้ปฏิบัติหน้าที่ในการสอนวิชานี้พบปัญหา ได้แก่

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะ เรื่อง เส้นขนาน นั้นครูผู้สอนจะใช้วิธีการบรรยาย แสดงตัวอย่างให้นักเรียนดู จากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ทำให้นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนได้และไม่สามารถให้เหตุผลในการแก้ปัญหาได้ว่าแต่ละขั้นตอนมีที่มาจากนิยามหรือทฤษฎีบทใดซึ่งนักเรียนจะขาดความสามารถในการแสดงวิธีทำและไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าคำตอบที่ได้มาว่าถูกต้องหรือไม่

2. ในการเรียนเรื่อง เส้นขนานนั้น นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถจิตนาการภาพเพื่อแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งเนื้อหาส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรมและต้องใช้ภาพประกอบในการสอนเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพ ซึ่งครูขาดสื่อการสอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว

สำหรับเรื่อง เส้นขนาน ถือว่าเป็นเนื้อหาในเรขาคณิตที่สำคัญ เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง แต่จากการศึกษาพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีปัญหาในเรื่องนี้ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างเป็นนามธรรม และมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาก ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนรู้และเข้าใจในทฤษฎี หลักการและกฎของเนื้อหานั้น ๆ ก่อนแล้วจึงยกตัวอย่างการนำทฤษฎี หลักการและกฎ เหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น กระบวนการแก้ปัญหามีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ กระบวนการสอนแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจโจทย์ขั้นนี้เป็นการช่วยให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์โจทย์ที่พบว่าโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง และสิ่งที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กันอย่างไรมีเงื่อนไขอะไรบ้างในการที่จะช่วยหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนต้องรู้จักการวางแผนการแก้ปัญหาโดยจะคิดหาวิธีการวางแผนการแก้ปัญหา ว่าจะใช้วิธีการหรือหลักการใดมาคิดแก้ปัญหานั้น ๆ ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน นักเรียนจะต้องดำเนินการ คำนวณตามแผนที่วางไว้นั้น ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาสำเร็จก็จะตรวจสอบดูว่าผลที่ได้นั้นถูกต้องมีความเป็นไปได้สำหรับโจทย์นั้นหรือไม่ (Polya, 2014) จะเห็นว่าการแก้ปัญหาตามรูปแบบของโพลยามีขั้นตอนที่ชัดเจน ทำให้นักเรียนฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ถ้านักเรียนได้ใช้การแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยาน่าจะทำ ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น

โปรแกรมจีโอจีบรา GeoGebra เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์เชิงพลวัตซึ่งรวมเรขาคณิต พีชคณิต สถิติ และแคลคูลัสไว้ด้วยกัน เหมาะสำหรับใช้ในโรงเรียนและสถาบันการศึกษาต่าง ๆ โปรแกรมนี้จัดเป็นระบบเรขาคณิตแบบโต้ตอบที่ผู้ใช้งานสามารถสร้างชิ้นงาน ด้วยจุด ส่วนของเส้นตรง เส้นตรง เวกเตอร์ รูปหลายเหลี่ยม ภาคตัดกรวย และ ฟังก์ชัน ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเชิง

พลวัตได้ในภายหลัง นอกจากนี้สามารถใส่สมการและจุดพิกัดได้โดยตรง ดังนั้นโปรแกรม GeoGebra จึงมีความสามารถ ที่จะจัดการกับตัวแปรที่เกี่ยวกับจำนวน เวกเตอร์ และจุด อีกทั้งยังสามารถ ใช้หาอนุพันธ์ ปริพันธ์ของฟังก์ชัน และการป้อนคำสั่งต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา ไปใช้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

1.2.2 เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา หลังการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบราเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

1.4 ความสำคัญของการวิจัย

1.4.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

1.4.2 ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา

1.4.3 เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน และเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1 ประชากร : นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนในสหวิทยาเขตสารคามใต้จำนวน 5 โรงเรียน โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องเรียนมีการจัดนักเรียนแบบคละความสามารถ

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง : นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 27 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้หน่วยการสุ่มเป็นโรงเรียน โดยสุ่มโรงเรียนจาก 5 โรงเรียน สุ่มมา 1 โรงเรียน

1.5.3 ระยะเวลาที่ทำวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 18 ชั่วโมง (ไม่รวมเวลาทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน)

1.5.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

1.5.4.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.5.4.2 ตัวแปรตาม คือ

1.5.4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

1.5.4.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา

1.5.5 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์(พื้นฐาน) รหัส ค22102 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก ตำบลปอพาน อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์โดยการทำให้นักเรียนรู้และเข้าใจในทฤษฎี หลักการและกฎของเนื้อหานั้น ๆ ก่อนแล้วจึงยกตัวอย่างการนำทฤษฎี หลักการและกฎ เหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น มีขั้นตอนการสอน ดังนี้

1) ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหาที่นำเสนอควรเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น

3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

4) ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่โดยอาจปรึกษาผู้สอนหรือคนคว้าจากตำราต่าง ๆ หรือจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์เพื่อตรวจสอบว่าเป็นจริง จึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

5) ขั้นฝึกปฏิบัติเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป พอสมควรแล้วผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

1.6.2 แนวคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา โดยมีขั้นตอนแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem)

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan)

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา (Carrying out the plan)

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ (Looking back)

1.6.3 การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยโดยนำแนวคิดของโพลยามาใช้ในการแก้ปัญหาและใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าร่วมเป็นสื่อประกอบการสอน มี 5 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหาที่นำเสนอควรเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าร่วมเป็นสื่อประกอบการสอน

3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

4) ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่โดยอาจปรึกษาผู้สอนหรือคนคว้าจากตำราต่าง ๆ หรือจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์เพื่อตรวจสอบว่าเป็นจริง จึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าร่วมเป็นสื่อประกอบการสอน

5) ขั้นฝึกปฏิบัติเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป พอสมควรแล้วผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าร่วมเป็นสื่อประกอบการสอน

1.6.4 โปรแกรมจีโอจีบรา หมายถึง โปรแกรมทางคณิตศาสตร์สำหรับใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบพลวัต ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างแนวคิดให้กับตนเอง

1.6.5 ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการการแสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรลุการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสรุปผลได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งสามารถวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

1.6.6 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 เกณฑ์ 75 แรก หมายถึง ประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คิดจาก ใบกิจกรรม/แบบฝึกทักษะ การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และแบบทดสอบย่อย โดยกำหนดสัดส่วนเป็น 40 : 20 : 40 ตามลำดับ ซึ่งต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 เกณฑ์ 75 หลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คิดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่สามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้คะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป

1.6.7 ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งได้มาจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

1.6.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถของผู้เรียน ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.1.1 ความสำคัญของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

2.1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.2 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา

2.3.1 การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

2.3.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

2.3.2.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

2.3.2 แนวคิดของโพลยา

2.3.3 โปรแกรมจีโอจีบรา

2.3.4 การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา

2.4 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

2.5 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ (Effectiveness Index: E.I.)

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

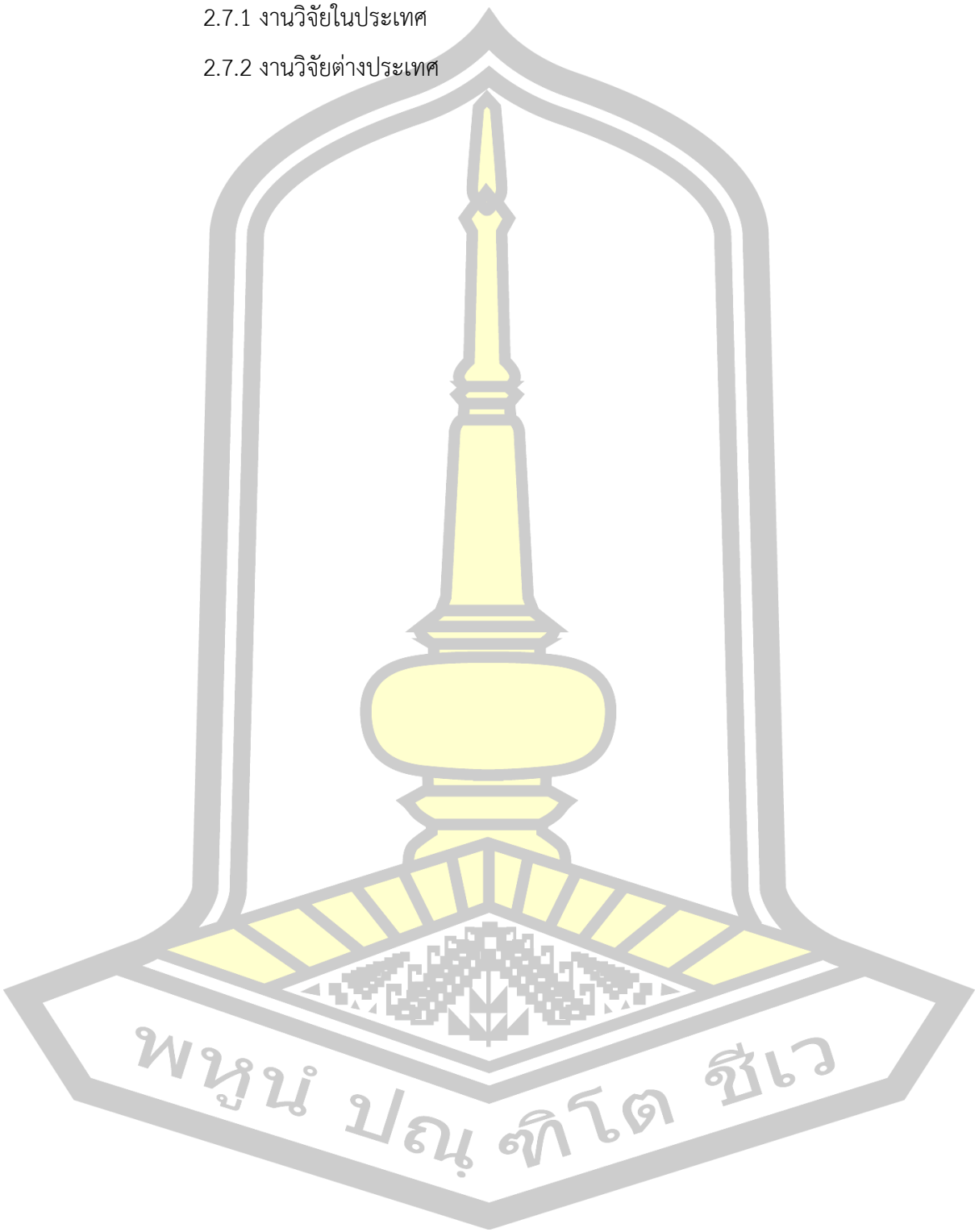
2.6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยในประเทศ

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ



2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.1 ความสำคัญของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2.1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชันลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้สถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

2.1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2.1.3.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจ คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2.1.3.2 การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายสรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

2.1.3.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

2.1.3.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รับรอง

2.1.3.5 การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

(กรมวิชาการ, 2545)ได้กล่าวถึงแนวการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น มีดังนี้

1. การพัฒนาทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา การพัฒนาทักษะและกระบวนการด้านนี้นับว่าเป็นเรื่องยากพอสมควรสำหรับผู้สอน นักเรียนส่วนใหญ่จะพัฒนาได้ดีในทักษะการคิดคำนวณแต่เมื่อพบโจทย์ปัญหา มักจะไม่สามารถดำเนินการวิเคราะห์โจทย์ รวมถึงการหารูปแบบแนวคิดในการแก้ปัญหานั้น ดังนั้นการพัฒนาทักษะและกระบวนการในด้านนี้ ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือเกมที่น่าสนใจ ท้าทายให้อยากคิด เริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่ม โดยเริ่มจากปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ก่อน ต่อจากนั้นเพิ่มสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา ในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในกระบวนการแก้ปัญหา และผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนก่อน แล้วจึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ในการจัดให้เรียนรู้

กระบวนการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนนั้น เมื่อผู้เรียนเข้าใจกระบวนการแล้ว การพัฒนาให้มีทักษะ ผู้สอนควรเน้นฝึกการวิเคราะห์แนวคิดอย่างหลากหลายในขั้นวางแผนแก้ปัญหาให้มาก เพราะเป็นขั้นตอนที่สำคัญและยากสำหรับผู้เรียน

2. การพัฒนาทักษะและกระบวนการให้เหตุผลการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ 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 การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 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 ระหว่างความรู้และทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง

4.4 มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย

4.5 มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้ หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผลในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ได้พัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอเพื่อให้ผู้เรียนเห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติจริง และมีทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้นี้ ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนไปศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้นแล้วนำเสนองานต่อผู้สอน และผู้เรียนได้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

5. การพัฒนาทักษะและกระบวนการความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ บรรยากาศที่ช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้แก่การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระภายใต้การให้คำแนะนำปรึกษาของครูผู้สอนการแก้ปัญหาควรจัดในลักษณะร่วมกันแก้ปัญหาอภิปรายร่วมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอแนวคิดที่หลากหลายปัญหาปลายเปิดนับเป็นปัญหาที่ช่วยสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน และครูต้องยอมรับแนวคิดหรือวิธีการที่หลากหลายของผู้เรียน นอกจากนี้การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างปัญหาขึ้นเอง ให้มีโครงสร้างของปัญหาคล้ายกับปัญหาเดิม ที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาแล้ว จะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหาเดิมอย่างแท้จริง และเป็นการช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนอีกด้วยการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ มีทักษะและกระบวนการ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยม ผู้สอนจะต้องบูรณาการเนื้อหาและทักษะกระบวนการ เข้าด้วยกัน ตลอดจน จัดกิจกรรมสร้างเสริมให้

นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ฝึกการทำงานที่เป็นระบบ มีระเบียบวินัย รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

(ยุพิน พิพิธกุล, 2542) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า มีหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของสถานการณ์ปัญหา เช่น การแก้ปัญหาที่เป็นข้อความ (Word Problem) ซึ่งแสดงให้เห็นการวิเคราะห์แนวคิด (Analytic Thinking) และกลวิธีการคิด (Thinking Strategy) ซึ่งครูผู้สอนจะต้องฝึกให้มากพอ เพื่อนักเรียนจะได้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น มีวิธีการ 2 แนวทางคือ ปัญหาที่ให้คำตอบ มีขั้นตอนดังนี้ 1) ทำความเข้าใจในปัญหา 2) วางแผน 3) ดำเนินตามแผน และ 4) ตรวจสอบปัญหาที่ให้พิสูจน์ ในที่นี้ กล่าวถึงเฉพาะเนื้อหาเรขาคณิตที่ให้พิสูจน์เท่านั้น เมื่ออ่านโจทย์แล้วต้องแยกเหตุ (สิ่งที่กำหนดให้) และแยกผล (สิ่งที่ต้องพิสูจน์) ให้ได้ แล้วจึงวิเคราะห์จากผลไปสู่เหตุว่าผลเป็นเช่นนี้ เหตุมาจากอะไร เมื่อวิเคราะห์ได้แล้วจึงเรียบเรียง การพิสูจน์จากเหตุไปสู่ผล

(อาริสา รัตนเพ็ชร และจิราพร ชมพิกุล, 2544) ได้ศึกษาทักษะการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานและสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์คือกระบวนการในการแก้ปัญหาและถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถของบุคคล มีนักวิจัยได้กล่าวถึงขั้นตอนและกระบวนการในการแก้ปัญหาไว้หลายลักษณะ สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีเหมาะสมกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา พยายามเข้าใจในปัญหา สรุป วิเคราะห์ แปลความทำความเข้าใจให้ได้ว่าโจทย์ให้หาอะไร ข้อมูลที่กำหนดในโจทย์มีอะไรบ้าง ข้อมูลเพียงพอหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหาและวางแผนว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา เช่น การลองผิด ลองถูก หรือการหารูปแบบที่มีความสัมพันธ์ของข้อมูล รวมถึงความคล้ายคลึงของปัญหาเดิมที่เคยเรียนมา

ขั้นตอนที่ 3 การลงมือทำตามแผน เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ถ้าขาดทักษะใดจะต้องเพิ่มเติมเพื่อนำไปใช้ให้เกิดผลดี ขั้นนี้จะถามถึงวิธีการแก้ปัญหาด้วย

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบคำตอบ เป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้อง สิ่งที่ควรจะเน้นย้ำในการแก้ปัญหา คืออะไร และขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ดี และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในปัญหาอื่น ๆ คือ การทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหานั้น โดยวิธีการใช้อุปกรณ์

ประกอบเรื่องราวของโจทย์ใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ จำแนกออกมาให้ได้ว่าโจทย์ปัญหา ถามอะไร บอกอะไรและวิธีการทำอย่างไร ก่อนที่จะถึงขั้นวางแผนในการแก้ปัญหาและการหาคำตอบให้ถูกต้อง

(สิริพร ทิพย์คง, 2545) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ปัญหาของคน ๆ หนึ่งอาจจะไม่ใช่ปัญหาของอีกคนหนึ่ง ในการแก้ปัญหาจะต้องมีการวางแผนการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ การกำหนดสารสนเทศที่ต้องการเพิ่มเติม มีการแสดงความคิดเห็นเสนอแนะแนวทาง วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

(อัมพร ม้าคนอง, 2547) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ และความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ทักษะการคิด และความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง นอกจากนี้ ยังเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ เจตคติ และความเชื่อของผู้แก้ปัญหาด้วย

(ศศิธร แม้นสงวน, 2556) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหาจากประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ ค้นหาคำตอบของปัญหาที่ถูกต้องโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.2 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาพบว่านักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

(กรมวิชาการ, 2545) ได้กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในปริมาณ หรือจำนวน หรือคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ได้กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันทีทันใด

จากความหมายที่ได้กล่าวมาสรุปเป็นความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือสถานการณ์ที่ประกอบไปด้วยภาษาและตัวเลขที่ก่อให้เกิดปัญหา ซึ่งผู้ที่

จะคิดแก้ปัญหาจะต้องใช้ทักษะการตีความโจทย์มาเป็นสัญลักษณ์เสียก่อนและจะต้องคิดและตัดสินใจว่าจะ ใช้วิธีการอะไรทางคณิตศาสตร์มาดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

2.2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

(Polya, 2014) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้กระบวนการทางสมอง ประสบการณ์ เพื่อตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา ซึ่งวัดความสามารถใน 4 ด้าน คือ ความสามารถในขั้นทำความเข้าใจปัญหา ความสามารถในขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ความสามารถในขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และความสามารถในขั้นการตรวจสอบผล

1. ทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหาที่กำหนดให้ โดยระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามได้

2. วางแผนการแก้ปัญหา (devising a plan) เป็นขั้นที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ ข้อเท็จจริง วิธีการดำเนินการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ได้แก่ การเขียนวิธีหรือขั้นตอน หรือแผนผังแสดงการแก้ปัญหา หรือประโยคทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

3. ดำเนินการแก้ปัญหา (carrying out the plan) เป็นขั้นลงมือการคิดคำนวณตามยุทธวิธีหรือแสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาก่อนการตรวจสอบ

4. การตรวจสอบ (looking back) เป็นขั้นการวิเคราะห์ความถูกต้องสมบูรณ์ของขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหา รวมถึงการประเมินความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่นักการศึกษาได้ให้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

(วนัญชนา เชิงดี, 2555)ได้ให้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา คือ วิธีการที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ลงมือทำตามแผน และตรวจสอบวิธีการและคำตอบ ซึ่งมีหลายวิธีขึ้นอยู่กับโจทย์ปัญหา

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ก) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนมักจะต้องใช้ความคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง คิดเชิงตรรกะ เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง หมายถึง การดำเนินการของนักเรียนในการใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการต่าง ๆ ในการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหาให้ได้มาซึ่งคำตอบและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

2.2.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีนักวิชาการหลายท่าน ได้กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

(Polya, 2014)ได้เสนอรูปแบบการประเมินความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา หลังจากอ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไร และข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ให้เงื่อนไขความจริงในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา สามารถสร้างตาราง เขียนไดอะแกรม เขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ

4. ขั้นตรวจสอบคำตอบ พิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมายของคำตอบ

(Charles & R., 1987)ได้เสนอวิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ประการ คือ การสังเกตและการใช้ความถาม การใช้ข้อมูลการประเมินตนเองของนักเรียน การให้คะแนนแบบรูบริค (Scoring rubrics) และการใช้แบบทดสอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การสังเกตและการใช้คำถาม เป็นการประเมินที่กระทำขณะที่นักเรียนกำลังลงมือแก้ปัญหา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ที่ไม่สามารถระบุเป็นคะแนนได้ ซึ่งได้แก่พฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน ความเชื่อและเจตคติ การสังเกตที่ดีควรมีการจดบันทึกสิ่งที่สังเกตไว้ เพราะการจำอย่างเดียวอาจทำให้หลงลืมได้ ดังนั้นก่อนเข้าสู่บทเรียนครูควรเตรียมเครื่องมือการประเมินไว้ล่วงหน้า เช่น แบบตรวจสอบรายการ แล้วจดบันทึกสิ่งที่สังเกตโดยการทำเป็นจุดหรือเครื่องมือไว้ และต้องบันทึกทันทีทันใดภายหลังการสังเกต

2. การใช้ข้อมูลการประเมินตนเองของนักเรียน เป็นอีกวิธีหนึ่งในการประเมินผลการแก้ปัญหา วิธีนี้จะมีประโยชน์มากน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความซื่อตรงที่นักเรียนรายงานหรือบันทึกออกมาถึงความรู้สึก ความเชื่อ ความตั้งใจ และความคิดของนักเรียนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่กำหนด การประเมินแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 การให้นักเรียนเขียนสะท้อนความคิดต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์การประเมินตนเองแบบนี้ทำได้หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาเสร็จใหม่ ๆ ให้นักเรียนนึกถึง

ประสบการณ์ขณะที่กำลังแก้ปัญหา แล้วเขียนอธิบายความคิดของตนเองในขณะที่กำลังแก้ปัญหา

2.2 การให้นักเรียนตอบแบบประเมินผลการรายงานหรือบันทึกประสบการณ์แก้ปัญหา เป็นชุดของข้อคำถามที่ให้นักเรียนตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อการแก้ปัญหาของตนเอง

3. การให้คะแนนแบบรูบริค (Scoring rubrics) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากงานที่นักเรียนทำ หรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก มีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงาน หรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจน และเป็นรูปธรรม ซึ่งการให้คะแนนแบบรูบริค ที่นิยมใช้ในการประเมินงานเขียนมี 2 แบบ คือ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ และการให้คะแนนแบบองค์รวม

3.1 การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบหรือแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน โดยพิจารณาแยกแยะจากขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา การให้คะแนนจะกำหนดเกณฑ์ของคะแนนในแต่ละด้านแล้วสรุปรวมคะแนนทุกด้าน

3.2 การให้คะแนนแบบองค์รวมหรือภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนโดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของผู้เรียนที่ควรมีเป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ซึ่งการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์การให้คะแนนแบบรวมมักนำมาใช้ในการประเมินที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินหรือสรุปผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และต้องการผลที่เป็นภาพรวมมากกว่าข้อบกพร่องย่อย ๆ

4. การใช้แบบทดสอบ แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลการแก้ปัญหามี 2 ประเภท ได้แก่

4.1 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อคำถามมีตัวเลือกหลายๆ ตัวเลือกให้ผู้เรียนเลือกตอบตัวเลือกที่คิดว่าถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

4.2 แบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อคำถาม ซึ่งแต่ละคำถามจะเว้นช่องว่างไว้ เพื่อให้นักเรียนนำคำ ตัวเลข วลี หรือประโยคที่ถูกต้องเติมลงในช่องว่าง

4.3 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้เขียนตอบ ซึ่งการสร้างแบบทดสอบต้องเขียนคำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบให้ชัดเจน กำหนดเวลาให้ตอบนานพอสมควร แต่ละข้อมีความยากง่ายต่างกัน

(ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544)ได้กล่าวว่าการประเมินความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาควรประเมินในขอบข่ายใหญ่ๆ 2 ประการ คือ การแสดงการใช้ทักษะและยุทธวิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหาและเจตคติ ความเชื่อเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยมีเทคนิคสำหรับการประเมินที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่ การสังเกตและการใช้คำถามถามนักเรียน การใช้การประเมินข้อมูลจากนักเรียนการใช้เทคนิคการให้คะแนนแบบพิจารณาองค์รวม (holistic scoring) และการใช้แบบทดสอบ

เกณฑ์การประเมินผลแบบองค์รวม

(สิริพร ทิพย์คง, 2545) ได้กล่าวถึงตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบองค์รวม ดังนี้

ตาราง 1 *เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม*

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
5	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ชัดเจน อธิบายขั้นตอนที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง
4	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและมีการอธิบายคำตอบนั้น
3	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง แต่การคิดคำนวณผิดพลาดเล็กน้อย
2	สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ถึงแม้จะยังไม่ได้แสดงคำตอบ
1	สำหรับการแสดงความพยายามในการแก้ปัญหาแต่ไม่มีความก้าวหน้าในการหาคำตอบที่ถูกต้อง
0	สำหรับการไม่ได้แสดงความพยายามในการแก้ปัญหา

(กรมวิชาการ, 2545) ได้ระบุตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบองค์รวม ดังนี้

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	คำตอบถูกต้อง และแสดงวิธีการทำที่มีประสิทธิภาพ โดยแสดงถึงการคิดอย่างเป็นระบบ และการคิดวิเคราะห์
3	คำตอบถูกต้อง และแสดงวิธีทำที่ถูกต้องสมบูรณ์
2	คำตอบไม่ถูกต้อง แต่แสดงวิธีทำที่ถูกต้อง
1	คำตอบไม่ถูกต้อง มีการแสดงวิธีทำแต่ยังไม่สมบูรณ์
0	คำตอบไม่ถูกต้อง แสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง

อัมพร ม้าคนอง (การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ : โครงการพัฒนาตำราและสื่อสำหรับหลักสูตรการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) กล่าวไว้ว่า เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) เป็นเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อใช้ในการให้คะแนนผลงานหรือคุณภาพปฏิบัติงานของผู้เรียน โดยทั่วไปมี 2 แบบ ดังนี้

1.แบบเกณฑ์รวม (Holistic scoring) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนงานหรือการแก้ปัญหา โดยพิจารณาภาพรวมของคุณภาพของผลงานที่ได้ ซึ่งอาจมองหลายมิติหรือหลายด้านรวมกัน มีการจำแนกระดับคะแนนให้เห็นความแตกต่างของคุณภาพงาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับคะแนน	คุณภาพงาน
4	แสดงวิธีทำชัดเจน และตอบถูกต้อง
3	แสดงวิธีทำชัดเจน และตอบไม่ถูกต้อง
2	แสดงวิธีทำบางส่วน แต่ตอบถูกต้อง
1	แสดงวิธีทำบางส่วน แต่ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ
0	ไม่แสดงวิธีทำ และตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

2. แบบเกณฑ์ย่อยหรือเกณฑ์เฉพาะ (Analytic scoring) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนเฉพาะขั้น เฉพาะงานย่อย หรือเฉพาะด้าน โดยกำหนดระดับคะแนนตามความแตกต่างของคุณภาพงานในขั้นงานย่อย หรือด้านที่พิจารณา ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ด้านวิธีการ

ระดับคะแนน	คุณภาพงาน
3	ใช้วิธีการเหมาะสม และดำเนินการถูกต้อง
2	ใช้วิธีการเหมาะสม แต่ยังดำเนินการไม่ถูกต้อง
1	ใช้วิธีการไม่เหมาะสม ทำให้ดำเนินการไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีการใช้วิธีการและไม่มีการดำเนินการ

ด้านวิธีการ

ระดับคะแนน	คุณภาพงาน
3	เขียนอธิบายงานทั้งหมดได้ชัดเจนและสมเหตุสมผล
2	เขียนอธิบายงานได้ชัดเจนเป็นส่วนใหญ่
1	เขียนอธิบายงานได้บางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน
0	เขียนอธิบายไม่ได้ หรือไม่เขียน

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ข)ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์รวม และแบบเกณฑ์ย่อย โดยพิจารณาได้จากขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตาราง 3 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์รวมของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข)

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (ดีมาก)	-เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน
	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	- สรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน
	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	- สรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ตาราง 4 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อยของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555)

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
การทำความเข้าใจปัญหา	3	ดี	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1	ต้องปรับปรุง	เข้าใจปัญหาน้อยมาก หรือไม่เข้าใจปัญหาเลย
การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	3	ดี	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม
	2	พอใช้	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1	ต้องปรับปรุง	เลือกวิธีการการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
การใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	3	ดี	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน
	2	พอใช้	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1	ต้องปรับปรุง	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
การสรุปคำตอบ	3	ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2	พอใช้	สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1	ต้องปรับปรุง	ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

(Charles & R., 1987) ได้เสนอว่า การให้คะแนนแบบวิเคราะห์เป็นการแบ่งการให้คะแนนการแก้ปัญหาออกเป็นองค์ประกอบย่อย 3 ตอน โดยที่แต่ละตอนของกระบวนการแก้ปัญหาจะให้คะแนนตั้งแต่ 0-2 คะแนน ตามรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 5 เกณฑ์การประเมินผลแบบย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Charles

องค์ประกอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	2	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องทั้งหมด
	1	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง
2. วางแผนแก้ปัญหา	2	- เขียนแสดงความสัมพันธ์และวิธีการแก้ปัญหาถูกต้องทั้งหมด
	1	- เขียนแสดงความสัมพันธ์และวิธีการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน
	0	- เขียนแสดงความสัมพันธ์และวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
3. คำตอบ	2	- ตอบถูกต้อง และใช้ภาษาถูกต้อง
	1	- ตอบผิด คำนวณผิดพลาด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ
	0	- ไม่มีคำตอบหรือตอบในบางส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม

(สุนันทา แสงสุข, 2556) ได้ระบุเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ไว้ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1.ทำความเข้าใจปัญหา	
- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง	3
- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง	2
- เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมาก หรือไม่เข้าใจเลย	1
2. การวางแผนแก้ปัญหา	
- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูก	3

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูก แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง	2
- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ลำดับขั้นตอนไม่ถูกต้อง	1
3. การดำเนินการตามแผน	
- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องและมีคำตอบที่ถูกต้อง	3
- นำวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้องและมีคำตอบถูกต้อง	2
- ใช้วิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือมีคำตอบที่ผิด หรือไม่ได้ระบุคำตอบ	1
4. การตรวจสอบหรือการตรวจสอบคำตอบ	
- ใช้วิธีการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์	3
- ใช้วิธีการตรวจสอบคำตอบที่ไม่สมบูรณ์ หรือใช้สัญลักษณ์ผิด	2
- ไม่ได้ระบุวิธีการตรวจคำตอบ หรือระบุแต่ไม่ถูกต้อง	1

การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของข้อสอบอัตนัยพิจารณาให้คะแนนจากการตอบในแต่ละประเด็นย่อย และกำหนดระดับคะแนนในแต่ละประเด็นเท่ากันหรือแตกต่างกันได้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักความสำคัญของการตอบ

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ได้ยกตัวอย่างการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของข้อสอบอัตนัยเป็น 3 ประเด็น โดยให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละประเด็นเท่ากัน ดังนี้

ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนของข้อสอบอัตนัย

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	แสดงวิธีการหาคำตอบได้สอดคล้องกับโจทย
1	คำนวณค่าของจำนวนที่เป็นคำตอบได้ถูกต้อง
1	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง
รวม 3 คะแนน	

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งมีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อสอบอัตนัย ผู้วิจัยจึงใช้การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของข้อสอบอัตนัยโดยพิจารณาให้คะแนนจากการตอบในแต่ละประเด็นย่อย ดังนี้ ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

รายการประเมิน	**เกณฑ์การให้คะแนน**	**คะแนน**
1. การทำความเข้าใจปัญหา	มีเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหา ถูกต้องครบถ้วน	2
	มีเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหา เพียงบางส่วน หรือมีบางส่วนเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายของปัญหาบางส่วนผิด	1
	ไม่มีมีเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหา การเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหา	0
2.วางแผนการแก้ปัญหา	มีการเขียนแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม	2
	มีการเขียนแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงวิธีการแก้ปัญหา แต่ไม่เหมาะสมหรือสื่อความหมายไม่ชัดเจน	1
	ไม่มีมีการเขียนแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงวิธีการแก้ปัญหา	0
3.การดำเนินการแก้ปัญหา	มีการแสดงวิธีการทำเป็นขั้นตอน สื่อความหมายชัดเจน สมบูรณ์ไม่มีความผิดพลาดในการคำนวณ แต่อาจมีการเขียนสัญลักษณ์บางอย่างที่ไม่ส่งผลต่อการหาคำตอบผิดพลาดเล็กน้อย	2
	มีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความแสดงวิธีทำที่เหมาะสมเกือบสมบูรณ์ หรือเขียนอธิบายแนวคิดเขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความสมบูรณ์ แต่มีการคำนวณผิดพลาด	1
	ไม่มีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียน	0

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
	ข้อความใดเลยหรือมีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความแต่ไม่ใช่วิธีที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการ	
4.การตรวจสอบผล	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจสอบคำตอบที่เหมาะสม ถูกต้องสมบูรณ์ไม่มีข้อผิดพลาดใดเลย	2
	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบที่เหมาะสมถูกต้อง แต่มีความผิดพลาดในการคำนวณหรือเขียนสัญลักษณ์ผิดพลาด	1
	ไม่มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบ หรือมีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบไม่เหมาะสม ไม่สามารถยืนยันคำตอบที่คำนวณได้	0

2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา

2.3.1 การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

2.3.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

วิธีสอนแบบนิรนัย มาจากภาษาอังกฤษว่า Deductive Method มีผู้ใช้ภาษาไทยหลายคำเช่น วิธีสอนแบบนิรนัย วิธีสอนแบบอุปนัย วิธีสอนแบบอนุมาน ในที่นี้ผู้วิจัยใช้วิธีสอนว่าวิธีสอนแบบนิรนัย มีผู้ให้ความหมายของวิธีสอนแบบนิรนัยไว้ดังนี้

(ไสว ฟักขาว, 2544)ได้ให้ความหมายของวิธีสอนแบบนิรนัยว่า เป็นวิธีสอนที่เริ่มจากกฎเกณฑ์หรือหลักการต่าง ๆ แล้วหาเหตุผลมาพิสูจน์ยืนยัน วิธีสอนแบบนี้จะช่วยฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ จนกว่า จะพิสูจน์กฎเกณฑ์หรือหลักการที่ได้เรียนรู้เสียก่อน

ชาตรี เกิดธรรม (2547) ได้ให้ความหมายไว้ว่า วิธีสอนแบบนิรนัยเป็นการสอนที่เริ่มจากกฎหรือหลักการต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนหาเหตุผลมาพิสูจน์ยืนยัน โดยให้นักเรียนรู้จักใช้สูตร กฎ และหลักฐานต่าง ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา ฝึกหัดให้นักเรียนมีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ จนกว่าจะพิสูจน์ให้เห็นจริงเสียก่อน

(แขมมณี, 2560) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ

เกี่ยวกับทฤษฎี กฎ หรือข้อสรุปนั้นหลาย ๆ ตัวอย่าง หรือข้อสรุปในเรื่องที่เรียน แล้วจึงให้ตัวอย่างการใช้ทฤษฎีหลักการ กฎ หรือข้อสรุปนั้นไปในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในทฤษฎีหลักการ กฎหรือข้อสรุปนั้น ๆ อย่างลึกซึ้ง หรือกล่าวสั้น ๆ ได้ว่าเป็นการสอนจากหลักการไปสู่ตัวอย่างย่อย ๆ เป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากหลักการและสามารถนำหลักการดังกล่าวไปใช้ได้

จึงสรุปได้ว่าการสอนรูปแบบนิรนัย หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์โดยการทำให้นักเรียนรู้และเข้าใจในทฤษฎี หลักการและกฎของเนื้อหานั้น ๆ ก่อนแล้วจึงยกตัวอย่างการนำทฤษฎี หลักการและกฎ เหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

2.3.2.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2544) ได้เสนอถึงขั้นตอนของวิธีสอนแบบนิรนัย ดังนี้

1) ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหา ที่นำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น

3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

4) ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยอาจปรึกษาผู้สอนหรือคนคว้าจากตำราต่างๆ หรือจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์เพื่อตรวจสอบว่าเป็นจริง จึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

5) ขั้นฝึกปฏิบัติเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป พอสมควรแล้ว ผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

(แขมมณี, 2560) สรุปขั้นตอนของวิธีสอนแบบนิรนัย ดังนี้

1) ผู้สอนถ่ายทอดความรู้ ทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามความเหมาะสม

2) ผู้สอนให้สถานการณ์ใหม่ที่หลากหลาย ที่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้

3) ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติ นำความรู้ ความเข้าใจที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

4) ผู้สอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์และอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

5) ผู้สอนวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นกำหนดปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือระบุสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหา ที่นำเสนอควรจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น

3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

4) ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป หรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ โดยอาจปรึกษาผู้สอนหรือคนคว้าจากตำราต่าง ๆ หรือจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์เพื่อตรวจสอบว่าเป็นจริงของกฎ ทฤษฎีหรือหลักการ

5) ขั้นฝึกปฏิบัติเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป พอสมควรแล้ว ผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

2.3.2 กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของโพลยา (Polya)

(Polya, 2014)ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งมีจุดประสงค์ในการช่วยเหลือนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากในบางครั้งนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เอง ครูผู้สอนจะคอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำเพื่อให้นักเรียนค้นพบหนทางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เอง โดยครูตั้งคำถามชี้แนะขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เหมือน ๆ กัน ในปัญหาลักษณะต่าง ๆ กัน เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาได้ว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และอะไรคือสิ่งที่โจทย์ถามหา มีเงื่อนไขอะไรบ้าง ซึ่งในการตั้งคำถามและให้คำแนะนำนักเรียนมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ ประการแรกต้องการช่วยเหลือนักเรียนให้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ และประการที่สอง ต้องการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองตลอดไป เพราะถ้านักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ผ่านการซึมซับคำถามและคำแนะนำซึ่งครูผู้สอนเตรียมไว้อย่างเป็นขั้นตอนแล้ว นักเรียนจะเกิดแรงจูงใจในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ก้าวหน้าต่อไปซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการเริ่มต้นของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา และระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข

ซึ่งในการทำความเข้าใจปัญหานั้นนักเรียนต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาซ้ำไปซ้ำมา พิจารณาหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระสำคัญของปัญหาด้วยถ้อยคำของนักเรียนเอง

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนต้องค้นหาความเชื่อมโยง หรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดแผนหรือแนวทางในการแก้ปัญหาและเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน คือ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไม่สามารถใช้แก้ปัญหาให้สำเร็จได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีนั้นใหม่อีกครั้ง

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องตรวจสอบผลหรือมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา แล้วพิจารณาว่ามีแนวทาง มีคำตอบหรือมียุทธวิธีอื่น ๆ ในการแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ จะสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้จากการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

2.3.3 โปรแกรมจีโอจีบรา

(Geogebra, 2021)ได้กล่าวว่า โปรแกรมจีโอจีบราเป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์เชิงพลวัตสำหรับการศึกษาทุกระดับ ซึ่งสามารถนำเนื้อหาต่างๆทางคณิตศาสตร์เข้ามารวมกันได้อย่าง ง่ายดาย เช่น เรขาคณิต กระดาษคำนวณ (Spreadsheets) การวาดกราฟ สถิติและแคลคูลัส โดย โปรแกรมจีโอจีบรา ได้รับความนิยมและแพร่ขยายไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผู้ใช้งานมากกว่าหนึ่งล้านคน ทั่วโลก อีกทั้งโปรแกรมจีโอจีบรา ยังเป็นผู้นำในด้านของโปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์แบบพลวัติ ตัวโปรแกรมมีระบบสนับสนุนการสร้างเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology)วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) หรือ STEM ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่ใช้ในการเรียนการสอนที่นิยมกับทั่วโลก

M.Hohenwarter and J.Preiner (2007) ได้กล่าวว่า โปรแกรมจีโอจีบรา คือโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ชนิดหนึ่งที่มีความเป็นพลวัต มีการออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา ภายในโปรแกรมมีการรวบรวมลักษณะสำคัญ

ของโปรแกรมที่ใช้เพื่อการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ดังนี้เป็นโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตเป็นโปรแกรมที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์พีชคณิต ซึ่งทำให้สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเรขาคณิต พีชคณิต และแคลคูลัสได้ดี

พงษ์ศักดิ์ วุฒิสันต์ (2556) ได้กล่าวว่า GeoGebra เป็นคำที่ย่อมาจาก Geometry และ Algebra ร่วมกัน เป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์อีกโปรแกรมหนึ่งที่น่านำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งานได้โดยง่าย สามารถสร้างกราฟ ภาคตัดกรวย แสดงสมการทั่วไปหรือสมการมาตรฐานของกราฟนั้นๆได้ด้วย นอกจากนี้ยังมีวิดีโอการ สอนการใช้งานมากมายใน YouTube

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)ได้กล่าวว่า โปรแกรมจีโอจีบราเป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ที่โต้ตอบกับผู้ใช้งาน สำหรับการศึกษาในระดับโรงเรียนมัธยมศึกษา สามารถเรียนรู้เกี่ยวเรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส วงกลม และส่วนตัดของวงกลม โปรแกรมจีโอจีบรา สามารถสร้างจุด ภาคตัดกรวย สมการ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการส่งออกไฟล์ในรูปแบบของภาษา Java ซึ่งเป็นสื่อที่ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถปรับแต่งค่ารวมถึงรูปร่างของสื่อได้เป็นอย่างดี

จากที่ได้กล่าวมาสรุปความหมายของโปรแกรมจีโอจีบราได้ว่า โปรแกรมจีโอจีบราเป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์เชิงพลวัต มีการออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สามารถเรียนรู้เกี่ยวเรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส วงกลม และส่วนตัดของวงกลม โดยผู้เรียนสามารถปรับแต่งค่ารวมถึงรูปร่างของสื่อได้

2.3.4 การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา

การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าร่วมเป็นสื่อประกอบการสอน โดยใช้แนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยามาใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนใช้ทฤษฎีและหลักการและขั้นฝึกปฏิบัติ มี 5 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเสนอปัญหาหรือสิ่งที่จะสอนในแง่ของปัญหา เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหาที่นำเสนอควรเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน

2) ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ เป็นการนำเอาทฤษฎี หลักการ กฎข้อสรุปที่ต้องการสอนมาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทฤษฎี หลักการนั้น

3) ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะเลือกทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปที่ได้รับจากการเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

4) ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะตรวจสอบและสรุปทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุปหรือนิยามที่ใช้ว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่โดยอาจปรึกษาผู้สอนหรือคนคว้าจากตำราต่าง ๆ หรือจากการทดลอง ข้อสรุปที่ได้พิสูจน์เพื่อตรวจสอบว่าเป็นจริง จึงจะเป็นความรู้ที่ถูกต้อง

5) ขั้นฝึกปฏิบัติเมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎี หลักการ กฎ ข้อสรุป พอสมควรแล้วผู้สอนเสนอสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนฝึกนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่หลากหลาย

2.4 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) มีแนวคิดในการหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental” เป็นการตรวจสอบพัฒนาการเพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ หมายถึง การนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อปรับปรุงไปทดลองสอนจริง (Trial run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก สำหรับการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการหา ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

1. กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน ทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่องและพฤติกรรมสุดท้าย ซึ่งค่าประสิทธิภาพจะกำหนดเป็นค่า E1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการและค่า E2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละของผลเฉลี่ยคะแนนที่ได้ ดังนั้น E1/E2 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการหรือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยปกติแล้วการกำหนดเกณฑ์ E1/E2 ขึ้นอยู่กับเนื้อหา หากเนื้อหาเป็นความรู้ความจำ มักกำหนดเกณฑ์ไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เน้นทักษะมักกำหนดค่า ว่า เช่น 75/75 อย่างไรก็ตามไม่ควรกำหนดต่ำกว่านี้ เพราะกำหนดไว้เท่าไหร่ก็มักได้เท่านั้น กำหนดเกณฑ์โดยทดสอบทางสถิติ ซึ่งทำโดยการนำแบบทดสอบไปทดลองใช้ แล้วหาค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน หากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ถือว่าชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ต่อไปได้

2. การกำหนดระดับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสร้างขึ้นกำหนดเกณฑ์ยอมรับได้ 3 ระดับ คือ

2.1 ระดับ “สูงกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มักมีค่าเกิน 2.5 ขึ้นไป

2.2 ระดับ “เท่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5

2.3 ระดับ “ต่ำกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเท่ากับหรือต่ำกว่า เกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่ต่ำกว่า 2.5 ซึ่งถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

3. การทดลองหาประสิทธิภาพ

3.1 การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one testing) โดยการทดลองกับผู้เรียน จำนวน 3 คน โดยใช้ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง ปานกลาง และต่ำอย่างละ 1 คนนำผลที่ได้คำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วนำมาปรับปรุงให้สมบูรณ์ให้ดีขึ้น ซึ่งตามปกติคะแนนที่ได้จากการ ทดลองจะมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาก เมื่อนำมาปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้น

3.2 การทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small group testing) ใช้กับผู้เรียนจำนวน 6-10 คน นำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม แล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์ขึ้น

3.3 การทดลองภาคสนาม (Field testing) คือ การทดลองกับผู้เรียนจำนวน 30–100 คน นำผลที่ได้คิดคำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วปรับปรุงอีกครั้งให้ได้ผลที่ควรได้ใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์มากไม่เกินร้อยละ 2.5 ก็ยอมรับได้ แต่หากแตกต่างกันมากต้องกำหนดเกณฑ์

ระพินทร์ โพธิศรี (2549) ได้ให้ความหมายประสิทธิภาพของชุดและกล่าวถึง ขั้นตอนในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมดังนี้ ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมใหม่โดยยึดสภาพจริงตามเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม (Efficiency) คือ ระดับคุณภาพของชุดกิจกรรมที่วัดจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน (E1) และผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E2) เขียนเป็นสูตรได้ ดังนี้

ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เท่ากับ E1/E2

เมื่อ E1 คือ ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยระหว่างเรียนชุดย่อยแต่ละชุด

E2 คือ ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยหลังการเรียนแต่ละชุดย่อย หรือทุกชุด

การกำหนดระดับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E1/E2 โดยทั่วไปไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 60/60 โดยคำนึงถึงปัจจัย ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะสาระการเรียนรู้ เป็นเรื่องอะไร เป็นองค์ความรู้ที่เป็นเรื่องต่อเนื่องหรือเป็นความรู้เฉพาะเรื่องที่ผู้เรียนต้องมีความรู้และทักษะในเรื่องนั้นเป็นการเฉพาะหรือไม่อย่างไร

2. กลุ่มผู้เรียนเป้าหมายคือใคร มีความรู้และทักษะพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนรู้ระดับใด

3. ความคาดหวังของสังคมต่อการเรียนรู้ในเรื่องนั้นเป็นอย่างไร

4. ทักษะการเรียนรู้หลักที่ต้องการให้ผู้เรียนบรรลุคืออะไร เป็นเรื่องของทักษะทางด้านสติปัญญา ทางด้านจิตใจ ทักษะทางด้านร่างกายหรือเป็นเรื่องของทักษะกระบวนการ

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนรู้ในแต่ละชุด และคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนมาคำนวณหา E1 และ E2 ตามสูตร

2. แสดงความมีนัยสำคัญทางสถิติของประสิทธิภาพของชุดด้วยวิธีการทางสถิติที่เหมาะสม

2.1 การใช้การประมาณค่าแบบจุด

2.2 การใช้การประมาณค่าแบบช่วง

2.3 การใช้วิธีการทดสอบสมมติฐานค่าประสิทธิภาพ

2.5 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ (Effectiveness Index: E.I.)

(เผชิญ กิจระการ, 2546) ได้กล่าวถึงการหาดัชนีประสิทธิผล ไว้ดังนี้

ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) คือ ตัวเลขที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนและคะแนนเต็มหรือคะแนนสูงสุดกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน เมื่อมีการประเมินสื่อการสอนนั้น ตามปกติการประเมินความแตกต่างของค่าคะแนนใน 2 ลักษณะ คือความแตกต่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนหรือเป็นการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนโดยอาศัยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{จำนวนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}$$

หรือ $$E.I. = \frac{p_2 - p_1}{Total - p_1}$$

เมื่อ

E.I. แทน ดัชนีประสิทธิผล

p_1 แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน

p_2	แทน	ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน
Total	แทน	ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

2.5.1 ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับค่า E.I.

2.5.1.1 E.I. เป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่าง จะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้ เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่าคะแนนผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ซึ่งมีความหมายว่าระบบการจัดการเรียนการสอนหรือสื่อการสอนไม่มีคุณภาพ

2.5.1.2 ถ้าผลสอบก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนได้คะแนนรวมเท่าไรก็ได้ (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) แต่ผลสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนทำถูกหมดทุกข้อ (ได้คะแนนเต็มทุกคน) ค่า E.I. จะเป็น 1.00 สรุปได้ว่าถ้าหลังเรียนนักเรียนได้คะแนนเต็มทุกคน ค่า E.I.จะเป็น 1.00 เสมอ ไม่ว่าผลการสอบก่อนเรียนจะเป็นเท่าไรก็ตาม (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) หรือกล่าวได้ว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าในเรื่องที่เรียนคิดเป็นร้อยละ 100 หรือบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนที่ต้องการ

2.5.1.3 ถ้าผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียนค่า E.I. จะเป็นลบ ซึ่งต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ ลักษณะเช่นนี้ถือได้ว่าระบบการเรียนการสอนไม่มีประสิทธิภาพ และเหตุการณ์เช่นนี้ไม่น่าจะเกิดขึ้น เพราะค่า E.I. ต่ำหรือเป็นลบ แสดงว่าคะแนนหลังสอนต่ำกว่าหรือน้อยกว่าคะแนนก่อนสอนและก่อนจะหาค่า E.I. ต้องหา E1/ E2 มาก่อน ค่า E2 คือ คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นค่าเดียวกับคะแนนหลังเรียนของการหาค่า E.I. ดังนั้น หากคะแนนหลังสอนต่ำกว่าคะแนนก่อนสอนค่า E2 จะไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด แต่ถ้าปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสื่อก่อนจนทำให้ค่า E2 ถึงเกณฑ์การหาค่า E.I. จะมีค่าสูง

2.5.1.4 การแปลความหมายของ E.I. ไม่น่าจะแปลความหมายเฉพาะค่าที่ค่านวณได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าไร หรือคิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรจะดูข้อมูลเดิมประกอบด้วยว่าหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังสอนเพิ่มขึ้นน้อยเป็นเพราะว่ากลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมากอยู่แล้วค่า E.I. ในแต่ละกลุ่มไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันเพราะไม่ได้เริ่มจากรากฐานความรู้ที่เท่ากัน ควรอธิบายพัฒนาการเฉพาะกลุ่มเท่านั้น

2.5.2 การแปลผลค่า E.I. มักใช้ข้อความที่ไม่เหมาะสม ทำให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของ E.I. ผิดจากความเป็นจริง เช่น E.I. มีค่าเท่ากับ 0.6240 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40 ซึ่งในความเป็นจริงค่า E.I. เท่ากับ 0.6240 เพราะคิดเทียบจากค่า E.I. สูงสุดเป็น 1.00 ดังนั้น ถ้าคิด

เทียบเป็นร้อยละ ก็คือ คิดเทียบจากค่าสูงสุดเป็น 1.00 E.I.จะมีค่า 62.40 จึงควรใช้ข้อความว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6240 หรือคิดเป็นร้อยละ62.40”

2.5.3 ถ้าค่าของ E1/ E2 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อหา E.I. พบว่า มีการพัฒนาการเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งที่ผู้วิจัยพอใจ คำนวณหาค่าความคงทนด้วย โดยใช้สูตร t-test (แบบ Dependent Sample) ก็ไม่ได้แปลว่าจะมีนัยสำคัญ (เพราะผู้วิจัยคาดหวังว่าหากสื่อหรือแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีคุณภาพ ผลการเรียนหลังสอนเมื่อผ่านไประยะหนึ่ง เช่น เมื่อผ่านไป 2 สัปดาห์ กับผลการเรียนหลังเรียนจบจะต้องไม่แตกต่างกัน)

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อประเมินผลการจัดการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนซึ่งเป็นตัววัดค่าผู้เรียนมีพื้นฐานอยู่ในระดับใด หลังจากนักเรียนเข้ารับการทดลองจัดการเรียนรู้เสร็จแล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนแล้วนำคะแนนที่ได้มาหาค่าดัชนีประสิทธิผล

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) นักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

(ไพศาล หวังพานิช, 2536) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรมหรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของบุคคลว่าเรียนแล้วมีความรู้ความสามารถเท่าใด

Good (1973) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ หมายถึง การทำให้สำเร็จ (Accomplishment) หรือประสิทธิภาพทางด้านการกระทำที่กำหนดให้หรือในด้านความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง การซึ้งความรู้ (Knowledge Attained) การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจจะพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

Mehrens (1976) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) และจากแนวคิดของวิลสัน บอกได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์คือผลสำเร็จของการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประเมินเป็นระดับความสามารถนั่นเอง ซึ่ง วิลสัน ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธพิสัย (Cognitive Domain) ในการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษา โดยอิงลำดับขั้นของพฤติกรรมด้านพุทธพิสัยตามกรอบแนวคิดของ Bloom’s Taxonomy ไว้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้ ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ ความจ่าเกี่ยวกับข้อเท็จจริงเป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว ค่าถามจะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ ความเข้าใจจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้โดยคำถาม มักจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความรู้ ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง หรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มา ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากหรืออุปสรรคในการตัดสินใจที่จะเลือกใช้กระบวนการในการคำนวณ

2. ความเข้าใจ เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำแต่ซับซ้อนมากกว่า แบ่งออกเป็น 6 ขั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติ เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าค่าความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนมติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนมตินั้น สามารถทำได้โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้โดยเขียนในรูปใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นเพียงการวัดความจำเท่านั้น

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการกฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Principles, Rules and Generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการกฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าในในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements From One Mode to Another) เป็นความหมายใน

การแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการซึ่งมีความหมายเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow A Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความหมายโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpet a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความหรือตัวเลข

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้ไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้หาผลลัพธ์ได้

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนด ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่ม ข้อมูลที่ใดไม่จำเป็น มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออก พิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกันเพื่อ

แก้ปัญหาพฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ขั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามในขั้นนี้ เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัด หรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจมโนมติ นิยามตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยามทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้ว มาช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนมติ หลักการกฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to Formulate and Validate Generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือ การถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดใหม่พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

เวลมิเออร์ (Wehmeier, 2000) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสำเร็จด้านความรู้ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรประกอบด้วยส่วนสำคัญอย่างน้อย 3 ส่วน คือ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพของด้านอื่น ๆ

สิริพร มาวรรณา (2546) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลของการเรียนการสอนหรือความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการได้รับการฝึกฝนสั่งสอนในด้านความรู้ทักษะ และเจตคติที่ได้พัฒนาขึ้นตามลำดับขั้นในวิชาต่าง ๆ

สมพร เชื้อพันธ์ (2547) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้ เป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชา ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของแต่ละวิชาที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว เป็นความสามารถในการเข้าถึงความรู้ การพัฒนาทักษะในการเรียนโดยอาศัยความพยายามและแสดงออกในรูปความสำเร็จ ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้โดยอาศัยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งที่เป็นข้อเขียนและการปฏิบัติจริง

2.6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียน โดยจะทำการวัดหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลง เครื่องมือที่ใช้ในการวัด นั่นคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

วัตถ์ มณีโชติ (2549) ได้แยกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบปรนัย (Objective Tests) แบ่งได้ 4 ชนิด ได้แก่

1.1 แบบถูก – ผิด (True – False Items) เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบตัดสินใจว่าแต่ละข้อนั้นถูกหรือผิด แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ข้อคำถามเดี่ยว และข้อคำถามชุดจากสาระที่กำหนด

1.2 แบบจับคู่ (Matching Items) เป็นแบบทดสอบที่หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อความ คือข้อความที่เป็นคำถาม (Premises หรือ Descriptions) กับข้อความที่เป็นคำตอบ

1.3 แบบเติมคำ (Completion Items) เป็นแบบทดสอบที่ต้องการให้เติมคำหรือข้อความสั้น ๆ ในส่วนที่เว้นว่างไว้ ให้เป็นประโยคที่ถูกต้องสมบูรณ์

1.4 แบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบแบบให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น เหมาะสำหรับวัดความรู้ขั้นสูงกว่าความจำ และความเข้าใจ ซึ่งแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 แบบจำกัดคำตอบ คือ ให้นักเรียนตอบตามประเด็นที่ระบุไว้

2.2 แบบไม่จำกัดคำตอบ คือ ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ

(สินธุระเวชญ์, 2544)ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกา ถูก-ผิด (True-False Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยคหรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้นเพื่อให้ได้ใจความและถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) เป็นข้อสอบคล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นเป็นคนเขียนตอบคำถามที่ต้องการสั้น ๆ และกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบโดยมีคำถามหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะจับคู่กับค่าหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) จะประกอบด้วย 2 ตอน คือตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

(สมนึก ภัททิยธนี, 2544)ได้กล่าวถึงคุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังต่อไปนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกันและไม่เปิดโอกาสให้ทำข้อสอบได้โดยการเดา

4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้องไม่ถามผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดดัดแปลงแก้ปัญหาแล้วจึงตอบได้

5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลิน ไม่เบื่อหน่าย

6. ความจำเฉพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางการถามตอบชัดเจนไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง

7. ความเป็นปรนัย (Objective) โดยมีสมบัติ 3 ประการ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคน

7.3 แปลความหมายของคะแนนให้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อสอบมากพอประมาณ ใช้เวลาสอบพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีตตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว รวมถึงสิ่งแวดล้อมในการสอบที่ดี

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกผู้เข้าสอบ แบบทดสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง

10. ความยาก (Difficulty) ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ข้อสอบที่ดีคือ ข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป หรือมีความยากพอเหมาะส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์นั้นความยากง่ายไม่ใช่สิ่งสำคัญ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบนั้นได้วัดในจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดีได้แม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนแล้ว ซึ่งมีทั้งแบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวการประเมินและสรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ข้อสอบที่ดีจะต้องมี ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย อำนาจจำแนก และความยากที่เหมาะสม

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยในประเทศ

อนุรักษ์ สุวรรณสนธิ์ (2550) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย มีจำนวน 14 คน รูปแบบการวิจัยเป็นแบบที่มีการทดสอบเฉพาะหลังทดลอง (one group posttest design) ใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยที่มีการให้คะแนนแบบ Rubric Score ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 37.29 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.59 ของคะแนนสอบและมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนสอบจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แต่นักเรียนได้แสดงพัฒนาการในการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อวิเคราะห์จากแบบฝึกหัดท้ายแผนการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมการแสดงออกในการทำกิจกรรมตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาตามแผนการจัดการเรียนรู้

(อัจฉราภรณ์ บุญจริง, 2551) ซึ่งได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 27 คน ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผลการการวิจัย พบว่า นักเรียนทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในขั้นทำความเข้าใจปัญหาได้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 91.48 รองลงมาคือขั้นวางแผนการแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 75.56 และขั้นที่ได้คะแนนน้อยที่สุด คือขั้นตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ คิดเป็นร้อยละ 58.89 และในภาพรวมนักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 75.09

(สุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์, 2563) ได้ทำการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า เมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 76.50 เมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.83 และเมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.58

(รัฐพงศ์ คงพินิจ, 2565) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายจำนวน 13 คน ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.80/78.67 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยวิธีการของโพล

ยาร่วมกับสื่อจีโอจีบราเรื่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ริท (Writt 1988:72-A) ได้สำรวจผลการใช้ยุทธวิธรแก้โจทย์ปัญหากับกระบวนการสร้างทักษะการให้เหตุผล โดยใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอนของโพลยา จากโรงเรียนนิวยอร์ก 75 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่าการใช้ยุธวิธีการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอนของโพลยาพบว่าในกลุ่มนักเรียนที่ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้สำเร็จ

พินเทอร์ (Pinter, 2012) ได้ศึกษาการสอนวิธีแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนของโพลยาและชอนเฟล ได้กล่าวถึงสติปัญญาและกระบวนการรับรู้ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า จำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนควรจะได้รับการฝึกให้พิสูจน์และให้เหตุผลผ่านวิธีการวาดภาพ ครูผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานในการคำนวณ ซึ่งหน้าที่สำคัญของครูผู้สอนนั่นคือ จะต้องคำนึงถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการค้นพบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน เจตคติที่ดีของนักเรียนสามารถพิจารณาได้จากความกระตือรือร้นในการตั้งคำถามและตั้งปัญหาของนักเรียน

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนลำดับ ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนในสหวิทยาเขตสารคามใต้จำนวน 5 โรงเรียน โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องเรียนมีการจัดนักเรียนแบบคละความสามารถ

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 27 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้หน่วยการสุ่มเป็นโรงเรียน โดยสุ่มโรงเรียนจาก 5 โรงเรียน สุ่มมา 1 โรงเรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

3.2.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 18 แผน 18 ชั่วโมง (ไม่รวมเวลาทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน)

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินผลการทดลอง ได้แก่

3.2.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.2.2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

3.3 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.3.1 ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 18 แผน 18 ชั่วโมง ตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนปอพานพิทบาคม รัชมังคลาภิเษก สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3.3.1.2 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาสรุปสาระการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัส ค21102 ที่ต้องเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เส้นขนาน ประกอบด้วย 4 เรื่องย่อย ดังนี้

เรื่องที่ 1 เส้นขนานและมุมภายใน

เรื่องที่ 2 เส้นขนานและมุมแย้ง

เรื่องที่ 3 เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน

เรื่องที่ 4 เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม

3.3.1.3 ศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา จากตำรา เอกสาร ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3.1.4 แบ่งเนื้อหา เรื่อง เส้นขนาน ออกเป็น 4 เรื่อง ในแต่ละเรื่องประกอบด้วยจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

3.3.1.4.1 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายใน ใช้เวลา 6 ชั่วโมง

3.3.1.4.2 เรื่อง เส้นขนานและมุมแย้ง ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

3.3.1.4.3 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายในใช้เวลา 4 ชั่วโมง

3.3.1.4.4 เรื่อง เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

3.3.1.5 เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา จำนวน 18 แผน เวลา 18 ชั่วโมง ไม่รวมทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งแต่ละแผนมีดังนี้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เส้นขนาน (1)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายใน (1)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายใน (2)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายใน (3)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายใน (4)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายใน (5)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง เส้นขนานและมุมแย้ง (1)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง เส้นขนานและมุมแย้ง (2)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง เส้นขนานและมุมแย้ง (3)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง เส้นขนานและมุมแย้ง (4)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน (1)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน (2)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน (3)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน (4)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 15 เรื่อง เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม (1)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 เรื่อง เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม (2)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 17 เรื่อง เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม (3)
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 18 เรื่อง เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม (4)

3.3.1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบ ให้คำแนะนำในส่วนที่บกพร่อง ตรวจสอบหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องถูกต้องของเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้สอน ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

3.3.1.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาไปเสนอผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1. ผศ.ดร.ดรุณี บุญชารี อาจารย์ประจำ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างสื่อจีโอจีบรา

2. นางเพชรจู นามขัน ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

3. นางยุพิน พลเรือง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้

4. นางสาวนิตยา สาละ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนละหานทรายรัชดาภิเษก ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

5. นางสาวกฤษณา ไสยาศรี ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนละหานทรายรัชดาภิเษก ผู้เชี่ยวชาญด้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และการสร้างสื่อจีโอจีบรา

3.3.1.8 นำคะแนนประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยความเหมาะสม 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, 2553)

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

3.3.1.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา ที่ได้รับการพิจารณาแก้ไขแล้ว จำนวน 3 แผน ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่อยู่ในกลุ่มประชากรและไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เพื่อพิจารณาความเหมาะสมระหว่างเวลากับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3.1.10 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่พบ แล้วจัดพิมพ์แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นฉบับจริงแล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนนจำนวน 1 ฉบับ มีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

3.3.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) คู่มือครู แบบเรียน มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดคณิตศาสตร์

3.3.2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากเอกสารและตำราเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3.3.2.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3.3.2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์

ตาราง 9 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงสอน เรื่อง เส้นขนาน รายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระการเรียนรู้	**จุดประสงค์การเรียนรู้**	**จำนวนข้อสอบย่อย**	
		จำนวนข้อสอบทั้งหมด	**ต้องการจริง**
1.เส้นขนานและมุมภายใน	นักเรียนเข้าใจความหมายของเส้นขนาน	2	1
	นักเรียนเข้าใจเรื่องมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดที่อยู่บนเส้นขนานและสามารถนำไปใช้ได้	3	2
	นักเรียนเข้าใจเรื่องมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดที่อยู่บนเส้นขนานและสามารถนำไปใช้ได้	3	2
2.เส้นขนานและมุมแย้ง	นักเรียนเข้าใจความหมายของมุมแย้ง	2	1
	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องมุมแย้งไปใช้ได้	3	2
	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องมุมแย้งไปใช้ได้	3	2
	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องมุมแย้งไปใช้ได้	3	2
3.เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน	นักเรียนเข้าใจความหมายของมุมภายนอกกับมุมภายใน	4	2
	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องมุมภายนอกกับมุมภายในไปใช้ได้	3	2

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบย่อย	
		จำนวนข้อสอบทั้งหมด	ต้องการจริง
	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องมุมภายนอกกับมุมภายในไปใช้ได้	4	3
	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องมุมภายนอกกับมุมภายในไปใช้ได้	4	3
4.เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม	นักเรียนเข้าใจเรื่องมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมและนำไปใช้ได้	4	3
	นักเรียนเข้าใจเรื่องมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมและนำไปใช้ได้	3	2
	นักเรียนเข้าใจเรื่องมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมและนำไปใช้ได้	4	3
รวม		45	30

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.3.2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา พิจารณาตรวจสอบให้คำแนะนำในส่วนที่บกพร่อง ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ข้อเสนอแนะแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.3.2.6 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินจำนวน 45 ข้อ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำมาคำนวณหาค่า IOC ซึ่งค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ โดยคะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง เป็นดังนี้

ให้ +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้ -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3.2.7 นำแบบทดสอบมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try out) กับผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3.3.2.8 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ วิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ ข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 –1.00 ถือว่าใช้ได้ ผู้วิจัยจึงคัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ ครบตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3.2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ฉบับจริง จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้จริง 5 ข้อ โดยสร้างให้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งในแบบวัดนี้ได้กำหนดให้นักเรียนเขียนเป็นขั้นตอน ได้แก่ ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบผล ดังตาราง 10

ตาราง 10 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เส้นขนาน

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบย่อย	
		จำนวนข้อทั้งหมด	ต้องการจริง
1.เส้นขนานและมุมภายใน	นักเรียนเข้าใจเรื่องมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดที่อยู่บนเส้นขนานและสามารถนำไปใช้ได้	3	1
2.เส้นขนานและมุมแย้ง	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องมุมแย้งไปใช้ได้	3	1
3.เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องมุมภายนอกกับมุมภายในไปใช้ได้	3	1
4.เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม	นักเรียนเข้าใจเรื่องมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมและนำไปใช้ได้	3	2
รวม		10	5

3.3.3.1 สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 8 คะแนน โดยแบ่งการให้คะแนนเป็น 4 ส่วน ส่วนละ 2 คะแนน แต่ละส่วนมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 11

ตาราง 11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เส้นขนาน

รายการประเมิน	**เกณฑ์การให้คะแนน**	**คะแนน**
1. การทำความเข้าใจปัญหา	มีเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหา ถูกต้องครบถ้วน	2
	มีเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหา เพียงบางส่วน หรือมีบางส่วนเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายของปัญหาบางส่วนผิด	1
	ไม่มีมีเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหา การเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหา	0
2.วางแผนการแก้ปัญหา	มีการเขียนแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม	2
	มีการเขียนแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงวิธีการแก้ปัญหา แต่ไม่เหมาะสมหรือสื่อความหมายไม่ชัดเจน	1
	ไม่มีมีการเขียนแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงวิธีการแก้ปัญหา	0
3.การดำเนินการแก้ปัญหา	มีการแสดงวิธีการทำเป็นขั้นตอน สื่อความหมายชัดเจนสมบูรณ์ไม่มีความผิดพลาดในการคำนวณ แต่อาจมีการเขียนสัญลักษณ์บางอย่างที่ไม่ส่งผลต่อการหาคำตอบผิดพลาดเล็กน้อย	2
	มีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความแสดงวิธีทำที่เหมาะสมเกือบสมบูรณ์ หรือเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความสมบูรณ์แต่มีการคำนวณผิดพลาด	1
	ไม่มีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความใดเลยหรือมีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความแต่ไม่ใช่วิธีที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการ	0
4.การตรวจสอบผล	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจสอบคำตอบที่เหมาะสมถูกต้องสมบูรณ์ไม่มีข้อผิดพลาดใดเลย	2

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบที่เหมาะสมถูกต้อง แต่มีความผิดพลาดในการคำนวณหรือเขียนสัญลักษณ์ผิดพลาด	1
	ไม่มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบ หรือมีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบไม่เหมาะสม ไม่สามารถยืนยันคำตอบที่คำนวณได้	0

3.3.3.2 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เส้นขนาน ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินความสอดคล้องด้านความเหมาะสมของสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และข้อคำถามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่านการประเมินโดยพิจารณาจากค่าความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามหัวข้อที่ต้องการประเมิน

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามหัวข้อที่ต้องการประเมิน

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่วัดตามหัวข้อที่ต้องการประเมิน

3.3.3.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง เส้นขนาน ที่ได้มาตรวจสอบค่า IOC ซึ่งพิจารณาคัดเลือกข้อสอบโดยถือเกณฑ์ความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00 ถือว่าเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินความสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ 0.80-1.00 เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาโดยคณะกรรมการได้เสนอแนะให้แก้ไขการใช้ภาษา และการใช้สัญลักษณ์ ให้ถูกต้องสมบูรณ์

3.3.3.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง เส้นขนาน ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียน

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนจำนวน 5 ข้อใช้เวลา 60 นาที เพื่อทดสอบความรู้พื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างก่อนทำการดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้

3.3.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกลุ่มตัวอย่างที่จัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา จำนวน 16 คาบ (คาบละ 1 ชั่วโมง)

3.3.3 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (Post –Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นชุดคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 30 ข้อ และทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เส้นขนาน แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

3.3.4 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ทั้งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและสรุปผล อภิปรายผล

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยเป็นการวิจัยแบบ One - Group Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536)

กลุ่ม	Pretest	Treatment	Posttest
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน

T_1 แทน การสอบก่อนการจัดกระทำการทดลอง

T_2 แทน การสอบหลังการจัดกระทำการทดลอง

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังการทดลอง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนี้

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่อง เส้นขนาน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และแบบทดสอบย่อย กับคะแนนการทดสอบวัดผลฤทธิ์หลังเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 โดยหาค่า E1/E2

2. หาค่าดัชนีประสิทธิผลของการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่อง เส้นขนาน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการเปรียบเทียบคะแนนที่เปลี่ยนแปลงจากคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนกับคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกัน

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของ

โพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่อง เส้นขนาน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ Hotelling's T^2

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.6.1.1 ร้อยละ (Percentage) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

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

เมื่อ

p แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.6.1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

เมื่อ

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum xi$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

3.6.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553) ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum xi^2 - (\sum xi)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ

S. D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\sum xi^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

$(\sum xi)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.2.1 หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

3.6.2.1.1 หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ใช้สูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

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

เมื่อ

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.6.2.1.2 ค่าความยาก (p) ของข้อสอบ โดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

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

เมื่อ

P แทน ค่าความยาก

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3.6.2.1.3 ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังจากนั้นนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์พิจารณาค่า B โดยใช้สูตร (B-Index หรือ Brennan Index) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551) ดังนี้

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

เมื่อ

B แทน ค่าอำนาจจำแนก

N_1 แทน จำนวนคนสอบผ่านเกณฑ์

N_2 แทน จำนวนคนสอบไม่ผ่านเกณฑ์

U แทน จำนวนคนสอบผ่านเกณฑ์ตอบถูก

L แทน จำนวนคนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ตอบถูก

หมายเหตุ นักเรียนที่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มสูง และนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มต่ำ

3.6.2.1.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้วิธีของ Lovett (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

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

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

k แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ

x_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

$\sum$ แทน ผลรวม

c แทน คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบหรือคะแนนเกณฑ์

การดำเนินการในครั้งนี้ ผู้รายงานกำหนดคะแนนเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม

3.6.2.2 หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

3.6.2.2.1 หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ใช้สูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

3.6.2.2.2 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยของวีทนีย์และซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536)

$$p=\frac{s_h+s_l-(n_t)(x_{min})}{n_t(x_{max}-x_{min})}$$

เมื่อ

p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ

s_h แทน คะแนนผลรวมของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มสูง

s_l แทน คะแนนผลรวมของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มต่ำ

n_t แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

x_{max} แทน คะแนนสูงสุด

x_{min} แทน คะแนนต่ำสุด

หมายเหตุ นักเรียนที่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มสูง และนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มต่ำ

3.6.2.2.3 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยของวีทนีย์และซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536)

$$r=\frac{s_h-s_l}{n(x_{max}-x_{min})}$$

เมื่อ

แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ

s_h แทน คะแนนผลรวมของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มสูง

s_l แทน คะแนนผลรวมของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มต่ำ

n_t แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูง

x_{max} แทน คะแนนสูงสุด

x_{min} แทน คะแนนต่ำสุด

หมายเหตุ นักเรียนที่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มสูง และนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มต่ำ

พหุน ปณฺ ฑิ ต ชีเว

3.6.2.2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach) (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร,2555)

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

เมื่อ

α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมดสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.6.2.3 การหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ โดยการหาประสิทธิภาพของกระบวนการกับผลลัพธ์ (E1/E2) มีสูตรดังนี้ (เผชิญ กิจระการ, 2544) โดยใช้สูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}}{A} \times 100$$

เมื่อ

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

x_i แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคนจากการทำใบงาน ใบกิจกรรมแบบทดสอบย่อย ทักษะกระบวนการคุณลักษณะอันพึงประสงค์แต่ละสาระการเรียนรู้

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็ม

$$E_2 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}}{B} \times 100$$

เมื่อ

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

x_i แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

พหุน ปญฺ ติโต ชีเว

3.6.2.4 การหาดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) ของการจัดการเรียนรู้ใช้วิธีการของกูดแมน (Goodman) เฟรสเซอร์ (Fletchers) และซไนเดอร์ (Schneider) (คณาจารย์ ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา, ม.ม.ป.) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน-ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม})\text{-ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

3.6.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.6.3.1 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ (ร้อยละ 75) โดยใช้สถิติ Hotelling's T^2

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

เมื่อ

T^2 แทน ค่าสถิติทดสอบ Hotelling's T^2

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{x}$ แทน $\begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \vdots \\ \bar{x}_n \end{bmatrix}$

c แทน Sample variance and Covariance matrix

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

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{x}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
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

4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องเส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้จากการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผลปรากฏดังตาราง 12

ตาราง 12 ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนระหว่างเรียนจากการประเมิน ใบกิจกรรม แบบฝึกทักษะ การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และแบบทดสอบย่อย กับคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน เรื่องเส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวมระหว่างเรียน			อัตราส่วน 40 : 20 : 40			รวม (100 %)	ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
		ใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะ (180 คะแนน)	การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน (216 คะแนน)	ทดสอบย่อย (40 คะแนน)	ใบกิจกรรม (คิดเป็น 40 %)	การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน (คิดเป็น 20 %)	ทดสอบย่อย (คิดเป็น 40 %)		
1	10	162	206	32	36.00	19.07	32	87.07	25
2	12	162	191	34	36.00	17.69	34	87.69	25
3	9	159	196	30	35.33	18.15	30	83.48	23
4	10	156	188	29	34.67	17.41	29	81.07	24
5	11	167	204	30	37.11	18.89	30	86.00	24

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวมระหว่างเรียน			อัตราส่วน 40 : 20 : 40			รวม (100 %)	ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
		ใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะ (180 คะแนน)	การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน (216 คะแนน)	ทดสอบย่อย (40 คะแนน)	ใบกิจกรรม (คิดเป็น 40 %)	การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน (คิดเป็น 20 %)	ทดสอบย่อย (คิดเป็น 40 %)		
6	13	159	188	31	35.33	17.41	31	83.74	23
7	9	155	200	28	34.44	18.52	28	80.96	23
8	10	158	200	29	35.11	18.52	29	82.63	22
9	12	154	194	30	34.22	17.96	30	82.19	22
10	8	153	188	30	34.00	17.41	30	81.41	23
11	9	157	196	32	34.89	18.15	32	85.04	24
12	16	166	204	36	36.89	18.89	36	91.78	27
13	13	156	200	32	34.67	18.52	32	85.19	25
14	13	160	202	30	35.56	18.70	30	84.26	25
15	12	164	206	34	36.44	19.07	34	89.52	26
16	14	159	200	35	35.33	18.52	35	88.85	26
17	15	166	216	37	36.89	20.00	37	93.89	28
18	17	167	216	38	37.11	20.00	38	95.11	29
19	10	154	190	33	34.22	17.59	33	84.81	23
20	11	158	196	34	35.11	18.15	34	87.26	25
21	9	159	192	29	35.33	17.78	29	82.11	22
22	10	161	196	32	35.78	18.15	32	85.93	24
23	8	160	192	29	35.56	17.78	29	82.33	23
24	9	157	198	28	34.89	18.33	28	81.22	24
25	12	163	200	32	36.22	18.52	32	86.74	26
26	9	157	196	28	34.89	18.15	28	81.04	22

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวมระหว่างเรียน			อัตราส่วน 40 : 20 : 40			รวม (100 %)	ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
		ใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะ (180 คะแนน)	การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน (216 คะแนน)	ทดสอบย่อย (40 คะแนน)	ใบกิจกรรม (คิดเป็น 40 %)	การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน (คิดเป็น 20 %)	ทดสอบย่อย (คิดเป็น 40 %)		
27	10	155	196	29	34.44	18.15	29	81.59	23
รวม	301	4304	5351	851	956.44	495.46	851	2302.91	656
ค่าเฉลี่ย	11.15	159.41	198.19	31.52	35.42	18.35	31.52	85.29	24.30
S.D.	2.40	4.10	7.36	2.82	0.91	0.68	2.82	3.93	1.84
ร้อยละ	37.16	88.56	91.75	78.80	88.56	91.75	78.80	85.29	80.99

จากตาราง 12 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย จากการประเมินใบแบบฝึกทักษะ การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และแบบทดสอบย่อย ระหว่างเรียน เฉลี่ยร้อยละ 85.29 แสดงว่าประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) ซึ่งหาจาก

$$E_1 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}}{A} \times 100 = \frac{\frac{2302.91}{27}}{100} \times 100 = 85.29$$

และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.30 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.99 แสดงว่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ซึ่งหาจาก

$$E_2 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}}{B} \times 100 = \frac{\frac{656}{27}}{30} \times 100 = 80.99$$

ดังนั้นมีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 85.29/80.99

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปรากฏดังตาราง

ตาราง 13 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การจัดการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล E.I.
			ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา	27	30	301	656	0.6974

จากตาราง 13 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่อง เส้นขนาน มีค่า 0.6974 คิดเป็นร้อยละ 69.74 ซึ่งหาจาก

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน - ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

$$= \frac{656-301}{(27 \times 30)-301}$$

$$= \frac{355}{810 - 301}$$

$$= \frac{355}{509}$$

$$=0.6974$$

ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องเส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้จากการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 ปรากฏดังตาราง 14

ตาราง 14 คะแนนค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่อง เส้นขนาน

ผลการเรียนรู้	**การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยา ร่วมกับสื่อจีโอจีบรา**		
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	$\bar{x}$	S.D
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	27	31.81	2.69

ตาราง 15 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1	0.783**
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	0.783**	1

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตาราง 15 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงนำตัวแปรไปทำการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Hotelling's T^2

ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้วิธีการทางสถิติ Hotelling's T^2

ค่าสถิติทดสอบ	Value	F	Hypothesis df	Error df	p-value
Hotelling's Trace	0.558	6.971	2.000	25.000	0.004**

** ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตาราง 16 พบว่า มีอย่างน้อย 1 ตัวแปรของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผู้วิจัยต้องการทราบว่าตัวแปรที่ศึกษาตัวใดระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบ Univariate ดังตาราง

ตาราง 17 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ผลการเรียนรู้	SOV	SS	df	MS	F	p-value
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	Intercept	45.370	1	45.370	13.462	.001**
	Error	87.630	26	3.370		
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	Intercept	88.926	1	88.926	12.293	.002**
	Error	188.074	26	7.234		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 17 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้จากการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย
5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5.3 สรุปผลการวิจัย
5.4 อภิปรายผล
5.5 ข้อเสนอแนะ

5.1 **วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

5.1.1 เพื่อการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

5.1.2 เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา หลังการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบราเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 18 แผน 18 ชั่วโมง (ไม่รวมเวลาทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

5.3 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบราเรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.29/80.99 ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบราเรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6974

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่องเส้นขนาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.4 อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1.แผนกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.29/80.99 หมายความว่า ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 85.29 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.30 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.99 แสดงว่า ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 80.99 แสดงว่า แผนกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแผนกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านขั้นตอนกระบวนการสร้างแผนอย่างเป็นระบบและเหมาะสม มีการศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์หลักสูตร ศึกษาการกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของโพลยาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เข้าใจความหมายของบทนิยาม ทฤษฎี และหลักการอย่างชัดเจน สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ จากนั้นจึงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจและให้คำแนะนำ แล้วจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพก่อนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จึงทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับสอดคล้องกับ (รัฐพงศ์ คงพินิจ, 2565) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายจำนวน 13 คน ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เรื่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.80/78.67 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 สอดคล้องกับ (สุกฤษฎ์ ชุมภูจันทร์, 2563) ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน พบว่า เมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียน มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 76.50 เมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.83 และเมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับ (ฉลาด สายสินธิ์, 2562) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75

2.ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 0.6974 คิดเป็นร้อยละ 69.74 แสดงว่าหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา แล้วนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้น 0.6974 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนร้อยละ 69.74 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ

แก้ปัญหา เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้บทนิยาม และทฤษฎี โดยมีภาพตัวอย่างและสามารถนำบทนิยาม และทฤษฎีบท มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยมีครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหา แนวทางการแก้ปัญหา จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ (ศุภกานต์ ชัยประโคน, 2566) ผลการรจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความรู้สึกเชิงจำนวน เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.61 และสอดคล้องกับ (ฉลาด สายสินธิ์, 2562) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราเท่ากับ 0.6408 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้า

3.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อาจเนื่องการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เข้าใจความหมายของบทนิยาม ทฤษฎี และหลักการอย่างชัดเจน สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับสอดคล้องกับ (รัฐพงศ์ คงพินิจ, 2565) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายจำนวน 13 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ (สุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์, 2563) ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัด การเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน พบว่า เมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 76.50 เมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 78.83 และเมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียน มีคะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับ (อัจฉราภรณ์ บุญจริง, 2551) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 27 คน ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผลการการวิจัย พบว่า นักเรียนทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาในขั้นทำความเข้าใจปัญหาได้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 91.48 รองลงมาคือขั้นวางแผนการแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 75.56 และขั้นที่ได้คะแนนน้อยที่สุด คือขั้นตรวจสอบ

หรือมองย้อนกลับ คิดเป็นร้อยละ 58.89 และในภาพรวมนักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 75.09

5.5 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้อาจเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจ ในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เส้นขนาน และเป็นแนวทางในการศึกษาพัฒนาต่อไป ผู้วิจัยเสนอแนะด้านต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา ควรใช้สถานการณ์หลากหลายมากขึ้น เป็นตัวช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และเกิดการอภิปรายร่วมกันมากขึ้น

1.2 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา ใช้เวลาจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก โดยแต่ละขั้นตอนครูผู้สอนสามารถยืดหยุ่นเวลาตามความเหมาะสม

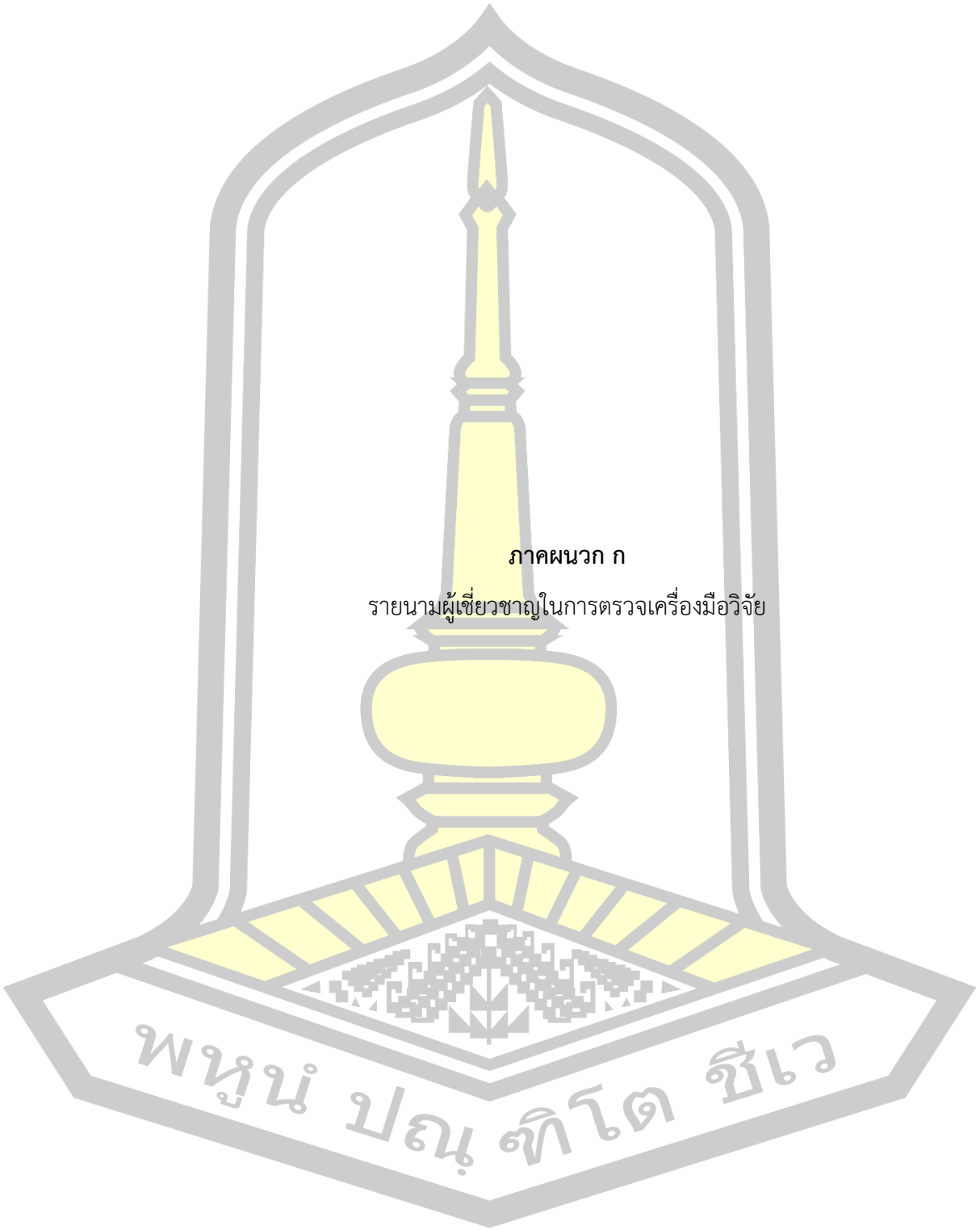
2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษา พัฒนาการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในเนื้อหาอื่น ๆ ในรายวิชาคณิตศาสตร์

2.2 ควรศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยศึกษาจำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่มากขึ้น และใช้รูปแบบวิจัยอื่น เช่น การทดลองกลุ่มเดียวเปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา หรือการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรากับกลุ่มปกติ

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

1.ผศ.ดร.ดรุณี บุญชารี	สังกัดภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2.นางเพชรจู นามขัน	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
3.นางยุพิน พลเรือง	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้
4.นางสาวนิตยา สาละ	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนละหานทรายรัชดาภิเษก ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
5.นางสาวกฤษณา ไสยาศรี	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนละหานทรายรัชดาภิเษก ผู้เชี่ยวชาญด้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และการสร้างสื่อจีโอจีบรา

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ภาคผนวก ข สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานบัณฑิตศึกษา กลุ่มงานวิชาการและพัฒนานิสิต คณะวิทยาศาสตร์ โทรภายใน ๑๕๑๙

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑)/ ๑๕๒ **วันที่** ๑๙ มกราคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดรุณี บุญชารี

ด้วยนางสาวปรีชญา วรศิริ นิสิตระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตรศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์มะลิวัลย์ ภัทรชาลีกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการเรียนรู้ รักษาราชการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว๒๘

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๙ มกราคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางสาวกฤษณา ไสยาศรี ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนละหานทรายรัชดาภิเษก

ด้วยนางสาวปรีชญา วรศิริ นิสิตระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตรศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มะลิวัลย์ ภัทรชาลีกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการเรียนรู้ รักษาราชการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
ผู้รักษาราชการแทน อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการเรียนรู้
โทรศัพท์ /โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๒๘

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๙ มกราคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางสาวนิตยา สาละ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนละหานทรายรัชดาภิเษก

ด้วยนางสาวปรีชญา วรศิริ นิสิตระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตรศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มะลิวัลย์ ภัทรชาลีกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการเรียนรู้ รักษาราชการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
ผู้รักษาราชการแทน อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการเรียนรู้
โทรศัพท์ /โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๒๘

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๙ มกราคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางเพชรจู นามขัน ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม

ด้วยนางสาวปรีชญา วรศิริ นิสิตระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตรศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มะลิวัลย์ ภัทรชาลีกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการเรียนรู้ รักษาราชการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
ผู้รักษาราชการแทน อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการเรียนรู้
โทรศัพท์ /โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว๒๘

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๙ มกราคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางยุพิน พลเรือง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม

ด้วยนางสาวปรีชญา วรศิริ นิสิตระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตรศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มะลิวัลย์ ภัทรชาลีกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการเรียนรู้ รักษาราชการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
ผู้รักษาราชการแทน อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการเรียนรู้
โทรศัพท์ /โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
- ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

แผนที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
1	4.6	4.8	4.9	4.9	4.86	4.81	เหมาะสมมากที่สุด
2	4.7	5	4.85	4.9	4.86	4.86	เหมาะสมมากที่สุด
3	4.5	4.7	4.9	4.9	4.96	4.79	เหมาะสมมากที่สุด
4	4.8	4.67	4.67	4.78	4.93	4.77	เหมาะสมมากที่สุด
5	4.8	4.86	4.67	4.78	4.93	4.81	เหมาะสมมากที่สุด
6	4.6	4.7	4.67	4.78	4.8	4.71	เหมาะสมมากที่สุด
7	4.86	4.7	4.86	4.8	4.8	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
8	4.5	4.7	4.7	4.93	4.86	4.74	เหมาะสมมากที่สุด
9	4.7	4.7	4.7	4.93	5	4.81	เหมาะสมมากที่สุด
10	4.8	4.7	4.7	4.8	4.93	4.79	เหมาะสมมากที่สุด
11	4.8	4.7	4.7	4.93	4.93	4.81	เหมาะสมมากที่สุด
12	4.67	4.67	4.7	4.8	5	4.77	เหมาะสมมากที่สุด
13	4.5	4.67	4.8	4.8	4.93	4.74	เหมาะสมมากที่สุด
14	4.8	4.67	4.86	4.93	4.93	4.84	เหมาะสมมากที่สุด
15	4.7	4.67	4.93	4.86	4.93	4.82	เหมาะสมมากที่สุด
16	4.4	4.67	4.86	5	4.93	4.77	เหมาะสมมากที่สุด
17	4.67	4.86	4.86	4.93	4.8	4.82	เหมาะสมมากที่สุด
18	4.5	4.86	4.7	4.93	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.66	4.74	4.78	4.87	4.91	4.79	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.8	ใช้ได้
2	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.8	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
4	-1	+1	+1	+1	+1	+3	0.6	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
6	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.8	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
9	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.8	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
13	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.8	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
16	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.8	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
26	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.8	ใช้ได้

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
27	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
36	0	+1	+1	+1	+1	+4	0.8	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
41	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
42	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
43	+1	+1	+1	+1	-1	+3	0.6	ใช้ได้
44	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้
45	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1	ใช้ได้

พหุ ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง แสดงการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ผลการพิจารณา
1	0.65	0.87	คัดเลือกไว้
2	0.80	0.80	คัดเลือกไว้**
3	0.65	0.60	คัดเลือกไว้**
4	0.75	0.20	คัดเลือกไว้
5	0.75	0.20	คัดเลือกไว้**
6	0.70	0.40	คัดเลือกไว้
7	0.70	0.13	ต้องปรับปรุง
8	0.75	0.47	คัดเลือกไว้**
9	0.75	0.47	คัดเลือกไว้**
10	0.75	0.47	คัดเลือกไว้**
11	0.70	0.40	คัดเลือกไว้**
12	0.80	0.27	คัดเลือกไว้**
13	0.75	0.20	คัดเลือกไว้**
14	0.60	0.27	คัดเลือกไว้
15	0.70	0.40	คัดเลือกไว้**
16	0.70	-0.13	ต้องปรับปรุง
17	0.80	0.27	คัดเลือกไว้**
18	0.80	0.27	คัดเลือกไว้**
19	0.70	0.40	คัดเลือกไว้**
20	0.75	0.20	คัดเลือกไว้**
21	0.80	0.27	คัดเลือกไว้**
22	0.85	0.33	ต้องปรับปรุง
23	0.75	0.20	คัดเลือกไว้**
24	0.70	0.67	คัดเลือกไว้
25	0.60	0.53	คัดเลือกไว้**
26	0.85	0.07	ต้องปรับปรุง

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ผลการพิจารณา
27	0.70	0.40	คัดเลือกไว้**
28	0.90	0.13	ต้องปรับปรุง
29	0.70	0.40	คัดเลือกไว้**
30	0.70	0.40	คัดเลือกไว้**
31	0.80	0.27	คัดเลือกไว้**
32	0.80	0.27	คัดเลือกไว้
33	0.75	0.20	คัดเลือกไว้**
34	0.75	0.73	คัดเลือกไว้**
35	0.80	0.27	คัดเลือกไว้**
36	0.80	0.27	คัดเลือกไว้**
37	0.80	0.27	คัดเลือกไว้
38	0.80	0.53	คัดเลือกไว้**
39	0.60	0.00	ต้องปรับปรุง
40	0.80	0.27	คัดเลือกไว้**
41	0.80	0.27	คัดเลือกไว้
42	0.80	0.27	คัดเลือกไว้**
43	0.55	0.20	คัดเลือกไว้**
44	0.75	0.20	คัดเลือกไว้
45	0.75	0.20	คัดเลือกไว้**
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ 0.81860			

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	สอดคล้อง
5	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.60	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
9	0	0	+1	+1	+1	3	0.60	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง แสดงการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา
1	0.63	0.60	คัดเลือกไว้**
2	0.67	0.67	คัดเลือกไว้
3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้**
4	0.55	0.80	คัดเลือกไว้
5	0.56	0.40	คัดเลือกไว้
6	0.50	0.70	คัดเลือกไว้**
7	0.525	0.25	คัดเลือกไว้
8	0.425	0.65	คัดเลือกไว้**
9	0.27	0.40	คัดเลือกไว้
10	0.48	0.64	คัดเลือกไว้**
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ 0.88			

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา
- วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา
- คะแนนจากการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตาราง วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวมระหว่างเรียน						รวม (100 %)	ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
		ใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะ (260 คะแนน) 40%	การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน (216 คะแนน) 20%	ทดสอบย่อย (40 คะแนน)	ใบกิจกรรม (40 %)	การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน (20 %)	ทดสอบย่อย (40 %)		
1	10	162	206	32	36.00	19.07	32	87.07	25
2	12	162	191	34	36.00	17.69	34	87.69	25
3	9	159	196	30	35.33	18.15	30	83.48	23
4	10	156	188	29	34.67	17.41	29	81.07	24
5	11	167	204	30	37.11	18.89	30	86.00	24
6	13	159	188	31	35.33	17.41	31	83.74	23
7	9	155	200	28	34.44	18.52	28	80.96	23
8	10	158	200	29	35.11	18.52	29	82.63	22
9	12	154	194	30	34.22	17.96	30	82.19	22
10	8	153	188	30	34.00	17.41	30	81.41	23
11	9	157	196	32	34.89	18.15	32	85.04	24
12	16	166	204	36	36.89	18.89	36	91.78	27
13	13	156	200	32	34.67	18.52	32	85.19	25
14	13	160	202	30	35.56	18.70	30	84.26	25
15	12	164	206	34	36.44	19.07	34	89.52	26
16	14	159	200	35	35.33	18.52	35	88.85	26
17	15	166	216	37	36.89	20.00	37	93.89	28
18	17	167	216	38	37.11	20.00	38	95.11	29

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวมระหว่างเรียน						รวม (100 %)	ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
		ใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะ (260 คะแนน) 40%	การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน (216 คะแนน) 20%	ทดสอบย่อย (40 คะแนน)	ใบกิจกรรม (40 %)	การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน (20 %)	ทดสอบย่อย (40 %)		
19	10	154	190	33	34.22	17.59	33	84.81	23
20	11	158	196	34	35.11	18.15	34	87.26	25
21	9	159	192	29	35.33	17.78	29	82.11	22
22	10	161	196	32	35.78	18.15	32	85.93	24
23	8	160	192	29	35.56	17.78	29	82.33	23
24	9	157	198	28	34.89	18.33	28	81.22	24
25	12	163	200	32	36.22	18.52	32	86.74	26
26	9	157	196	28	34.89	18.15	28	81.04	22
27	10	155	196	29	34.44	18.15	29	81.59	23
รวม	301	4304	5351	851	956.44	495.46	851	2302.91	656
ค่าเฉลี่ย	11.15	159.41	198.19	31.52	35.42	18.35	31.52	85.29	24.30
S.D.	2.40	4.10	7.36	2.82	0.91	0.68	2.82	3.93	1.84
ร้อยละ	37.16	88.56	91.75	78.80	88.56	91.75	78.80	85.29	80.99

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

เลขที่	คะแนน	
	ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน
1	10	25
2	12	25
3	9	23
4	10	24
5	11	24
6	13	23
7	9	23
8	10	22
9	12	22
10	8	23
11	9	24
12	16	27
13	13	25
14	13	25
15	12	26
16	14	26
17	15	28
18	17	29
19	10	23
20	11	25
21	9	22
22	10	24
23	8	23

เลขที่	คะแนน	
	ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน
24	9	24
25	12	26
26	9	22
27	10	23
รวม	301	656
E.I.= 0.6974		

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง คะแนนจากการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เลขที่	คะแนนนักเรียนหลังเรียน คะแนนเต็ม 40 คะแนน
1	35
2	34
3	30
4	28
5	32
6	30
7	28
8	33
9	32
10	30
11	31
12	36
13	30
14	32
15	34
16	33
17	38
18	38
19	30
20	32
21	31
22	30
23	31
24	30

เลขที่	คะแนนนักเรียนหลังเรียน คะแนนเต็ม 40 คะแนน
25	33
26	29
27	29
รวม	859
เฉลี่ย	31.81
S.D.	2.69
ร้อยละ	79.54

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม โดยที่ y1 คือ ผลสัมฤทธิ์ และ y2 คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา

Correlations

		y1	y2
y1	Pearson Correlation	1	.783**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	27	27
y2	Pearson Correlation	.783**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	27	27

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

ภาพประกอบ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม (r) ด้วยโปรแกรม SPSS

ผลการวิเคราะห์ตัวแปรตาม 2 ตัวแปร

General Linear Model

Multivariate Tests[a]

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	.358	6.971[b]	2.000	25.000	.004
	Wilks' Lambda	.642	6.971[b]	2.000	25.000	.004
	Hotelling's Trace	.558	6.971[b]	2.000	25.000	.004
	Roy's Largest Root	.558	6.971[b]	2.000	25.000	.004

a. Design: Intercept

b. Exact statistic

ภาพประกอบ ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (T^2) ด้วยโปรแกรม SPSS

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	y11	.000[a]	0	.	.	.
	y21	.000[b]	0	.	.	.
Intercept	y11	45.370	1	45.370	13.462	.001
	y21	88.926	1	88.926	12.293	.002
Error	y11	87.630	26	3.370		
	y21	188.074	26	7.234		
Total	y11	133.000	27			
	y21	277.000	27			
Corrected Total	y11	87.630	26			
	y21	188.074	26			

a. R Squared = .000 (Adjusted R Squared = .000)

b. R Squared = .000 (Adjusted R Squared = .000)

ภาพประกอบ ผลการวิเคราะห์ Univariate test ของคะแนนผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยโปรแกรม SPSS

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ภาคผนวก จ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 รหัสวิชา ค22102
รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เส้นขนาน จำนวน 18 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง บทนิยามของเส้นขนาน เวลาสอน 1 ชั่วโมง
สอนวัน..... ที่ .... เดือน ..... พ.ศ.๒๕..... ผู้สอน นางสาวปรีชญา วรศิริ

มาตรฐาน (Standards)

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูป
เรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

1. สาระสำคัญ (Learning Concepts)

บทนิยามของเส้นขนาน เส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบเดียวกัน ขนานกันก็ต่อเมื่อเส้นทั้งสองนี้ไม่ตัดกัน

2. ตัวชี้วัด (ตัวชี้วัดของแผน) (Indicators)

ค 2.2 ม.2/2 นำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนานและรูปสามเหลี่ยมไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objectives)

3.1. ความรู้ (Knowledge)

นักเรียนสามารถบอกบอกนิยามของเส้นขนานและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

3.2. ทักษะกระบวนการ (Skills during the process)

นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาเส้นขนานที่กำหนดให้ได้

3.3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Desired Characteristics)

นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

4. สาระการเรียนรู้ (Learning Contents)

- บทนิยามของเส้นขนาน กล่าวว่า เส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบเดียวกัน ขนานกัน ก็ต่อเมื่อเส้นตรงทั้งสองเส้นนี้ไม่ตัดกัน

- เมื่อ $\overleftrightarrow{AB}$ และ $\overleftrightarrow{CD}$ ขนานกัน เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\overleftrightarrow{AB} \parallel \overleftrightarrow{CD}$ หรือ $\overleftrightarrow{CD} \parallel \overleftrightarrow{AB}$

- ส่วนของเส้นตรงหรือรังสีขนานกัน เมื่อส่วนของเส้นตรงหรือรังสีนั้นเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรงที่ขนานกัน

5. ชิ้นงานหรือภาระงาน (work)

- ใบงานที่ 1
- แบบฝึกหัดที่ 1

6. การวัดและการประเมิน (Evaluation)

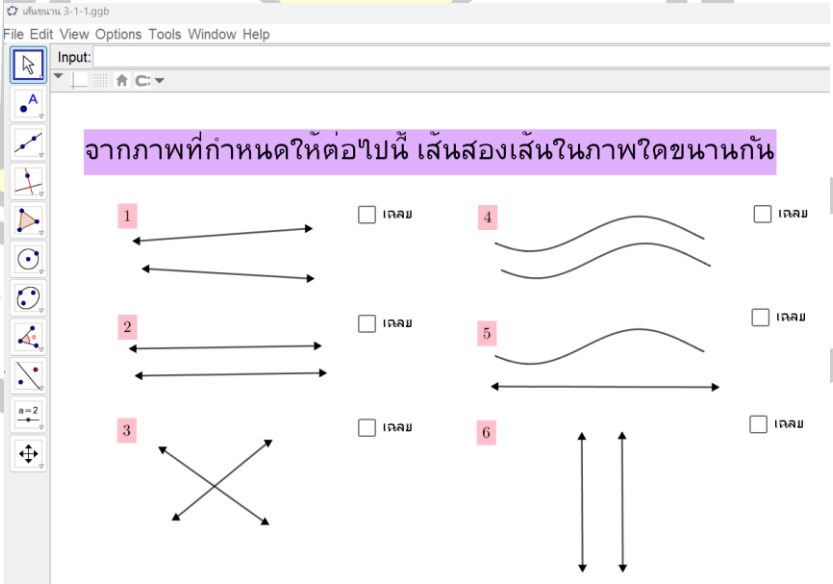
สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
1. ด้านความรู้	ตรวจงานใบงานที่ 1และแบบฝึกหัดที่ 1	- ใบงานที่ 1 - แบบฝึกหัดที่ 1	ได้คะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ตรวจงานใบงานที่ 1	แบบประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ได้คะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินพฤติกรรมการเรียน	ได้คะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป

7. กระบวนการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Process)

วิธีสอน : การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและแนวคิดของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบรา

1. ขั้นกำหนดขอบเขตของปัญหา

1.1 ครูแสดงโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ โดยเปิดไฟล์ เส้นขนาน 3-1-1.ggb ในโปรแกรมจีโอจีบรา



ครูถาม : “จากภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เส้นสองเส้นในภาพใดขนานกัน”

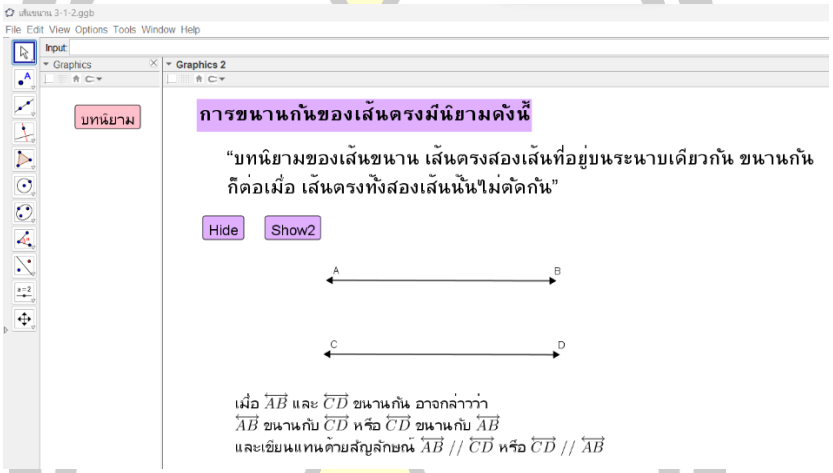
(แนวตอบ ขนานหรือไม่ขนาน)

2. ขั้นแสดงและอธิบายทฤษฎี หลักการ ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา

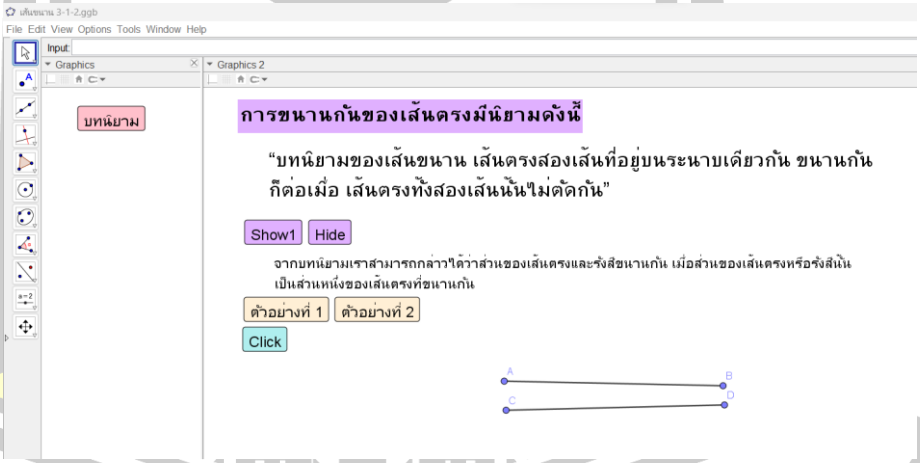
2.1 ครูแสดงนิยามของเส้นขนานโดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เปิดไฟล์ เส้นขนาน 3-1-2.ggb

ครูอ่าน : “บทนิยามของเส้นขนาน คือ เส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบเดียวกัน ขนานกันก็ต่อเมื่อเส้นตรงทั้งสองเส้นนั้นไม่ตัดกัน”

ครูพูด : “จากบทนิยามข้างต้นเราสามารถจะได้ว่า เมื่อ $\overleftrightarrow{AB}$ และ $\overleftrightarrow{CD}$ ขนานกัน สามารถเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\overleftrightarrow{AB} \parallel \overleftrightarrow{CD}$ หรือ $\overleftrightarrow{CD} \parallel \overleftrightarrow{AB}$ ” (ครูกดปุ่ม Show1)

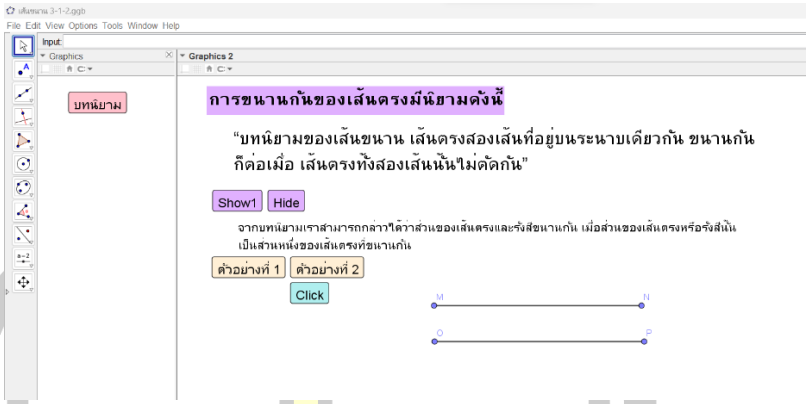


2.2 ใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เปิดไฟล์ เส้นขนาน 3-1-2.ggb (ครูกดปุ่ม Show2 ตัวอย่างที่ 1)



แสดงส่วนของเส้นตรง AB และส่วนของเส้นตรง CD แล้วให้นักเรียนสังเกตส่วนของเส้นตรงทั้งสองเส้นตรวจสอบเทียบกับบทนิยามของเส้นขนาน แล้วถามว่า “จากบทนิยาม ส่วนของเส้นตรง AB และส่วนของเส้นตรง CD ขนานกันหรือไม่” (แนวตอบ ขนานหรือไม่ขนาน) จากนั้นครูแสดงการต่อส่วนของเส้นทั้งสองเส้นจากจุดปลายทั้งสองข้างเป็นเส้นตรง แล้วให้นักเรียนสังเกตและตรวจสอบเทียบกับบทนิยามของเส้นขนาน แล้วถามว่า “จากบทนิยาม ส่วนเส้นตรง AB และส่วนเส้นตรง CD ขนานกันหรือไม่” (แนวตอบ ไม่ขนาน)

(ครูกดปุ่ม Show2 ตัวอย่างที่ 2)



แสดงส่วนของเส้นตรง MN และส่วนของเส้นตรง OP แล้วให้นักเรียนสังเกตส่วนของเส้นตรงทั้งสองเส้นตรวจสอบเทียบกับบทนิยามของเส้นขนาน แล้วถามว่า "จากบทนิยาม ส่วนของเส้นตรง MN และส่วนของเส้นตรง OP ขนานกันหรือไม่" (แนวตอบ ขนานหรือไม่ขนาน) จากนั้นครูแสดงการต่อส่วนของเส้นทั้งสองเส้นจากจุดปลายทั้งสองข้างเป็นเส้นตรง แล้วให้นักเรียนสังเกตจและตรวจสอบเทียบกับบทนิยามของเส้นขนาน แล้วถามว่า "จากบทนิยาม ส่วนเส้นตรง MN และส่วนเส้นตรง OP ขนานกันหรือไม่" (แนวตอบ ขนาน)

ครูถามนักเรียนว่า "จากตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 เราสามารถสรุปได้ว่าส่วนของเส้นตรงจะขนานกันเมื่อ....." (แนวตอบ เมื่อส่วนของเส้นตรงนั้นเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรงที่ขนานกัน)

ครูสรุปว่า "ส่วนของเส้นตรงหรือรังสีขนานกัน เมื่อส่วนของเส้นตรงหรือรังสีนั้นเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรงที่ขนานกัน"

3. ขั้นใช้ทฤษฎี หลักการ

3.1 เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้หลักการการตรวจสอบว่าเส้นตรงสองเส้นขนานกันหรือไม่ แล้วให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา ในใบงานที่ 1 ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเข้าใจโจทย์ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนต้องบอกได้ว่าสิ่งโจทย์ต้องการคืออะไร

(แนวตอบ ตรวจสอบว่าภาพที่ 1-6 ภาพใดบ้างที่ขนานกัน)

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนต้องเลือกวิธีการหาคำตอบ

(แนวตอบ ใช้บทนิยามของเส้นขนานในการตรวจสอบว่าภาพที่ 1-6 ภาพใดบ้างที่ขนานกัน)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการหาคำตอบ ขั้นนี้นักเรียนจะต้องแสดงวิธีการหาคำตอบและวิธีคิดที่ได้มาซึ่งคำตอบจากโจทย์ปัญหา ตามวิธีการที่เลือกไว้

(แนวตอบ 1. ตรวจสอบว่าเส้นในแต่ละภาพ ถ้าไม่เป็นเส้นตรงทุกเส้นจะไม่เป็นเส้นที่ขนานกัน แต่ถ้าเป็นเส้นตรงทุกเส้น ให้ตรวจสอบต่อในขั้นถัดไปว่าถ้าลากเส้นตรงต่อไปจะตัดกันหรือไม่ถ้าตัดกันแสดงว่าเส้นตรงคู่นั้นไม่ขนานกัน แต่ถ้าไม่ตัดกันแสดงว่าเส้นตรงคู่นั้นขนานกัน

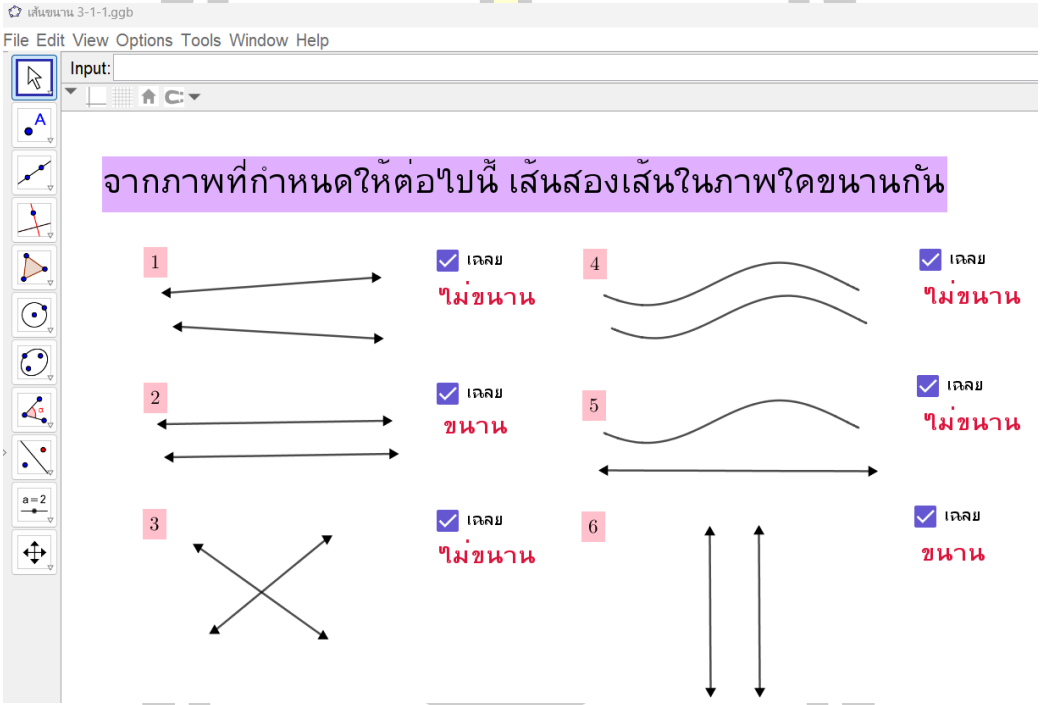
2. นักเรียนอาจใช้การวาดภาพแสดงวิธีการหาคำตอบ)

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ ขั้นนี้นักเรียนจะต้องตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา

(แนวตอบ 1. ตรวจสอบคำตอบที่ได้กับบทนิยาม สรุปคำตอบได้ว่า รูปที่ 2 และ 6 เป็นเส้นคู่ที่ขนานกัน ส่วน รูปที่ 1 และ 2-4 เป็นเส้นคู่ที่ไม่ขนานกัน)

4. ขั้นตรวจสอบและสรุป ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา

4.1 เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าในการตรวจสอบคำตอบ โดยเปิดเส้นขนาน 3-1-1.ggb แล้วคลิกเฉลย



4.2 ให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบคำตอบของตัวเองและอภิปรายคำตอบ

4.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป

5. ขั้นฝึกปฏิบัติ

5.1 ครูกำหนดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนใช้ ทฤษฎี หลักการ แก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิมเพื่อฝึกการนำ ทฤษฎี หลักการ ให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

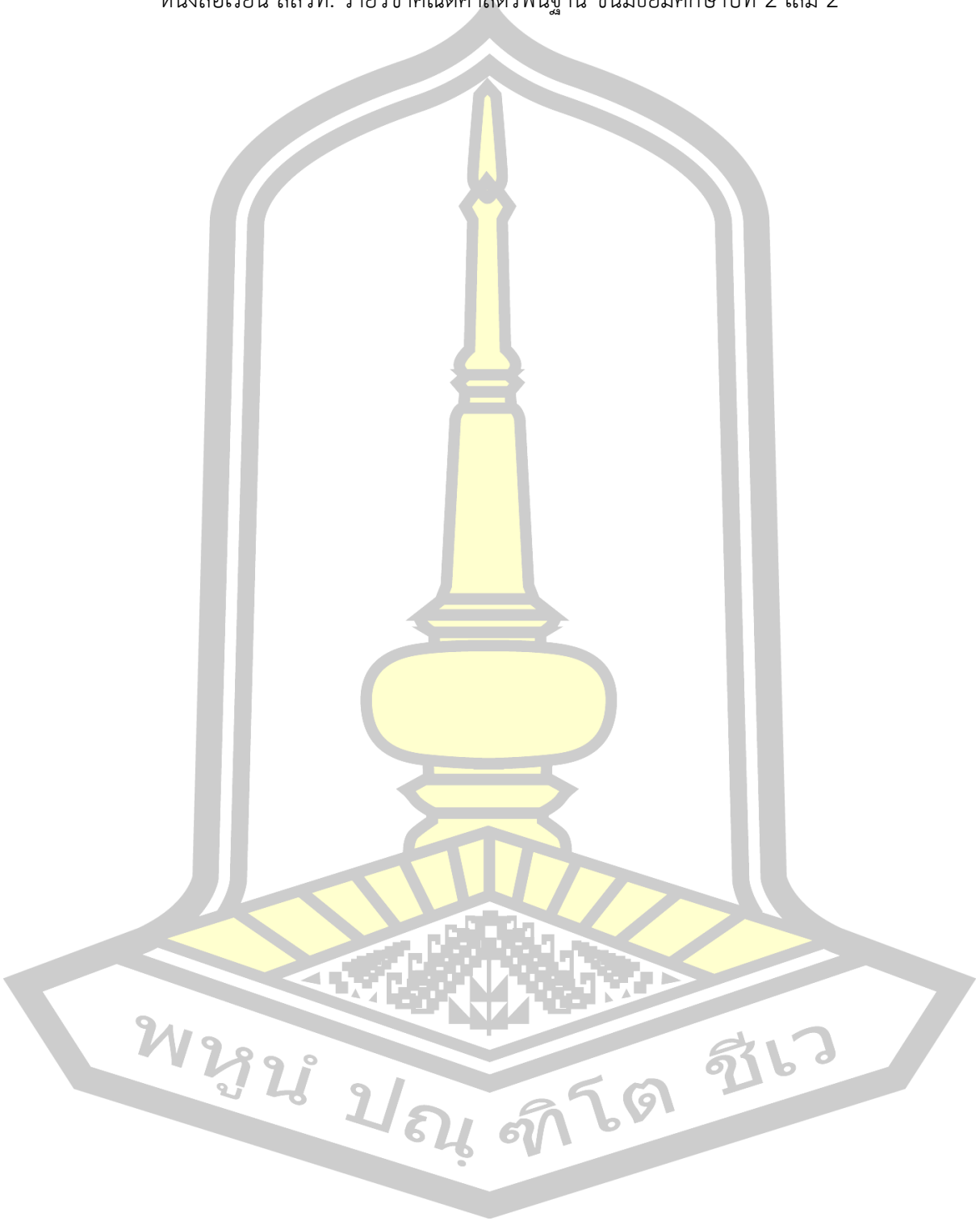
5.2 ให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยา

8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้ (Learning medias)

- หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.2 เล่ม 2 สสวท.
- สื่อการสอนจีโอจีบรา เส้นขนาน 3.1.1
- สื่อการสอนจีโอจีบรา เส้นขนาน 3.1.2
- แบบฝึกหัดที่ 1

9. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียน สสวท. รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2



บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

1. ผลการเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ (K) (ผลการตรวจใบงาน)

.....

.....

.....

.....

1.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) (ผลการตรวจแบบวัดทักษะ/กระบวนการ)

.....

.....

.....

.....

1.3 ด้านเจตคติ / คุณลักษณะฯ (A) (การสังเกตพฤติกรรมในการเรียน)

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวปรีชญา วรศิริ)

ผู้วิจัย

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นของผู้ตรวจ

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวปรีชญา วรศิริ)

ตำแหน่ง ครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายวรนาถ เพ็งพุฒ)

ตำแหน่ง หัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายอดิศักดิ์ นนทะสี)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

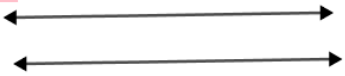
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

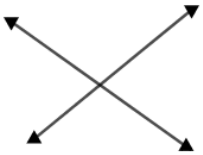
ใบงานที่ 1

เรื่อง เส้นขนาน

จากภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เส้นสองเส้นในภาพใดขนานกัน

1 ☐ เฉลย

2  ☐ เฉลย

3  ☐ เฉลย

4 ☐ เฉลย

5 ☐ เฉลย

6 ☐ เฉลย

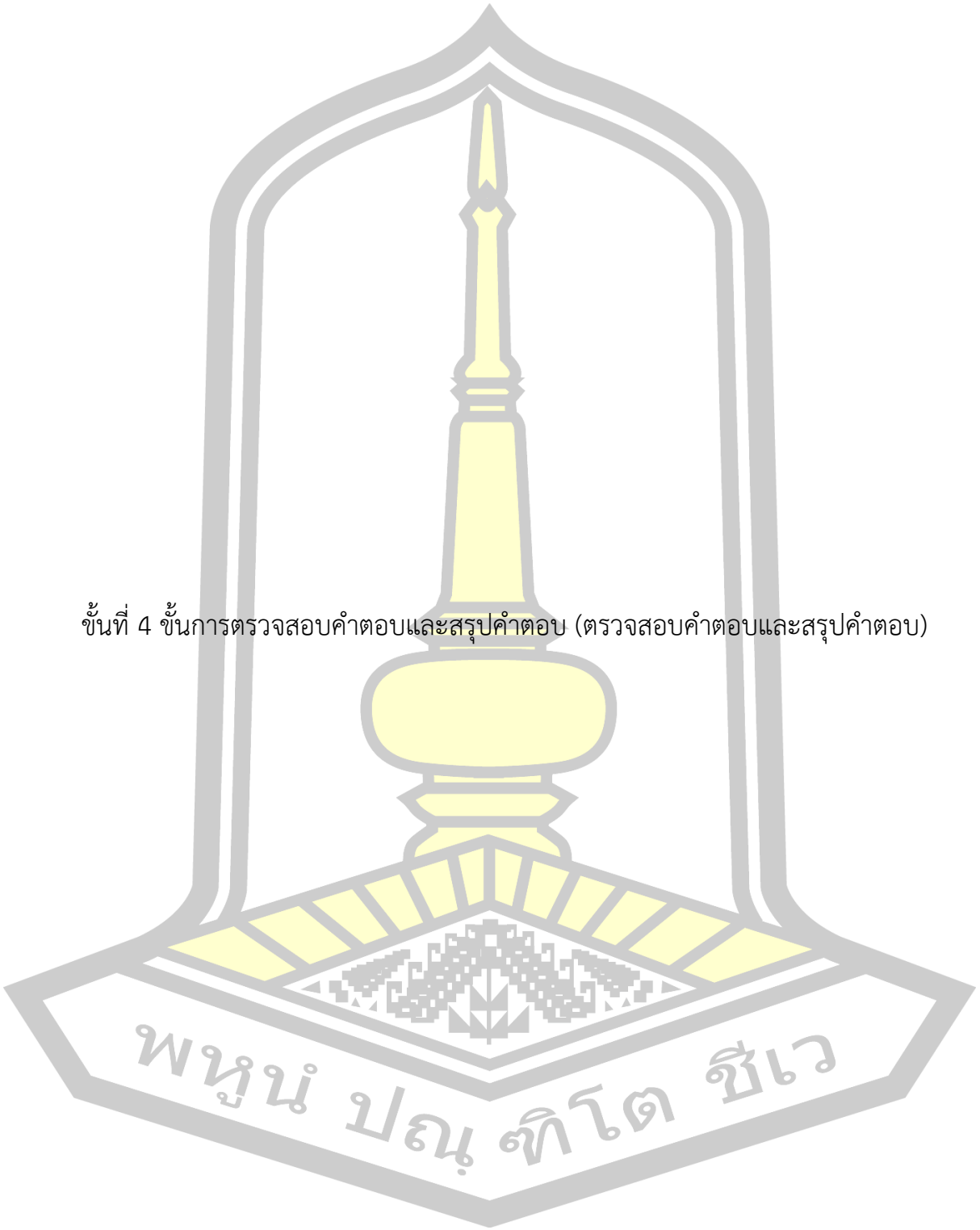
วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นเข้าใจโจทย์ปัญหา (สิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร)

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (เลือกวิธีการหาคำตอบ)

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการหา (แสดงวิธีการหาคำตอบและวิธีคิด)

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ (ตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ)

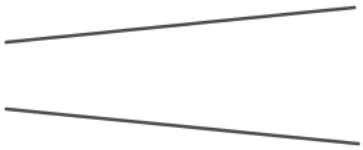


แบบฝึกหัดที่ 1

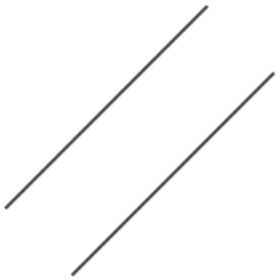
เรื่อง เส้นขนาน

จากภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เส้นสองเส้นในภาพใดขนานกัน

1



3



2

4

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นเข้าใจโจทย์ปัญหา (สิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร)

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (เลือกวิธีการหาคำตอบ)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการหา (แสดงวิธีการหาคำตอบและวิธีคิด)

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ (ตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ)

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

แบบบันทึกคะแนน

คำชี้แจง :ให้ผู้สอนประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน/พฤติกรรมของนักเรียนตามสภาพจริง

แผนที่.....วันที่สอน.....เดือน.....พ.ศ..... ชั้น.....จำนวน .....

ที่	ชื่อ	ใบงาน ที่ 1	แบบฝึกหัด ที่ 1	พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	แบบทดสอบย่อย
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					

แบบบันทึกคะแนน

คำชี้แจง :ให้ผู้สอนประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน/พฤติกรรมของนักเรียนตามสภาพจริง

แผนที่.....วันที่สอน.....เดือน.....พ.ศ..... ชั้น.....จำนวน .....

ที่	ชื่อ	ใบงาน ที่ 1	แบบฝึกหัด ที่ 1	พฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	แบบทดสอบย่อย
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					

ลงชื่อ.....

(นางสาวปรีชญา วรศิริ)

ครูผู้สอน

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1. การทำความเข้าใจปัญหา	มีเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหา ถูกต้องครบถ้วน	2
	มีเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหา เพียงบางส่วน หรือมีบางส่วนเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายของปัญหาบางส่วนผิด	1
	ไม่มีมีเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหา การเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหา	0
2.วางแผนการแก้ปัญหา	มีการเขียนแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม	2
	มีการเขียนแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงวิธีการแก้ปัญหา แต่ไม่เหมาะสมหรือสื่อความหมายไม่ชัดเจน	1
	ไม่มีมีการเขียนแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความที่แสดงถึงวิธีการแก้ปัญหา	0
3.การดำเนินการแก้ปัญหา	มีการแสดงวิธีการทำเป็นขั้นตอน สื่อความหมายชัดเจนสมบูรณ์ไม่มีความผิดพลาดในการคำนวณ แต่อาจมีการเขียนสัญลักษณ์บางอย่างที่ไม่ส่งผลต่อการหาคำตอบผิดพลาดเล็กน้อย	2
	มีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความแสดงวิธีทำที่เหมาะสมเกือบสมบูรณ์ หรือเขียนอธิบายแนวคิดเขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความสมบูรณ์แต่มีการคำนวณผิดพลาด	1
	ไม่มีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความใดเลยหรือมีการเขียนอธิบายแนวคิด เขียนสัญลักษณ์ หรือเขียนข้อความแต่ไม่ใช่วิธีที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการ	0
4.การตรวจสอบผล	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจสอบคำตอบที่เหมาะสมถูกต้องสมบูรณ์ไม่มีข้อผิดพลาดใดเลย	2
	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบที่เหมาะสมถูกต้อง แต่มีความผิดพลาดในการคำนวณหรือเขียนสัญลักษณ์ผิดพลาด	1
	ไม่มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบ หรือมีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบไม่เหมาะสม ไม่สามารถยืนยันคำตอบที่คำนวณได้	0

****หมายเหตุ ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดมีคะแนนเต็มอย่างละ 5 คะแนน โดยต้องนำคะแนนที่ได้มาคูณ 5 แล้วหารด้วยคะแนนเต็มของใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดนั้น ๆ**

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

1.1 การประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนด้านความตรงต่อเวลาในการเข้าเรียน และส่งงาน

คำอธิบายระดับคุณภาพ	ระดับคุณภาพ	คะแนน
ผู้เรียนเข้าเรียนตรงเวลา และมีการส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนดไว้	ดีมาก	4
ผู้เรียนเข้าเรียนตรงเวลา แต่มีการส่งงานช้ากว่าเวลาที่กำหนดไว้นิดหน่อย	ดี	3
ผู้เรียนเข้าเรียนไม่ตรงเวลา และมีการส่งงานช้ากว่าเวลาที่กำหนดไว้มาก	พอใช้	2
ผู้เรียนเข้าเรียนไม่เข้าเรียน และไม่ส่งงาน	ปรับปรุง	1

1.2 การประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนด้านการเข้าร่วมกิจกรรม การแสดงความคิดเห็น การพูดคุยแลกเปลี่ยนข้อมูลของตนกับเพื่อนร่วมชั้น

คำอธิบายระดับคุณภาพ	ระดับคุณภาพ	คะแนน
ผู้เรียนเข้าร่วมและให้ความสนใจในทุกกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น สามารถแสดงความคิดเห็น พูดคุยแลกเปลี่ยนข้อมูลของตนเองกับเพื่อนร่วมชั้นได้	ดีมาก	4
ผู้เรียนเข้าร่วมและให้ความสนใจในบางกิจกรรม สามารถแสดงความคิดเห็นได้เป็นบางเรื่อง พูดคุยแลกเปลี่ยนข้อมูลของตนเองกับเพื่อนร่วมชั้นได้	ดี	3
ผู้เรียนไม่ค่อยให้ความร่วมมือในกิจกรรม สามารถแสดงความคิดเห็นได้เป็นส่วนน้อย พูดคุยแลกเปลี่ยนข้อมูลของตนเองกับเพื่อนร่วมชั้นได้	พอใช้	2
ผู้เรียนไม่ให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนรู้	ปรับปรุง	1

1.3 การประเมินพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนด้านการตอบคำถาม

คำอธิบายระดับคุณภาพ	ระดับคุณภาพ	คะแนน
ผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้ทุกคำถาม และอธิบายเหตุผลและที่มาของคำตอบได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	ดีมาก	4
ผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้บางคำถาม และอธิบายเหตุผลและที่มาของคำตอบได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	ดี	3
ผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้บางคำถาม แต่อธิบายเหตุผลและที่มาของคำตอบไม่ได้	พอใช้	2
ผู้เรียนไม่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถามในการจัดการเรียนรู้	ปรับปรุง	1

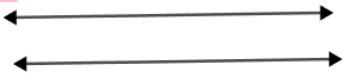
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

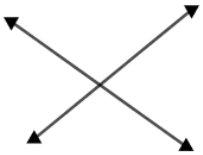
ใบงานที่ 1 (เฉลย)

เรื่อง เส้นขนาน

จากภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เส้นสองเส้นในภาพใดขนานกัน

1 ☐ เฉลย

2  ☐ เฉลย

3  ☐ เฉลย

4 ☐ เฉลย

5 ☐ เฉลย

6 ☐ เฉลย

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นเข้าใจโจทย์ปัญหา (สิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร)

ตรวจสอบว่าภาพที่กำหนดให้ทั้ง 6 ภาพ มีภาพใดบ้างที่เส้นสองเส้นขนานกัน

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (เลือกวิธีการหาคำตอบ)

ใช้บทนิยามของเส้นขนาน คือ เส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบเดียวกัน ขนานกันก็ต่อเมื่อ เส้นตรงทั้งสองเส้นนั้นไม่ตัดกัน ในการตรวจสอบว่าภาพที่ 1-6 ภาพใดบ้างที่ขนานกัน

1. ตรวจสอบว่าเส้นในภาพที่ 1-6 เป็นเส้นตรงหรือไม่ ถ้าไม่เป็นเส้นตรงให้สรุปว่าไม่ขนานกัน ถ้าเป็นเส้นตรงให้ทำต่อใน 2.

2. ต่อจุดปลายของเส้นตรงออกแล้วดูว่ามีแนวโน้มจะมาตัดกันหรือไม่ ถ้ามีให้สรุปว่าไม่ขนานกันแต่ถ้าไม่มีแสดงว่าเส้นตรงคู่นั้นขนานกันตามนิยาม

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการหา (แสดงวิธีการหาคำตอบและวิธีคิด)

ภาพที่ 1 เป็นเส้นตรงทั้งสองเส้น แต่เมื่อต่อจุดปลายของเส้นตรงทั้งสองด้านแล้วมีจุดที่ตัดกัน ดังนั้น เส้นทั้งสองในภาพที่หนึ่งไม่ขนานกัน

ภาพที่ 2 เป็นเส้นตรงทั้งสองเส้น และเมื่อต่อจุดปลายของเส้นตรงทั้งสองด้านแล้วไม่มีแนวโน้มที่จะมีจุดที่ตัดกัน ดังนั้น เส้นทั้งสองในภาพที่สองขนานกัน

ภาพที่ 3 เป็นเส้นตรงทั้งสองเส้น และมีจุดที่ตัดกัน ดังนั้น เส้นทั้งสองในภาพที่สามไม่ขนานกัน

ภาพที่ 4 ไม่เป็นเส้นตรงทั้งสองเส้น ดังนั้น เส้นทั้งสองในภาพที่สี่ไม่ขนานกัน

ภาพที่ 5 มีหนึ่งเส้นไม่เป็นเส้นตรง ดังนั้น เส้นทั้งสองในภาพที่ห้าไม่ขนานกัน

ภาพที่ 6 เป็นเส้นตรงทั้งสองเส้น และเมื่อต่อจุดปลายของเส้นตรงทั้งสองด้านแล้วไม่มีแน้วโน้มที่จะมีจุดที่ตัดกัน ดังนั้น เส้นทั้งสองในภาพที่หกขนานกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ (ตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ)

- ภาพที่ 2 และ ภาพที่ 6 ขนานกัน
- ภาพที่ 1 ภาพที่ 3 ภาพที่ 4 และ ภาพที่ 5 ไม่ขนานกัน

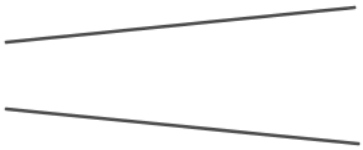
พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบฝึกหัดที่ 1 (เฉลย)

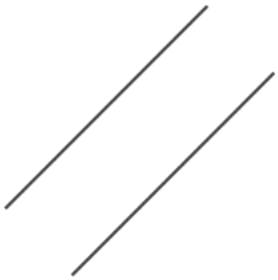
เรื่อง เส้นขนาน

จากภาพที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เส้นสองเส้นในภาพใดขนานกัน

1



3



2

4

วิธีทำ ขั้นที่ 1 ขั้นเข้าใจโจทย์ปัญหา (สิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร)

ตรวจสอบว่าภาพที่กำหนดให้ทั้ง 4 ภาพ มีภาพใดบ้างที่เส้นสองเส้นขนานกัน

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (เลือกวิธีการหาคำตอบ)

ใช้บทนิยามของเส้นขนาน คือ เส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบเดียวกัน ขนานกันก็ต่อเมื่อ เส้นตรงทั้งสองเส้นนั้นไม่ตัดกัน ในการตรวจสอบว่าภาพที่ 1-4 ภาพใดบ้างที่ขนานกัน

1. ตรวจสอบว่าเส้นในภาพที่ 1-4 เป็นเส้นตรงหรือไม่ ถ้าไม่เป็นเส้นตรงให้สรุปว่าไม่ขนานกัน ถ้าเป็นเส้นตรงให้ทำต่อใน 2.

2. ต่อจุดปลายของเส้นตรงออกแล้วดูว่ามีแนวโน้มจะมาตัดกันหรือไม่ ถ้ามีให้สรุปว่าไม่ขนานกันแต่ถ้าไม่มีแสดงว่าเส้นตรงคู่นั้นขนานกันตามนิยาม

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการหา (แสดงวิธีการหาคำตอบและวิธีคิด)

ภาพที่ 1 เป็นเส้นตรงทั้งสองเส้น แต่เมื่อต่อจุดปลายของเส้นตรงทั้งสองด้านแล้วมีจุดที่ตัดกัน ดังนั้น เส้นทั้งสองในภาพที่หนึ่งไม่ขนานกัน

ภาพที่ 2 เป็นเส้นตรงทั้งสองเส้น และเมื่อต่อจุดปลายของเส้นตรงทั้งสองด้านแล้วไม่มีแนวโน้มที่จะทีจุดที่ตัดกัน ดังนั้น เส้นทั้งสองในภาพที่สองขนานกัน

ภาพที่ 3 เป็นเส้นตรงทั้งสองเส้น และเมื่อต่อจุดปลายของเส้นตรงทั้งสองด้านแล้วไม่มีแนวโน้มที่จะทีจุดที่ตัดกัน ดังนั้น เส้นทั้งสองในภาพที่สามขนานกัน

ภาพที่ 4 เป็นเส้นตรงทั้งสองเส้น แต่เมื่อต่อจุดปลายของเส้นตรงทั้งสองด้านแล้วมีจุดที่ตัดกัน ดังนั้น เส้นทั้งสองในภาพที่สี่ไม่ขนานกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ (ตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ)

- ภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3 ขนานกัน
- ภาพที่ 1 และ ภาพที่ 4 ไม่ขนานกัน

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บรรณานุกรม

Charles, & R., L., F., & O'Daffer. (1987). *How to evaluate progress in solving problem*. National Council of Teachers of Mathematics.

Geogebra. (2021). *GeoGebra* คืออะไร.

Polya, G. (2014). *How to solve it : a new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.

กรมวิชาการ. (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. In. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ : โครงการพัฒนาตำราและสื่อสำหรับหลักสูตรการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

ฉลาด สายสินธิ์. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราเรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 25(2), 82-95.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ].

ยุพิน พิพิธกุล. (2542). การแก้ปัญหา. วารสารคณิตศาสตร์, 42, 485-487.

รัฐพงศ์ คงพินิจ. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการของโพลยาร่วมกับสื่อจีโอจีบราเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สี่เหลี่ยมมุมฉากชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 19(3), 215-226.

วนัญชนา เชิงดี. (2555). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ศศิธร แม้นสงวน. (2556). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ศุภกานต์ ชัยประโคน. (2566). ผลการรจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความรู้สึกเชิงจำนวน เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 17(3), 211-221.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. 3- คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

สมนึก ภัททิยธนี. (2544). การวัดผลการศึกษา. ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สินธุระเวชญ์, ส. (2544). กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน. วัฒนาพานิช.

สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.).

สุกฤษฎิ์ ชุมภูจันทร์. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม]. มหาสารคาม.

สุนันทา แสงสุข. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัค ติวิสต์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มหาวิทยาลัยขอนแก่น]. ขอนแก่น.

อัจฉราภรณ์ บุญจริง. (2551). พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของPolya กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่3. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 34, 114-163.

อัมพร ม้าคนอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. บพิธการพิมพ์.

อาริสา รัตนเพ็ชร และจิราพร ชมพิกุล. (2544). รายงานผลการวิจัยการพัฒนาทักษะการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน1 ของนักศึกษาปีที่ 1 คณวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์]. สงขลา.

เผชิญ กิจระการ. (2546). การหาค่าดัชนีสัมประสิทธิผล. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

แขมมณี, ทิศนา. (2560). 14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ. ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพศาล หวังพานิช. (2536). วิธีการวิจัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ไสว ฟักขาว. (2544). หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ. โอเดียนสโตร์.

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	ปรีชญา วรศิริ
วันเกิด	14 กันยายน 2538
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	192/15 หมู่ 10 ต.หนองบัวศาลา อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก ตำบลปอพาน อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2557 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนางรอง พ.ศ.2562 ปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ศึกษาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ.2567 ปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว