ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิทยานิพนธ์

ของ

อุไรวรรณ คำเมือง

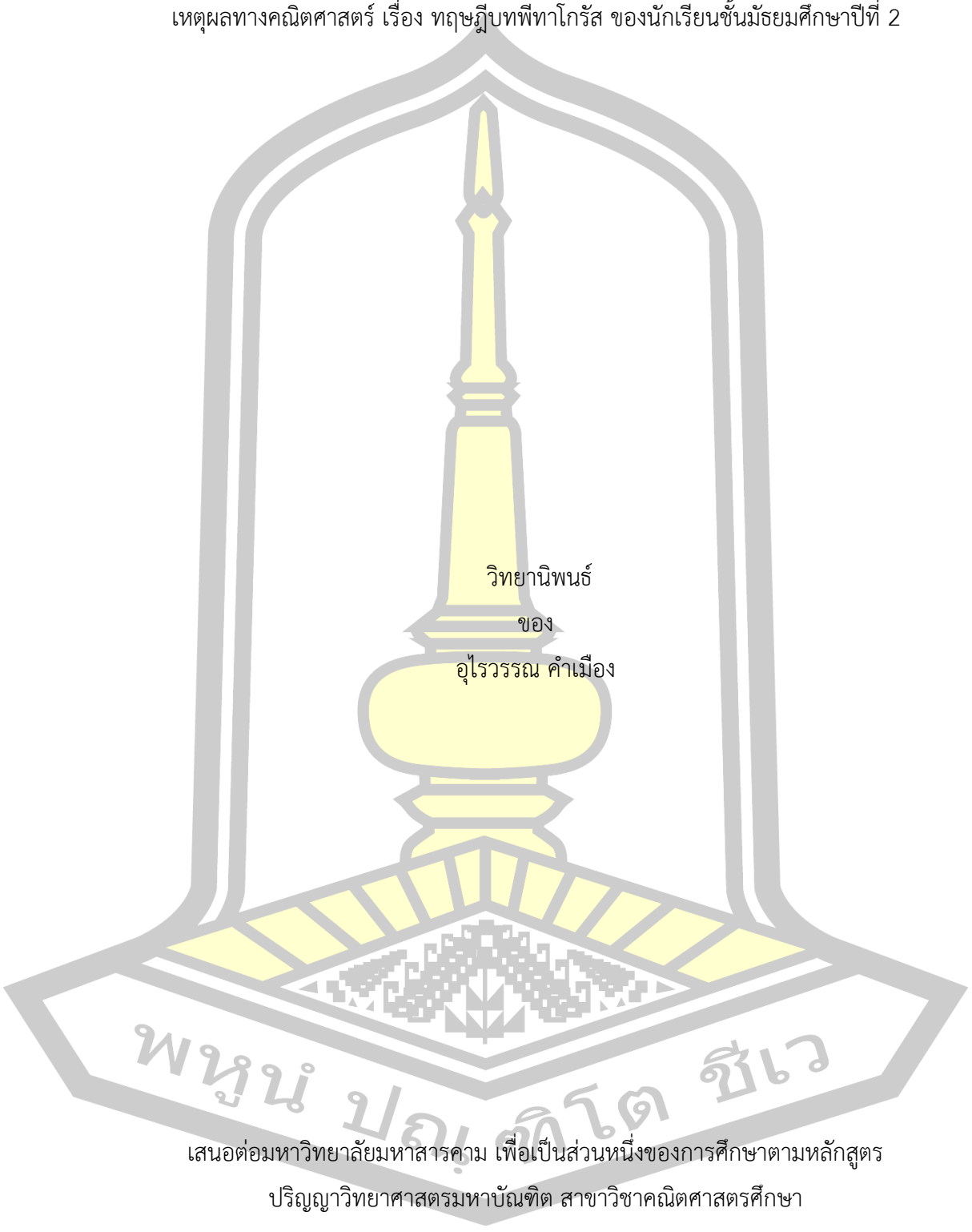
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา

พฤษภาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



วิทยานิพนธ์

ของ

อุไรวรรณ คำเมือง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

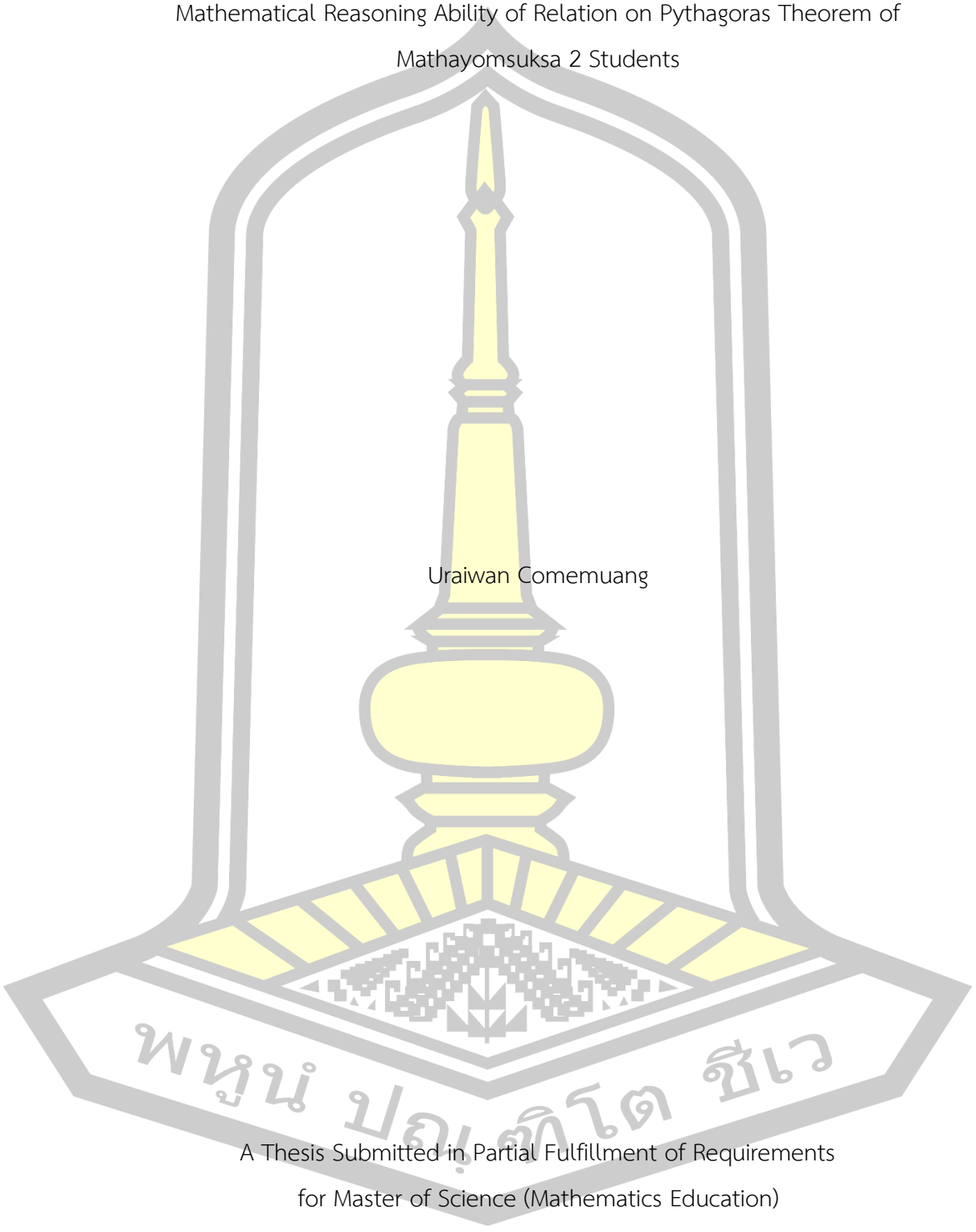
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา

พฤษภาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Effects of Inductive Learning Activity on Mathematical Concepts and Mathematical Reasoning Ability of Relation on Pythagoras Theorem of Mathayomsuksa 2 Students

Uraiwan Comemuang



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Science (Mathematics Education)

May 2019

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวอุไรวรรณ คำเมือง แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. นงลักษณ์ วิริยะพงษ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(อ. ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. มนตรี ทองมูล)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. ชวลิต บุญปก)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

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

.....
(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ชื่อเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัย อุไรวรรณ คำเมือง

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงลักษณ์ วิริยะพงษ์

อาจารย์ ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** คณิตศาสตรศึกษา

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 3) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 4) เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) โดยแต่ละห้องเรียนจัดการเรียนรู้แบบคละความสามารถ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน คละกันไป เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบอุปนัย รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 18 แผน 2) แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.4 ถึง 0.625 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.8 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.928 3) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อัตนัยแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.425 ถึง 0.6 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B)

ตั้งแต่ 0.55 ถึง 0.7 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.832 4) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อัตนัยแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.35 ถึง 0.525 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตั้งแต่ 0.450 ถึง 0.7 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.844 สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t – test for one sample

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.41/77.63 เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 75/75

2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 0.6175 ซึ่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 61.75

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย / มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ / ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

TITLE The Effects of Inductive Learning Activity on Mathematical Concepts and Mathematical Reasoning Ability of Relation on Pythagoras Theorem of Mathayomsuksa 2 Students

AUTHOR Uraiwan Comemuang

ADVISORS Assistant Professor Nongluk Viriyapong , Ph.D.

Monchaya Chiangpradit , Ph.D.

DEGREE Master of Science **MAJOR** Mathematics Education

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2019

ABSTRACT

This purposes of this research were 1) develop the inductive lesson plan which encourage the mathematical concept and mathematical reasoning ability of Pythagoras theorem of Mathayomsuksa 2 students based on 75/75 criteria, 2) to study the effectiveness index of learning activity of Pythagoras theorem of Mathayomsuksa 2, 3) to compare the mathematical concept of Pythagoras theorem of Mathayomsuksa 2 after learning by inductive model with 70 percent criteria, 4) to compare the mathematical reasoning ability Pythagoras theorem of Mathayomsuksa 2 after learning by inductive activity with 70 percent criteria.

The subjects of this study were 40 students (1 classes) in the 2nd semester of academic year 2018 at Buriram Pittayakom school, Buriram, the secondary educational office area 32. They samples were randomly selected by using cluster random sampling. Students in each classroom were divided into proficient group, intermediate group and low-level group. The instruments used for collecting data were 1) 18 lesson plans of the mathematics learning activity base on Pythagoras theorem of Mathayomsuksa 2 2) the achievement test were 20 four-alternative items of mathematics, it has difficulty (p) from 0.4 to 0.625 the discrimination (B) in each item is from 0.25 to 0.8 the reliability at 0.928 3) 5 items of the subjective exam writing of the mathematical concept Pythagoras theorem of

Mathayomsuksa 2, it has difficulty (p) from 0.425 to 0.6 the discrimination (B) in each item is from 0.55 to 0.7 the reliability at 0.832 4) 5 items of the subjective exam writing of mathematic reasoning ability Pythagoras theorem of Mathayomsuksa 2, it has difficulty (p) from 0.35 to 0.525 the discrimination (B) in each item is from 0.45 to 0.7 the reliability at 0.844. statistics used in the research include: a percentage, a mean, a standard deviation and t – test for one sample.

The research findings were as follows;

1. The inductive lesson plan which encourage the mathematical concept and mathematical reasoning ability of Pythagoras theorem of Mathayomsuksa 2 students found that its efficiency were 80.41/77.63. It was in the setting criteria 75/75.

2. The effectiveness index of learning activity of Pythagoras theorem of Mathayomsuksa 2 found that there were 0.6175. it showed that students had learning progress were 61.75.

3. The mathematical concept of Pythagoras theorem of Mathayomsuksa 2 after learning by inductive model was statistically higher 70 percent criterion at 0.5 level.

4. The mathematical reasoning ability Pythagoras theorem of Mathayomsuksa 2 after learning by inductive model was statistically higher 70 percent criterion at 0.5 level.

Keyword : Inductive learning activity / Mathematical concepts / Mathematical reasoning ability

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จและสมบูรณ์ได้ด้วยตวามเมตตากรุณาและความช่วยเหลือตลอดการทำวิทยานิพนธ์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.มนชยา เจียงประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ สีบุตร ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล กรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต บุญปก กรรมการสอบ ที่ได้เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือและแนะนำ ให้คำปรึกษา ชี้แนะ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบรพะคุณ ดร.ภานุวัช ปุรณะศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วชิรารักษณ์ โอรสรัมย์ อาจารย์ไพรัชช์ จันทร์งาม คุณครูอัครณัฐ บุญมะยา และคุณครูณัฐพร นวนสาย ผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้จนได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียน โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 ทุกท่านที่มีส่วนร่วมและเป็นกำลังใจในการใช้เครื่องมือวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อมงคล คำหวัน คุณแม่เสงี่ยม กลางชาติ ตลอดจนญาติพี่น้องทุกคน ที่ให้ความรักความห่วงใย สนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบุพการีและบูรพาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

อุไรวรรณ คำเมือง

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
สารบัญ ..... ฌ
สารบัญตาราง ..... ฏ
สารบัญภาพประกอบ ..... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 หลักการและเหตุผล 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6
1.3. สมมติฐานของการวิจัย 6
1.4 ความสำคัญของการวิจัย 7
1.5 ขอบเขตของการวิจัย 7
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 8
บทที่ 2 ปริทัศน์เอกสารข้อมูล 11
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 11
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย 16
2.3 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 29
2.4 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 53
2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 62
2.6 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 65

2.7 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 71
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 74
2.8.1 งานวิจัยในประเทศ 74
2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ 81
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 83
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 83
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 83
3.3 วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ 84
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 100
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 101
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 109
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 109
4.2 ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 110
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 110
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 115
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 115
5.2 สรุปผล 116
5.3 อภิปรายผล 116
5.4 ข้อเสนอแนะ 127
5.4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ 127
5.4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป 128
บรรณานุกรม 129
ภาคผนวก 138

ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 139
ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 155
ภาคผนวก ค ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้และผลประเมิน 172
ภาคผนวก ง คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 180
ภาคผนวก จ คะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล 189
ภาคผนวก ฉ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย 208
ภาคผนวก ช ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย t-test 212
ภาคผนวก ฌ หนังสือขอความอนุเคราะห์ 215
ประวัติผู้เขียน 224

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงหัวข้อการแบ่งข้อเรื่องและจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย 8

ตารางที่ 2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง 15

ตารางที่ 3 การสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย 24

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 50

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนการทำข้อสอบแบบอัตนัย ทักษะ/กระบวนการ การให้เหตุผล 61

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 61

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนผู้เชี่ยวชาญและค่าการยอมรับขั้นต่ำ 67

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 84

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 88

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 91

ตารางที่ 11 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 94

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 98

ตารางที่ 13 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 99

ตารางที่ 14 แสดงรูปแบบของการวิจัย 101

ตารางที่ 15 ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 111

ตารางที่ 16 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 113

ตารางที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 113

ตารางที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 114

ตารางที่ 19 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 176

ตารางที่ 20 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 178

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผลการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 181

ตารางที่ 22 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 183

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 185

ตารางที่ 24 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 186

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 187

ตารางที่ 26 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 188

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 42
ภาพที่ 2 แสดงการทำใบงาน เรื่อง รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 119
ภาพที่ 3 แสดงการทำใบงาน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (1) 120
ภาพที่ 4 แสดงการทำใบงาน เรื่อง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส (4) 121
ภาพที่ 5 แสดงการทดสอบมโนทัศน์หลังเรียน ข้อที่ 5 122
ภาพที่ 6 แสดงการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียน ข้อที่ 4 124
ภาพที่ 7 แสดงการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียน ข้อที่ 5 125

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

แนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวด (4) ระบุว่า “มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มาตรา 23 (4) การจัดการศึกษา ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษาทั้งด้านความรู้ และทักษะด้านคณิตศาสตร์และด้านภาษา เน้นการใช้ภาษาไทยอย่างถูกต้องและมาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ (1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา” สำนักงานรับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษา (2547) ซึ่งคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์และความเจริญก้าวหน้าของโลก มนุษย์ใช้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการพัฒนาการคิดที่หลากหลาย ทั้งการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบและมีระเบียบแบบแผน ลักษณะการคิดดังกล่าวทำให้มนุษย์สามารถวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ซึ่งสอดคล้องกับ เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555) ที่เสนอว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดเนื้อหาสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน มีความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง รวมไปถึงการใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ

ต่อคณิตศาสตร์ และสรุปได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจนมีการเชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ พร้อมทั้งตระหนักถึงคุณค่าและเจตคติที่ดี กระทรวงศึกษาธิการ (2552) ซึ่งสอดคล้องกับ ศศิธร แม้นสงวน (2556) ที่เสนอว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์นอกจากจะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสาระทั้ง 5 สาระ ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น แล้วนักเรียนต้องมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในงานหรือในชีวิตจริง อีกทั้ง อัมพร ม้าคนอง (2554) ได้อธิบายประเภทของความรู้ทางคณิตศาสตร์ซึ่ง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของ คณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องกันของสิ่งที่ใช้อธิบายและให้ความหมายของ กระบวนการคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎี และที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอน หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ ความรู้ประเภทนี้มีความสำคัญมากทั้งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับสูงและต่อ การนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา แต่มักไม่ได้ถูกเน้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2. ความรู้เชิงขั้นตอน หรือกระบวนการ (Procedural knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธี และขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณพื้นที่โดยใช้สูตร การหารยาว การหารากที่สองของจำนวน ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการเป็นสิ่งที่สอนกันมากในชั้นเรียนคณิตศาสตร์จนบางครั้งกลายเป็นความรู้เกี่ยวกับการทำงานเป็นลำดับขั้นแบบซ้ำ ๆ หรือเป็นการทำงานที่ผู้ทำไม่เข้าใจ ความหมายของสิ่งที่ทำ และอัมพร ม้าคะนอง (2554) ยังอธิบายเพิ่มเติมอีกว่า ความรู้ทั้งสองประเภท คือ ความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ มีความสำคัญต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้งาน ใน การเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์เฉพาะใด ๆ ผู้เรียนจึงควรได้รับความรู้ทั้งสองประเภท แต่ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ทั่วไปมักเน้นการสอนความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการการสอนความรู้เชิง มโนทัศน์มีน้อยมาก แต่เนื่องจาก มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี ครูคณิตศาสตร์จึงพยายามพัฒนามโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ทุกคน แต่ในความเป็นจริงพบว่าแม้ นักเรียนจะได้รับการสอนจากครูคนเดียวกันและในเวลาเดียวกัน ก็ยังคงมีนักเรียนส่วนหนึ่งที่ไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดได้

จากที่กล่าวมาแล้วในข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่า ทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะความรู้เชิงมโนทัศน์ เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการ

นำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาหรือใช้งาน นักเรียนที่มีนโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดี มักเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี รวมทั้งมีพื้นฐานที่จะเชื่อมโยงและคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปได้ดีด้วย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ซึ่งสอดคล้องกับอัมพร ม้าคะนอง (2557) ที่กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากสำหรับผู้สอนและผู้เรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ ที่จะทำให้ผู้สอนคณิตศาสตร์สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถเชื่อมโยงไปสู่การแก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์ได้

นอกจากความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์แล้ว ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญสำหรับนักเรียนเช่นกัน ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เพราะเป็นการฝึกฝนให้เกิดทักษะหรือความชำนาญ ไม่ใช่เพียงเป็นเรื่องของการหาค่าความจริงที่เป็นจริงหรือเท็จเท่านั้น ซึ่งถ้านักเรียนมีทักษะในการให้เหตุผลนักเรียนจะสามารถนำเหตุผลนั้นไปใช้แก้ปัญหาทั้งในการเรียน การทำงาน หรือในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น ซึ่งเราไม่สามารถดำเนินการในคณิตศาสตร์ถ้าขาดทักษะในการให้เหตุผล ซึ่งกระบวนการคิดในลักษณะนี้นักเรียนต้องใช้การคิดหลากหลาย เช่น การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง อัมพร ม้าคะนอง (2553) ซึ่งสอดคล้องกับ Artzt & Shirel (1999) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาหรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้หากปราศจากการให้เหตุผล หรืออาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้เสนอไว้ว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นักเรียนจำนวนไม่น้อย ยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งปัญหาหนึ่ง คือ การที่นักเรียนไม่สามารถแสดงหรืออ้างอิงเหตุผลได้ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งพิจารณาได้จากคะแนนสอบวัดศักยภาพทางคณิตศาสตร์ หรือ Professional and Academic Aptitude Test 1 (PAT 1) ซึ่งเป็นข้อสอบที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีคะแนนอยู่ในระดับต่ำ ชินภัทร ภูมิรัตน์ (2556) และอัมพร ม้าคะนอง (2553) ยังได้กล่าวอีกว่า การที่นักเรียนได้คำตอบที่ถูกต้องแต่ใช้เหตุผลผิดเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากเมื่อนักเรียนได้คำตอบที่ถูกต้องแล้ว ผู้สอนอาจไม่ได้ให้โอกาสนักเรียนแสดงเหตุผล ซึ่งทำให้นักเรียนไม่ทราบเหตุผลว่าที่ผิดนั้นผิดอย่างไร

นอกจากนี้จากผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ซึ่งเป็นการทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งประเทศปีการศึกษา 2557-2559 พบว่า ในแต่ละปีคะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 40.70, 29.65 และ 29.31 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2556) สอดคล้องกับผลคะแนนเฉลี่ย (O-NET) ของนักเรียน ในปีการศึกษา 2557-2559 ของโรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์ โดยมีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 40.95, 47.06 และ 43.88 คะแนน ตามลำดับ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 (2561) และเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วพบว่ามาตรฐานการเรียนรู้ ค3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 โดยมีเนื้อหาเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เป็นเนื้อหาหนึ่งที่ใช้ในการทดสอบดังกล่าว ซึ่งจัดอยู่ในสาระที่ 3 เรขาคณิต กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในมาตรฐานการเรียนรู้ ค3.2 กระทรวงศึกษาธิการ (2552) และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหลายเรื่อง ซึ่งเรื่องหนึ่งในนั้นคือ เรื่อง การวิเคราะห์เชิงพุทธิปัญญาเกี่ยวกับข้อบกพร่องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องทฤษฎีบทปีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วราพร นครพันธ์ (2556) ผลการวิจัยโดยสรุปพบว่า 1) การตีความจากโจทย์ นักเรียนไม่สามารถที่จะเขียนหรือแปลความหมายของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบ ไม่เข้าใจความหมายของตัวแปรที่โจทย์ให้หา หรือนำข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้มาใช้ผิด 2) นักเรียนบางคนมีความรู้ความเข้าในความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมและสามารถเขียนสมการให้อยู่ในรูปของ สูตรทฤษฎีบทปีทาโกรัสได้ แต่ไม่สามารถที่จะนำมาใช้ในการให้เหตุผลหรือเขียนแปลความหมายแทนค่าตัวแปรจากสิ่งที่โจทย์กำหนด การแทนค่าในสูตรทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ นักเรียนกลุ่มนี้มิได้บกพร่องด้านการใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยามและสมบัติ แต่มีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในการนำมโนมติไปใช้ในการแก้ปัญหา

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า การที่ผลการประเมินทางการศึกษาของนักเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แม้ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในด้านหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาแล้วก็ตาม แต่เป็นเพราะสภาพการเรียนการสอนยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงเท่าที่ควร รวมทั้งวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมทำให้การเรียนการสอนไม่บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่หลักสูตรกำหนด ศศิธร แม้นสงวน (2556) ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคะนอง (2547) ได้กล่าวว่า เนื่องมาจากธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยคำอนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่ยากแก่การทำความเข้าใจ นักเรียนส่วนใหญ่จึงเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก และครูยังไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง ซึ่งตามหลักการสอนคณิตศาสตร์ ครูจะต้องสอนให้นักเรียนคิดและเกิดความเข้าใจในการคิด ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปราย เพื่อให้ได้แนวทางคิดที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่ครูยังใช้วิธีการสอนโดยครูเป็นคนบอก และให้นักเรียนท่องจำมากกว่าเข้าใจ ทำให้นักเรียนไม่สามารถคิดเองได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหานั้น ๆ อย่างแท้จริง และ อัมพร ม้าคนอง (2547) ยังกล่าวอีกว่า “การสอนคณิตศาสตร์โดยทั่วไปนั้น ผู้สอนมักเป็นผู้วางแผนว่าจะสอนมโนทัศน์อะไรให้กับผู้เรียน จากนั้นสอนมโนทัศน์ด้วยการอธิบาย แล้วให้ตัวอย่างที่หลากหลายตามนิยามหรือมโนทัศน์ที่จะสอน เพื่อให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดหรือโจทย์ที่มีลักษณะคล้ายตัวอย่างที่สอนได้ แม้ว่าการสอนในปัจจุบันจะเน้นการให้ทางเลือกที่หลากหลายกับผู้เรียนเพื่อที่ผู้เรียนจะสามารถพัฒนามโนทัศน์นั้นได้ด้วยตนเอง แต่ก็มีข้อจำกัดกรอบความคิดของผู้เรียนให้อยู่เฉพาะกรอบที่เตรียมมาทำให้นักเรียนมีแนวคิดและมุมมองไม่กว้างพอ” ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ บุญเลี้ยง ทุมทอง (2554) ได้กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้สอนเริ่มต้นจากการสอนโดยขั้นตอนหรือวิธีการให้ผู้เรียนในระยะยาว เนื่องจากผู้เรียนจะไม่ได้พัฒนาความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้สอนควรต้องหาวิธีสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์รวมไปถึงความสามารถในการให้เหตุผล ตลอดจนสามารถสรุปเองได้ ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542) วิธีการจัดการเรียนรู้วิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์สามารถจับหลักการหรือประเด็นได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ หลักการ แนวคิดหรือข้อความรู้ต่าง ๆ อย่างเข้าใจ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการนำตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด ที่ต้องการสอนให้แก่นักเรียนนำมาให้นักเรียนศึกษาวิเคราะห์ สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ แนวคิด หลักการ หรือความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจ ทิศนา แขมมณี (2556) ซึ่งสอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) และ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2549) ได้เสนอว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นวิธีการที่ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสังเกต คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ตามหลักตรรกศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สรุปด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล อันจะเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนด้วยความเข้าใจ ขจัดข้อสงสัยและสามารถจำได้นาน ฝึกให้คิดอย่างมีเหตุผล ทำกิจกรรมด้วยตนเอง มีโอกาสและมีส่วนร่วมในการค้นพบ และได้รับการฝึกให้รู้จักการสังเกตเปรียบเทียบ วิเคราะห์ ไปสู่การสรุป รวมไปถึงการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ยังสามารถที่จะพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียนได้อย่างต่อเนื่อง Tennyson & Cocchiarella, 1986 อ้างถึงใน บุญเลี้ยง ทุมทอง (2554) นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการศึกษางานวิจัยของ กุลนิดา วรสารนันท์ (2552) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปี

ที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการอุปนัยมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด โดยกระทรวงศึกษาธิการ และมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ รวมไปถึงมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ

จากการศึกษาหลักการและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยคาดว่าการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยนี้จึงน่าจะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ควรนำมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยมีความสนใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์และแก้ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำในเรื่องดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

1.2.2 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3. สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.4 ความสำคัญของการวิจัย

1.4.1 ได้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.4.2 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ห้องเรียนปกติ โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 11 ห้องเรียน จำนวน 550 คน ซึ่งโรงเรียนจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียน แบบคละความสามารถทางด้านการเรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 ห้องเรียนปกติ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random Sampling)

1.5.2 ตัวแปร ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น

1. ตัวอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

2. ตัวแปรตาม

2.1 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1.5.3 เนื้อหา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส นำมาจัดเป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 18 ชั่วโมง ทั้งนี้ไม่รวมเวลาทดสอบก่อนและหลังเรียน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงหัวข้อการแบ่งข้อเรื่องและจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

เรื่อง	จำนวนชั่วโมง
1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1
2. สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	2
3. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	5
4. บทกลับทฤษฎีบทพีทาโกรัส	4
5. การพิสูจน์โดยใช้บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	2
6. การนำไปใช้	4
รวม	**18**

1.5.4 ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สังเกตตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง จากนั้นนำมาเปรียบเทียบหาลักษณะร่วมและความสัมพันธ์ของตัวอย่างนั้น ๆเพื่อสรุปเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยสามารถแบ่งเป็น 5 ขั้นดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ที่ผู้สอนเร้าความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนโดยผู้สอนจะเริ่มด้วยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนและเตรียมตัวเรียนความรู้ใหม่

2. ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ผู้สอนเสนอตัวอย่างที่หลากหลายให้มากพอและอภิปรายถึงตัวอย่าง โดยที่นักเรียนร่วมกันพิจารณาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอ

3. ขั้นสังเกตเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันทำการสังเกต ค้นหา วิเคราะห์ รวบรวม เปรียบเทียบ และอธิบายเหตุผล ความสัมพันธ์ของลักษณะร่วมในตัวอย่างที่นำเสนอ

4. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำลักษณะร่วมของแต่ละตัวอย่างจากการเปรียบเทียบมาสรุปเป็นหลักการ กฎ นิยาม หรือมโนทัศน์ ด้วยตัวนักเรียนเอง

5. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะ โดยการนำหลักการ กฎ นิยาม หรือมโนทัศน์ที่ได้รับไปใช้โดยผู้สอนเตรียมตัวอย่างใหม่ที่หลากหลายให้ผู้เรียนฝึกทำ หรือการทำแบบฝึกหัด โดยผู้เรียนมีการอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบได้ถูกต้อง ซึ่งผู้สอนคอยตอบข้อสงสัยและสังเกตดูว่านักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้รับไปใช้ได้ถูกต้องหรือไม่ เพื่อประเมินว่านักเรียนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

1.6.2 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หมายถึง ความเข้าใจของบุคคลในการอธิบายสื่อความหมาย ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยการอ้างอิงโครงสร้างหรือระบบทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งสามารถสรุปออกมาเป็น บทนิยาม กฎเกณฑ์ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ วัดโดยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบอัตนัยเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ

1.6.3 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายให้เหตุผลเกี่ยวกับเงื่อนไข สาเหตุปัญหา วิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อประโยชน์ในการดำเนินการแก้ปัญหา การตัดสินใจ การประเมินคุณค่าของคำตอบและสร้างความรู้ใหม่ของผู้เรียนด้วยการวิเคราะห์หลักการ กฎเกณฑ์ การสรุปความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้และตรวจสอบความถูกต้องของ การดำเนินการแก้ปัญหา ด้วยความรู้ความเข้าใจอย่างมีเหตุผล วัดโดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบอัตนัยเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ

1.6.4 เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวมซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์ การตัดสินผลการเรียนรู้ ของเอกสาร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2557) ดังนี้

80 – 100 หมายถึง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม

75 – 79 หมายถึง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดีมาก

70 – 74 หมายถึง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดี

65 – 69 หมายถึง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ค่อนข้างดี

60 – 64 หมายถึง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ปานกลาง

55 – 59 หมายถึง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ พอใช้

50 – 54 หมายถึง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

0 – 49 หมายถึง มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์

1.6.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนความรู้ความเข้าใจและความสามารถตามมาตรฐานตัวชี้วัดในบทเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6.6 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพด้านกระบวนการและผลลัพธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามเกณฑ์ 75/75

75 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งหาได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำใบงาน การทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน และการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

75 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งหาได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

1.6.7 ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ตัวเลขที่แสดงความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วัดได้จากความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

บทที่ 2
ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหา และแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการวิจัย โดยมีรายละเอียดเนื้อหาครอบคลุมในเรื่อง ดังต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

2.3 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.7 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 งานวิจัยต่างประเทศ

2.8.2 งานวิจัยในประเทศ

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้นเพื่อให้สถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางและจัดการเรียนการสอน อีกทั้งมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดยังช่วยให้เกิดความชัดเจนเรื่องการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ซึ่งครอบคลุมนักเรียนทุกกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2552)

ความสำคัญของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข กระทรวงศึกษาธิการ (2552)

คุณภาพผู้เรียน

เมื่อนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ (2552) นักเรียนจะต้อง

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้

5. สามารถนึกภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

6. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหาและสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

7. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ดังนี้ กระทรวงศึกษาธิการ (2552)

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ผู้วิจัยศึกษาตัวชี้วัดและสามารถการเรียนรู้แกนกลางในระดับชั้น ม.1-3 ที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ 3 เรขาคณิต มาตรฐาน ค3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต(geometric model) ในการแก้ปัญหาและสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาตรฐาน ค6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.2	1. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา	-
	2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	-
	3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	-
	4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน	-
	5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ	-
	6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	-

เนื่องจากเนื้อหาที่ผู้วิจัยศึกษาในครั้งนี้คือ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังนี้

ค3.2 ม. 2 /2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา

ค6.1 ม. 2/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ในหลายด้าน ซึ่งที่สำคัญและจำเป็นต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้านหนึ่ง คือ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยในเนื้อหาคณิตศาสตร์หนึ่งในนั้นคือเนื้อหาทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพราะว่าถ้านักเรียนมีความคิดรวบยอดในเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะสามารถใช้ความสัมพันธ์แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ และสามารถให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำมาพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบ และรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่งคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

2.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ไว้ดังนี้

Good (1973) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นการสอนที่ใช้หลักการให้ตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ให้มากพอสำหรับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้คิด รวบรวมเป็นกฎเกณฑ์ หรือข้อเท็จจริงซึ่งเป็นกระบวนการที่มีการนำเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างก่อนแล้วจึงสรุปเป็นกฎเกณฑ์

Eggen (1979) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นวิธีการสอนที่ครูเป็นผู้บรรยายข้อมูลต่าง ๆ และให้นักเรียนเป็นผู้ซักถามและสังเกตลักษณะต่าง ๆ ของข้อมูลเหล่านั้นเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลอื่น ๆ ซึ่งจะนำไปสรุปเป็นมโนทัศน์

ปิยนุช คนฉลาด (2541) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ความคิด การสังเกต และการพิจารณา เป็นการเรียนรู้จากส่วนย่อยตัวอย่างไปหากฎเกณฑ์ โดยที่ผู้สอนจะอธิบายจากของจริงและสิ่งที่มองเห็นทั่ว ๆ ไป แล้วสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือสูตรต่าง ๆ

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นวิธีการสอนที่เริ่มต้นด้วยการยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ให้นักเรียนเห็นรูปแบบ นักเรียนต้องใช้การสังเกตเปรียบเทียบรูปแบบที่เหมือนกัน มีลักษณะร่วมกัน นำไปสู่ข้อสรุป เป็นการค้นพบด้วยการสังเกต สามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นกระบวนการที่ผู้สอนสอนจากรายละเอียดปลีกย่อยหรือจากส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่หรือกฎเกณฑ์ หลักการ ข้อเท็จจริงหรือข้อสรุป โดยการนำเอาตัวอย่างข้อมูล เหตุการณ์ สถานการณ์หรือปรากฏการณ์ ที่มีหลักแฝงอยู่มาให้นักเรียนศึกษา สังเกต ทดลอง เปรียบเทียบหรือวิเคราะห์จนสามารถสรุปหลักการหรือกฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเอง

อัมพร ม้าคะนอง (2546) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นกระบวนการที่ผู้สอนได้ให้นักเรียนใช้เหตุผลในการค้นหารูปแบบหรือข้อสรุปจากตัวอย่างหรืองานที่ทำ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2549) ได้เสนอว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นวิธีการสอนที่ผู้สอนยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างเพื่อให้เห็นรูปแบบ เมื่อนักเรียนใช้การสังเกตเปรียบเทียบดูสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันก็จะสามารถนำไปสู่ข้อสรุปได้

วีณา ประชากูล และประสาท เนืองเฉลิม (2553) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นการสอนจากรายละเอียดปลีกย่อยไปหาข้อสรุป เพื่อให้นักเรียนรู้จักค้นหาข้อเท็จจริง และหลักการต่าง ๆ จากการสังเกตตัวอย่างที่สัมพันธ์กันอย่างเพียงพอ

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นการสอนที่ผู้สอนจะยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนเห็นรูปแบบ โดยนักเรียนจะต้องใช้การสังเกตเพื่อหาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอเพื่อนไปสู่ข้อสรุป

ทิศนา แขมมณี (2556) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการนำตัวอย่างข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ ที่มีหลักการ แนวคิด ที่ต้องการสอนให้แก่นักเรียน มาให้นักเรียนศึกษาวิเคราะห์ จนสามารถดึงหลักการ แนวคิดที่แฝงอยู่ออกมาเพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป กล่าวอย่างสั้น ๆ ว่าเป็นการสอนที่ให้นักเรียนสรุปหลักการจากตัวอย่างต่าง ๆ ด้วยตัวเอง

จากความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย หมายถึง การจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้และสังเกตตัวอย่างจากหลาย ๆ ตัวอย่าง จากนั้นนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาลักษณะร่วมและความสัมพันธ์ของตัวอย่างนั้น ๆ เพื่อหาข้อสรุปตามความเข้าใจของตนเองหรือสรุปเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเองและนำความรู้ที่ได้ไปใช้

วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ ดังนี้

Eggen, Kauchak & Harer (1979) ได้กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย มีดังนี้

1. เป็นการช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างลึกซึ้งและละเอียด

2. ในระหว่างขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้สร้างองค์ความรู้และความเข้าใจด้วยตนเอง

3. ช่วยให้นักเรียนเพิ่มทักษะการเรียนรู้และความมั่นใจในการคิดอย่างสมเหตุสมผลต่อสิ่งแวดล้อมของการดำเนินชีวิตได้ต่อไป

ปิยนุช คนฉลาด (2541) ได้กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เพื่อให้นักเรียนมีความคล่องตัวในการสรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ หรือสามารถสรุปเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างรวดเร็ว สามารถแก้ปัญหา ตัดสินใจได้อย่างถูกต้องทันต่อเหตุการณ์

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542) ได้กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ฝึกระบวนการคิด ฝึกสัมพันธ์ความคิด ใช้เหตุผลช่างสังเกต เข้าใจได้อย่างชัดเจน และสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต การคิดวิเคราะห์ ทำให้เกิดการเรียนรู้และสามารถสรุปหรือค้นพบหลักการ กฎเกณฑ์ ประเด็นสำคัญหรือความจริงได้ด้วยตนเอง

ชาญชัย อาจิตสมาจาร (2547) ได้กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ดังนี้

1. เพื่อช่วยนักเรียนให้ค้นพบกฎหรือความจริงที่สำคัญสำหรับตัวนักเรียนเอง โดยผ่านการสังเกตอย่างรอบคอบในตัวอย่างจำเพาะอย่างเพียงพอซึ่งจะสนับสนุนเป็นกฎเกณฑ์

2. เพื่อทำให้ความหมาย และความสัมพันธ์ของแนวคิดมีความแจ่มชัดต่อนักเรียน

3. เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ดำเนินการสืบค้นด้วยตนเองโดยไม่ต้องพึ่งพาครู

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2549) ได้เสนอวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อช่วยให้ค้นพบกฎเกณฑ์ที่สำคัญ ด้วยการสังเกตตัวอย่างที่มีจำนวนมากเพียงพอแล้วกำหนดนัยทั่วไป

2. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง และรู้จักสัมพันธ์ความคิด

3. เพื่อช่วยให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต รู้จักคิด และไตร่ตรองด้วยเหตุผลและหาข้อสรุปด้วยตนเอง ไม่จำเป็นต้องขึ้นอยู่กับผู้สอนเสมอไป

ฆนัท ธาตุทอง (2550) ได้กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เพื่อให้นักเรียนฝึกทักษะการสังเกตคิดวิเคราะห์ทำให้เกิดการเรียนรู้ และสามารถสรุปหรือค้นพบหลักการ กฎเกณฑ์ ประเด็นสำคัญหรือความจริงได้ด้วยตนเอง

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555) ได้กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ดังนี้

1. เพื่อช่วยให้นักเรียนค้นพบข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ จากการสังเกตตัวอย่างที่มีจำนวนมากเพียงพอ

2. เพื่อช่วยให้นักเรียนได้มีการเชื่อมโยงความคิดและเกิดความเข้าใจที่แท้จริง

3. เพื่อช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดไตร่ตรองด้วยเหตุผล และหาข้อสรุปด้วยตนเอง

ทิศนา แขมมณี (2556) ได้กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เพื่อมุ่งให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้แนวคิดหลักการ หรือความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุป วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ได้ว่า เป็นการฝึกทักษะการสังเกต การเก็บรวบรวมข้อมูล การคิดวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผลให้กับนักเรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปหรือหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

นักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ ดังนี้

Eggen, Kauchak & Harer (1979) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีสอนแบบอุปนัยไว้ 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นวางแผน ขั้นนี้เป็นขั้นของการกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนหรือกำหนดแนวทางในการเรียน ตลอดจนถึงการจัดเตรียมตัวอย่างและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเรียนการสอน

2. ขั้นดำเนินการสอน ในขั้นดำเนินการสอนนี้ยังได้จัดแบ่งกระบวนการสอนและการจัดกิจกรรมการสอนออกเป็น 3 ขั้น ตามลำดับ ดังนี้

2.1 ขั้นเสนอตัวอย่าง ผู้สอนเสนอตัวอย่างที่หนึ่ง ให้นักเรียนดูพร้อมกับตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนสังเกตลักษณะและคุณสมบัติของตัวอย่างที่แสดงให้ดู เมื่อมีนักเรียนได้สังเกตพบลักษณะและคุณสมบัติของตัวอย่างแล้ว ผู้สอนจะแสดงตัวอย่างที่สองพร้อมกับตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้สังเกตลักษณะและคุณสมบัติที่สอง และเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่หนึ่ง ว่ามีสิ่งใดเหมือนกันบ้าง เมื่อนักเรียนค้นพบลักษณะที่เหมือนกันได้แล้ว ผู้แสดงตัวอย่างที่สามและสี่ต่อไปเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่หนึ่งและตัวอย่างที่สอง จนนักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้

2.2 ขั้นสรุป ในขั้นนี้นักเรียนจะนำเอาลักษณะร่วมของแต่ละตัวอย่างมาสรุปเป็นความหมายของมโนทัศน์ด้วยตัวของนักเรียนเอง

2.3 ขั้นเสริมตัวอย่าง ในขั้นนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะในการสร้างมโนทัศน์ครูอาจแสดงตัวอย่างอีกสองหรือสามตัวอย่าง เพื่อใช้ฝึกหัด จัดกลุ่มตัวอย่างพร้อมทั้งให้เหตุผลในการจัดนั้นไว้ด้วย

3. ขั้นประเมินผล ในขั้นนี้ครูอาจจะให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่เตรียมไว้ เพื่อประเมินว่านักเรียนได้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

ปิยนุช คนฉลาด (2541) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเตรียม ขั้นนี้มีความมุ่งหมายที่จะทำให้นักเรียน เห็นถึงความจำเป็น และเกิดความสนใจต่อผู้สอน กระหายที่จะเรียนรู้ในสิ่งที่ผู้สอนจะสอน วิธีเร้าความสนใจของนักเรียนมักจะเริ่มด้วยการทบทวนความรู้เก่าของนักเรียนโดยใช้ความคิดเห็นเข้าประกอบ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนและเตรียมตัวเรียนความรู้ใหม่ ในขั้นนี้ควรใช้เวลาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ประมาณ 5-10 นาที ในเมื่อบทเรียนหนึ่ง ๆ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

2. ขั้นสอน ขั้นนี้เป็นขั้นดำเนินการสอนเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ในด้านต่าง ๆ ของบทเรียน ผู้สอนจะถ่ายทอดความรู้ในด้านต่าง ๆ ให้กับนักเรียนตามลักษณะของวิธีสอนแบบอุปนัย 6 ข้อ คือ

2.1 สอนจากส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่

2.2 สอนจากสิ่งที่รู้จากประสบการณ์ที่เกิดขึ้น ไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้

2.3 สอนจากากรสังเกตไปสู่หลักกฎเกณฑ์

2.4 สอนจากรูปธรรมไปหานามธรรม

2.5 สอนจากการวิเคราะห์ไปสู่การสังเคราะห์

2.6 สอนตามขั้นตอนความเจริญของจิตใจ เริ่มจากการสังเกต การทดลอง การตัดสินใจและการสรุปผล

3. ขั้นสัมพันธ์ เป็นขั้นที่ต่อจากขั้นสอน เมื่อผู้สอนสอนจบบทเรียนแล้วทบทวนความรู้ที่นักเรียนเรียนไปแล้ว และนำความรู้ใหม่ไปเกี่ยวกับความรู้เก่า ผู้สอนจะต้องวิเคราะห์ข้อความต่าง ๆ ที่สอนไปแล้วว่ามีความแตกต่างและคล้ายคลึงกับบทเรียนเก่าอย่างไร เมื่อเทียบเคียงกันเน้นให้ความเกี่ยวเนื่องกันเพื่อส่งเสริมความเข้าใจและรวบรวมเป็นหลักเกณฑ์ในที่สุด

4. ขั้นตั้งกฎ มีความมุ่งหมายให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนกว้างขวางยิ่งขึ้น ผู้สอนและนักเรียนจะรวบรวมและย่อความรู้ต่าง ๆ จากขั้นก่อน ๆ แล้วสรุปความรู้เอาไว้ตอนหนึ่ง เรื่องหนึ่งให้เป็นระเบียบเรียบร้อย เพื่อสะดวกแก่การจดจำและบันทึกไว้ โดยปกติผู้สอนมักจะใช้วิธีรวบรวมความรู้ต่าง ๆ โดยเน้นการเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้สรุปความคิดของตนเอง ซึ่งผู้สอนคอยแก้ไขให้เป็นระเบียบ

5. ขั้นใช้ ขั้นนี้เป็นการเน้นให้นักเรียนเอาความรู้ความเข้าใจที่ได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสิ่งอื่นได้อีกด้วย ไม่ใช่มีความรู้ความเข้าใจแต่นำไปใช้ไม่ได้นานวันเข้าความรู้ความเข้าใจเหล่านั้นจะลบเลือนหายไป

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เร้าความสนใจให้อยากเรียน เตรียมความพร้อมหรือทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง

2. ขั้นสอน เป็นขั้นดำเนินการสอน ดำเนินการเป็นขั้นตอน ผู้สอนยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

3. ขั้นสรุป นำผลจากการอธิบายหรือตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ในขั้นสอนมาช่วยกันสรุปตั้งกฎเกณฑ์ ทฤษฎี หลักการ หรือสูตร

4. ขั้นนำไปใช้ให้นักเรียนนำข้อสรุป กฎเกณฑ์ ทฤษฎี หลักการ สูตรต่าง ๆ ที่นักเรียนสรุปได้ ไปใช้ในการทำแบบฝึกหัด ผู้สอนสังเกตว่านักเรียนนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องหรือไม่

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ เป็นการทบทวนความรู้เดิม ระบุแนวทางทำกิจกรรมเพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมาย

2. ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์หรือแนวคิด ให้นักเรียนได้สังเกตลักษณะและคุณสมบัติของตัวอย่าง เพื่อพิจารณาเปรียบเทียบสรุปเป็นหลักการ แนวคิด หรือกฎเกณฑ์ ซึ่งการเสนอตัวอย่างควรเสนอหลาย ๆ ตัวอย่างให้มากพอที่นักเรียนจะสามารถสรุปเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้

3. ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสังเกต ค้นหา วิเคราะห์ รวบรวม เปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันขององค์ประกอบในตัวอย่าง แยกแยะข้อแตกต่างมองเห็นความสัมพันธ์ในรายละเอียดที่เหมือนหรือต่างกัน ในขั้นนี้หากตัวอย่างที่ให้แก่นักเรียนเป็นตัวอย่างที่ดี ครอบคลุมถึงลักษณะหรือคุณสมบัติสำคัญ ๆ ของหลักการ ทฤษฎีก็ย่อยจะช่วยให้นักเรียนสามารถศึกษาและวิเคราะห์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ได้รวดเร็ว แต่หากนักเรียนไม่ประสบความสำเร็จ ผู้สอนอาจให้ข้อมูลเพิ่มเติม หรือใช้วิธีกระต้นให้นักเรียนได้คิดค้นต่อไปโดยการตั้งคำถามกระตุ้นแต่ไม่ควรให้ในลักษณะบอกคำตอบ เพราะวิธีสอนนี้มุ่งให้นักเรียนได้คิด ทำความเข้าใจด้วยตนเอง ควรให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดวิเคราะห์เป็นกลุ่มย่อยเพื่อจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันโดยเน้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปรายกลุ่มอย่างทั่วถึงและผู้สอนไม่ควรรีบร้อนหรือเร่งเร้านักเรียนจนเกินไป

4. ขั้นสรุปกฎเกณฑ์ เป็นการให้นักเรียนนำข้อสังเกตต่าง ๆ จากตัวอย่างมาสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือนิยามด้วยตัวนักเรียนเอง

5. ขั้นนำไปใช้ในขั้นนี้ผู้สอนควรเตรียมตัวอย่างข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือแนวคดใหม่ ๆ ที่หลากหลายมาให้นักเรียนใช้ในการฝึกนำความรู้ข้อสรุปไปใช้หรือผู้สอนอาจให้โอกาสนักเรียนได้ยกตัวอย่างจากประสบการณ์ของนักเรียนเองเปรียบเทียบก็ได้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันและอาจจะทำให้นักเรียนเข้าใจอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น รวมถึงเป็นขั้นทดสอบเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนว่าหลักการที่ได้รับนั้นนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ ไปใช้แก้ปัญหาหรือทำแบบฝึกหัดได้หรือไม่ หรือเป็นการประเมินว่านักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่นั่นเอง

วีณา ประชากูล และประสาท เนืองเฉลิม (2553) ได้เสนอขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นการเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับรับความรู้ใหม่ที่จะเรียน

2. ขั้นการสอน เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ตัวอย่างแก่นักเรียนจำนวนหลายๆ ตัวอย่าง ให้มากพอที่นักเรียนจะสังเกต พิจารณาหาข้อสรุปจากตัวอย่างนั้น ๆ ได้ นอกจากการให้ตัวอย่างแล้วผู้สอนอาจให้นักเรียนสังเกตจากการทดลองด้วยตนเองก็ได้

3. ขั้นการเปรียบเทียบ เป็นขันที่นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการพิจารณาสังเกตตัวอย่างต่าง ๆ หรือจากการทดลองมาวิเคราะห์ แยกแยะข้อแตกต่างเพื่อเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ของรายละเอียดในส่วนที่เหมือนกันเพื่อไปสู่ข้อสรุป การให้คำนิยามและการตั้งเป็นกฎเกณฑ์ไว้

4. ขั้นสรุป เป็นการสรุปจากตัวอย่างต่าง ๆ หรือการทดลอง มาเป็นกฎเกณฑ์นิยาม

5. ขั้นการนำไปใช้ เป็นขั้นทดสอบนักเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจ ในกฎเกณฑ์หรือขั้นที่สรุปได้ว่าสามารถนำไปใช้ทำแบบฝึกหัดหรือนำไปแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันได้หรือไม่

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สังเกตตัวอย่างจากหลาย ๆ ตัวอย่างแล้วนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาลักษณะร่วมและความสัมพันธ์ของตัวอย่างนั้น ๆ แล้วสรุปเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ ซึ่งผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ใช้ในการวิจัยจากแนวทางของนักการศึกษา ดังตารางที่ 3

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 3 การสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

Eggen, Kauchak & Harer (1979)	ปิยนุช คนฉลาด (2541)	ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542)	สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545)	วีณา ประชากูล และ ประสาท เนืองเฉลิม (2553)	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยของผู้วิจัย
1. ขั้นวางแผน กำหนดจุดประสงค์การเรียน อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1. ขั้นเตรียม เร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจต้องการที่จะเรียนรู้	1. ขั้นเตรียม เร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้	1. ขั้นเตรียมการ ทบทวนความรู้เดิม ระบุแนวทางจัดกิจกรรมเพื่อนำไปสู่จุดหมาย	1. ขั้นการเตรียม นำเข้าสู่บทเรียนเป็นขั้นพื้นฐานในการรับความรู้ใหม่ที่จะเรียน	1. ขั้นเตรียมเร้าความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้มีการทบทวนความรู้เดิมที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่
2. ขั้นดำเนินการสอน 2.1 ขั้นเสนอตัวอย่างเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างให้นักเรียนเปรียบเทียบตัวอย่าง	2. ขั้นสอน ดำเนินการสอนให้นักเรียนได้รับความรู้โดยสอนแบบอุปนัย	2. ขั้นสอน นำเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป	2. ขั้นเสนอตัวอย่างคือขั้นที่เสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง	2. ขั้นการสอน ผู้สอนเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง	2. ขั้นเสนอตัวอย่างนำเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างให้นักเรียนพิจารณา
	3. ขั้นสัมพันธ์นักเรียนนำความรู้มาเปรียบเทียบความแตกต่างและความคล้ายคลึงของบทเรียน		3. ขั้นเปรียบเทียบคือขั้นที่นักเรียนสังเกตเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของตัวอย่าง	3. ขั้นการเปรียบเทียบ นักเรียนสังเกตเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวอย่าง	3. ขั้นสังเกตเปรียบเทียบ นักเรียนสังเกตเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวอย่าง อธิบายให้เหตุผลตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอ
2.2 ขั้นสรุป นักเรียนนำเอาลักษณะร่วมของตัวอย่างมาสรุปเป็นมโนทัศน์ด้วยตนเอง	4. ขั้นตั้งกฎ สรุป ความรู้ของนักเรียน	3. ขั้นสรุปนักเรียนช่วยกันสรุปเป็นกฎเกณฑ์หลักการ	4. ขั้นสรุปกฎเกณฑ์ คือ ขั้นที่นำข้อสังเกตมาสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์	4. ขั้นสรุป นักเรียนสรุปตัวอย่างเป็นกฎเกณฑ์หรือนิยาม	4. ขั้นสรุป นักเรียนนำข้อสังเกตมาสรุปเป็น หลักการหรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Eggen, Kauchak & Harer (1979)	ปิยนุช คนฉลาด (2541)	ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542)	สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545)	วีณา ประชากูล และ ประสาท เนืองเฉลิม (2553)	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยของผู้วิจัย
3. ขั้นประเมินผลนักเรียนทำแบบฝึกหัดที่เตรียมไว้เพื่อดูว่าบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่					

จากตารางที่ 3 ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยแบ่งเป็น 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ที่ผู้สอนเร้าความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนโดยผู้สอนจะเริ่มด้วยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนที่เนื้อหาเดิมมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนและเตรียมตัวเข้าสู่เนื้อหาใหม่

2. ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ผู้สอน เสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างและอภิปราย โดยที่นักเรียนร่วมกันพิจารณาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอ

3. ขั้นสังเกตเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันทำการสังเกต ค้นหา วิเคราะห์ รวบรวม เปรียบเทียบ และอธิบายเหตุผลหาเพื่อความสัมพันธ์ของลักษณะร่วมในตัวอย่างที่นำเสนอ

4. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำลักษณะร่วมของแต่ละตัวอย่างจากการเปรียบเทียบมาสรุปเป็นหลักการ กฎ นิยาม หรือมโนทัศน์ ด้วยตัวนักเรียนเอง

5. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะโดยการนำหลักการ กฎ นิยามหรือมโนทัศน์ที่ได้รับไปใช้ โดยผู้สอนเตรียมตัวอย่างใหม่ที่หลายหลายให้ผู้เรียนฝึกทำ หรือการทำแบบฝึกหัดอย่างหลากหลาย โดยผู้เรียนมีการอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบได้ถูกต้อง ซึ่งผู้สอนคอยตอบข้อสงสัยและเดินสังเกตดูว่านักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้รับไปใช้ได้ถูกต้องหรือไม่ เพื่อประเมินว่านักเรียนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

นักเรียนศึกษาและสถานบันทางการศึกษาได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยว่ามีทั้งข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

ปิยนุช คนฉลาด (2541) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ไว้ดังนี้

ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย คือ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นวิธีสอนที่หัดให้นักเรียนเป็นคนรอบคอบถ้วนถี่ชอบสังเกตพิจารณาและมีเหตุผล ไม่เชื่องมงาย โดยปราศจากการพิสูจน์ค้นคว้าให้เห็นจริงเป็นการสอนที่ให้นักเรียนรู้จักคิด ผู้สอนจะไม่ใช้วิธีบอกข้อเท็จจริงให้นักเรียนเท่านั้น แต่หาตัวอย่างมาให้นักเรียนสังเกตและสรุปเอง เป็นการสอนที่เดินตามขั้นความเจริญของจิตใจ คือ เริ่มตั้งแต่การสังเกต การทดลอง การตัดสินใจหรือตกลงใจ แล้วจึงถึงมโนทัศน์

ข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย คือ

ผู้สอนมักจะไม่ศึกษาขั้นตอนของการสอนอย่างถูกต้อง และมีขั้นตอนการเตรียมการสอนสลับซับซ้อน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ไว้ดังนี้

ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ได้แก่

1. เป็นวิธีการที่ทำให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำได้นาน

2. เป็นวิธีการที่ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสังเกต คิดวิเคราะห์เปรียบเทียบตามหลักตรรกศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สรุปด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล อันจะเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้ ซึ่งใช้ได้ดีกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

3. เป็นวิธีการที่นักเรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้ และกระบวนการซึ่งนักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ได้

ข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ได้แก่

1. เป็นวิธีการที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก อาจทำให้เกิดความเบื่อหน่าย

2. เป็นวิธีการที่อาศัยตัวอย่างที่ดีและผู้สอนต้องเข้าใจเทคนิคการสอนแบบนี้อย่างดี ต้องมีการเตรียมการให้รัดกุม ไม่ควรด่วนสรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เสียเอง จึงจะทำให้การสอนเกิดสัมฤทธิ์ผล

3. เป็นวิธีการที่อาศัยทักษะพื้นฐานในการคิดและการทำงานกลุ่มของนักเรียน หากนักเรียนขาดทักษะดังกล่าว การสอนนี้อาจจดไม่เกิดสัมฤทธิ์ผลเท่าที่ควร

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2549) ได้เสนอถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ไว้ดังนี้

ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ได้แก่

1. นักเรียนสามารถเรียนด้วยความเข้าใจ ขจัดข้อสงสัยและสามารถจำได้นาน

2. นักเรียนจะได้รับการฝึกให้คิดอย่างมีเหตุผล

3. นักเรียนสามารถทำกิจกรรมด้วยตนเอง

4. นักเรียนมีโอกาสและมีส่วนร่วมในการค้นพบ

5. นักเรียนจะได้รับการฝึกให้รู้จักการสังเกต เปรียบเทียบ วิเคราะห์ และสรุป

ข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ได้แก่

1. ไม่เหมาะสำหรับเนื้อหาทุกเรื่อง

2. ถ้าผู้สอนยกตัวอย่างไม่เพียงพอจะไม่ได้ผลที่สมบูรณ์

3. ผู้สอนทุกคนอาจไม่สามารถใช้วิธีการสอนแบบนี้

4. ถ้าเรื่องยาวเกินไปทำให้นักเรียนเสียเวลา

ทิศนา แขมมณี (2556) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ไว้ดังนี้

ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ได้แก่

1. เป็นวิธีการสอนที่นักเรียนสามารถค้นพบการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำได้ดี

2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ อันเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้

3. เป็นวิธีสอนที่นักเรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้และกระบวนการ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ได้

ข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ได้แก่

1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก

2. เป็นวิธีสอนที่อาศัยตัวอย่างที่ดี หากผู้สอนขาดความเข้าใจในการจัดเตรียมตัวอย่างที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญๆ ของหลักการ/แนวคิดที่สอน การสอนจะไม่ประสบผลสำเร็จ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ได้ดังนี้

ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ได้แก่

1. นักเรียนสามารถค้นพบการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะเกิดเป็นมโนทัศน์ของตนเอง

2. นักเรียนเข้าใจรายละเอียดของเนื้อหา และหาข้อสรุปได้อย่างชัดเจน เข้าใจ จดจำได้

3. นักเรียนได้รับการฝึกทักษะการสังเกต การคิดตามหลักการ เหตุผล การวิเคราะห์

4. นักเรียนเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ได้แก่

1. ไม่เหมาะสมที่จะใช้สำหรับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ทุกเรื่อง

2. ใช้เวลามาก อาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

3. ถ้าผู้สอนยกตัวอย่างไม่หลากหลายและไม่เพียงพอจะไม่ได้ผลที่สมบูรณ์

4. ครูต้องเข้าใจในเทคนิควิธีสอนแบบนี้เป็นอย่างดี จึงจะได้ผลสัมฤทธิ์ที่ดีในการสอน

2.3 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์มีความหมายเดียวกับคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ ในภาษาไทยอาจแปลว่า มโนมติ ความคิดรวบยอด เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า มโนทัศน์ (Concept) ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ ไว้ดังนี้

Good (1973) ได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ลักษณะ คือ

1. ความคิดหรือลักษณะร่วมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มหรือเป็นพวกได้
2. ความคิดทั่วไปเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจการ หรือวัตถุ
3. ความรู้สึกนึกคิด ความเห็น ความคิด หรือภาพของความคิด

Arends (1999) ได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า หมายถึง ความเข้าใจ หรือความคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ทำให้สามารถบอกความเหมือนหรือความต่างของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2544) ได้กล่าวว่ามโนทัศน์ หมายถึง กระบวนการทางสมอง ซึ่งเป็นนามธรรมที่เกิดจากคุณสมบัติร่วม หรือประสบการณ์ หรือปรากฏการณ์ชุดหนึ่งอันจะทำให้เกิดความสัมพันธ์มีแบบแผน และโครงสร้างของความคิด ทำให้สามารถสรุปเป็นทฤษฎีทั่ว ๆ ไป

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้กล่าวว่ามโนทัศน์ไว้ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่ม สิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันจัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ดังนั้น มโนทัศน์ จะทำให้เราสามารถจำแนกสิ่งใหม่ ๆ และเข้าใจได้รวดเร็วตามประสบการณ์ของเราที่ผ่านมา

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2555) ได้กล่าวว่ามโนทัศน์ หมายถึง หมวดหมู่ของวัตถุ เหตุการณ์ คน หรือแนวความคิด ที่มีองค์ประกอบพื้นฐานใกล้เคียงกับหมวดหมู่หนึ่ง แต่ละสิ่งในหมวดหมู่นั้นอาจมีความแตกต่าง หลากหลาย แต่มีลักษณะร่วมกันมาเพียงพอที่จะบอกได้ว่าสิ่งนั้นคืออะไร ซึ่งแต่ละมโนทัศน์มักแทนด้วยคำพูดที่เข้าใจร่วมกันของคนในสังคม

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546) ได้กล่าวว่ามโนทัศน์ไว้ว่า หมายถึง ผลสรุปจากการรับรู้ของเรา ที่มีต่อสิ่งเร้า ที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ร่วมกันอยู่ เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายคลึงกัน เข้ามารวมกันเป็นรูปเป็นแบบอันเดียวกัน

สุรางค์ โคว้ตระกูล (2553) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นนามธรรม ใช้แทนสัตว์ วัตถุ สิ่งของ ที่ได้จัดไว้ในจำพวกเดียวกัน โดยถือลักษณะที่สำคัญหรือวิกฤติเป็นเกณฑ์

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง การจัดลักษณะที่เหมือน ๆ กัน ของประสบการณ์หรือสิ่งของเข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบ ทำให้เกิดเป็นหน่วยของความคิด หรือประเภทของประสบการณ์

ชนาธิป พรกุล (2554) ได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ ไว้ดังนี้

1. ข้อความที่แสดงแก่นของเรื่องหนึ่งซึ่งเกิดจากการรวบรวมลักษณะเฉพาะของเรื่องนั้น

2. การจัดลักษณะที่เหมือน ๆ กันของสิ่งของ เหตุการณ์ ประสบการณ์ หรือกระบวนการเข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบขึ้นเป็นหน่วยความคิด ประเภท หมู่ หรือกลุ่มคล้ายคำจำกัดความ

3. ความเข้าใจจนสามารถกำหนดเกณฑ์ที่จะใช้แบ่งประเภทสรรพสิ่งรอบตัวที่เป็นสิ่งของ วัตถุ พฤติกรรม และสิ่งที่เป็นนามธรรม

จากความหมายของมโนทัศน์ตามที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ดังนี้ มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดรวบยอดและความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ศึกษา ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ ความรู้ การสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์ โดยสามารถจัดกลุ่มของสิ่งที่เหมือนกัน และจำแนกกลุ่มของสิ่งที่ต่างกันได้

สำหรับความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Good (1973) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ในด้านการคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวน รวมไปถึงการให้เหตุผลอย่างมีระบบหรือรูปร่างภายนอกของสิ่งของอันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์ แล้วนำลักษณะเหล่านั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

Cooney, Davis & Henderson (1975) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้โดยเป็นความเข้าใจที่สามารถสรุปได้ในรูปของความหมาย หรือบทนิยาม เช่น การบอกนิยามของฟังก์ชันได้แสดงถึงการมีมโนทัศน์เรื่องฟังก์ชัน

Eggen & Kauchak (2001) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ซึ่งบุคคลสามารถจัดประเภทหรือจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติบางประการร่วมกันโดยผ่านกระบวนการการเรียนรู้ เช่น มโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดของมุมทั้ง 4 มุมเท่ากันและเท่ากับ 90 องศา มีด้านตรงข้ามเท่ากันและขนานกัน เป็นต้น

อัมพร ม้าคนอง (2547) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดนามธรรมที่ทำให้มนุษย์สามารถแยกแยะวัตถุหรือเหตุการณ์ว่าเป็นตัวอย่างหรือไม่เป็นตัวอย่างของความคิดที่เป็นนามธรรมนั้น ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น มโนทัศน์ของการเท่ากัน มโนทัศน์ของการเป็นสับเซต มโนทัศน์เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น

จากความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายได้ดังนี้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจรวบยอดของบุคคลในการอธิบายสื่อความหมายความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีการอ้างอิงโครงสร้างหรือระบบทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งสามารถสรุปออกมาเป็น บทนิยาม กฎเกณฑ์ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้

ความสำคัญของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การมีมโนทัศน์พื้นฐานที่ดีความสำคัญต่อการสร้างองค์ความรู้ และย่อมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้มโนทัศน์สิ่งใหม่ที่มีลักษณะเชื่อมโยงกัน และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในเรื่องอื่น ๆ ดังนั้นการสอนให้เกิดมโนทัศน์จึงมีความสำคัญ ดังที่นักการศึกษาได้กล่าวความสำคัญของมโนทัศน์ ไว้ดังนี้

Ausubel (1969) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์โดยสรุปว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในสังคม เนื่องจากพฤติกรรมใด ๆ ของบุคคลทั้งด้านความคิดการสื่อสารระหว่างกันในสังคม การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ ล้วนเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทั้งสิ้น

De Cecco & Crawford (1974) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ ไว้ดังนี้

1. มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมาย การที่เราตอบสนองต่อสิ่งเร้าทีละอย่างเป็นเรื่องยาก ดังนั้นมนุษย์จึงใช้มโนทัศน์ในการจัดแบ่งสิ่งต่าง ๆ เป็นกลุ่มทำให้เราตอบสนองหรือสื่อความหมายได้ง่ายขึ้น

2. มโนทัศน์ช่วยให้รู้จักสิ่งต่าง ๆ การรู้จักเป็นการจัดสิ่งเร้าให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง เช่น การแยกได้ว่าเสียงที่ได้ยินเป็นเสียงอะไร อยู่ในพวกไหน และใช้มโนทัศน์นี้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

3. มโนทัศน์ช่วยในการเรียนรู้ได้มากขึ้น เช่น เมื่อมีการเรียนรู้เรื่องหนึ่ง เราสามารถนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องเรียนซ้ำ เช่น รู้จักสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จากนั้นเมื่อเราพบสัตว์ประเภทเดียวกัน เราก็สามารถแยกแยะได้

4. มโนทัศน์ช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้เรารู้จักว่าวัตถุนั้นอยู่ในกลุ่มในเหตุการณ์ใหม่อยู่ในกลุ่มใด แล้วทำให้เกิดการตัดสินใจต่อไป ดังนั้นการมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและกว้างขวางก็เท่ากับทำให้เรารู้จักการแก้ปัญหามากขึ้น

5. มโนทัศน์ช่วยในการเรียนการสอน เพราะในการเรียนการสอนต้องอาศัยการสื่อสารในรูป การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า ทำให้นักเรียนสามารถจัดระบบความรู้ได้อย่างเป็นระบบระเบียบ ทำให้จดจำได้ง่าย และสามารถหยิบฉวยความรู้เหล่านั้นไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ รวมไปถึงการสื่อสารทำความเข้าใจร่วมกับผู้อื่นก็เป็นไปด้วยดี

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นเนื้อหาความรู้ที่มีประโยชน์มาก หากนักเรียนสร้างมโนทัศน์ของสิ่งใดได้แล้ว เข้าก็จะสามารถเอามโนทัศน์นั้นไปประยุกต์ใช้ในโอกาสอื่น ๆ ได้อีกเรื่อย ๆ

สุรางค์ โคว้ตระกูล (2553) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ ถ้าไม่มีมโนทัศน์ที่เป็นพื้นฐาน เพราะมโนทัศน์ จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์หลักการต่าง ๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการสื่อความหมายที่จะให้คนเราปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นสิ่งสำคัญถ้านักเรียนเกิดมโนทัศน์ในเนื้อหาที่เรียน ก็หมายถึงว่า เขาเกิดความรู้ความเข้าใจ และสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้เป็นประโยชน์ในการเรียนรู้สิ่งอื่น ๆ ต่อไปได้

ชนาธิป พรกุล (2554) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า การที่สมองมีความสามารถสร้างมโนทัศน์ จากการรับข้อมูลเข้ามา แล้วแยกแยะจัดระเบียบข้อมูลที่ซับซ้อนเป็นหมวดหมู่ เพื่อให้ง่ายต่อการบันทึกเป็นความทรงจำและนำกลับมาใช้ เมื่อสมองรับข้อมูลใหม่ที่คล้ายคลึงกันก็จะเข้าใจง่ายขึ้น ถ้าสมองจัดระเบียบสิ่งต่าง ๆ ได้มากเท่าไร คนเราก็จะเข้าใจเรื่องราวต่าง ๆ ได้ดีขึ้นเท่ากัน

จากความสำคัญของมโนทัศน์ที่นักการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในสังคม เพราะจะช่วยให้นักเรียนสามารถจัดระบบความรู้ไว้อย่างเป็นระบบระเบียบด้วยความเข้าใจของตนเอง ทำให้จดจำง่าย และสามารถจัดประเภทสรุปและมองสิ่งใดสิ่งหนึ่งในลักษณะร่วมกัน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นประโยชน์ในการเรียนรู้สิ่งอื่น ๆ ต่อไปได้

สำหรับความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอถึงความสำคัญ ไว้ดังนี้

Cooney, Davis & Henderson (1975) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. เราสามารถบอกเหตุผลโดยการใช้มโนทัศน์ เช่น นักเรียนมีมโนทัศน์ เรื่อง

จำนวนตรรกยะก็จะสามารถบอกได้ว่าจำนวนจำนวนหนึ่งเป็นจำนวนตรรกยะหรือไม่ เพราะเหตุใด เป็นต้น

2. มโนทัศน์ทำให้เราสามารถวางหลักการทั่วไปได้ และพบสมบัติบางประการอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากที่ได้ให้ความหมายไว้

3. มโนทัศน์ทำให้เราพบความรู้ใหม่

Kamii & Dominick (1997) อ้างถึงใน อัมพร ม้าคะนอง (2547) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยสรุปได้ว่า การสอนให้นักเรียนได้เข้าใจและเกิดมโนทัศน์ จะช่วยลดปัญหาความผิดพลาดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยสรุปได้ว่า เป็นสิ่งที่ไม่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยการ “บอก” จะต้องเกิดจากประสบการณ์และการคิด ยิ่งมีประสบการณ์มากเท่าไร่ความคิดรวบยอดก็จะเกิดได้ลึกซึ้งและชัดเจนยิ่งขึ้น และถ้ามีประสบการณ์หลาย ๆ อย่าง ไม่ซ้ำซากอยู่แต่เพียงประสบการณ์เดิมซ้ำ ๆ กันเท่ากัน ก็จะทำให้การเกิดความคิดรวบยอดพัฒนาขึ้นไปตามลำดับ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้เสนอถึงความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาหรือการใช้งาน นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดี นักเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี รวมทั้งมีพื้นฐานที่จะเชื่อมโยงและคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปได้ดีด้วย

อัมพร ม้าคนอง (2557) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากสำหรับผู้สอนและผู้เรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ ที่จะทำให้ผู้สอนสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเชื่อมโยงไปสู่การใช้งานของคณิตศาสตร์ได้

จากความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญพื้นฐานในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เป็นความเข้าใจรวบยอดของแต่ละบุคคลและการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา การเชื่อมโยง การตัดสินใจ การคิดวิเคราะห์เพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ และจะช่วยให้นักเรียนสามารถจัดระบบความรู้ไว้อย่างเป็นระเบียบ ทำให้จำง่าย และสามารถจัดประเภท สรุปและมองสิ่งใดสิ่งหนึ่งในลักษณะร่วมกัน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และช่วยให้สามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้นต่อไป

ความสำคัญของมโนทัศน์

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละครั้งผู้สอนคาดหวังให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนดังนั้นการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์มีความสำคัญและจำเป็นต่อนักเรียนมาก ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

De Cecco & Crawford (1974) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์สรุปได้ว่า

1. มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมายการที่ตอบสนองสิ่งเร้าที่ละอย่างเป็นเรื่องยาก ดังนั้น มนุษย์จึงใช้มโนทัศน์ในการจัดแบ่งสิ่งต่าง ๆ เป็นกลุ่มทำให้การตอบสนองหรือสื่อความหมายได้ง่ายขึ้น

2. มโนทัศน์ช่วยให้รู้จักสิ่งต่าง ๆ การรู้จักเป็นการจัดสิ่งเร้าให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง เช่น การแยกได้ว่าเสียงที่ได้ยินเป็นเสียงอะไร อยู่ในพวกไหน แล้วใช้มโนทัศน์นี้เป็นพื้นฐานต่อไป

3. มโนทัศน์ช่วยในการเรียนรู้ได้มากขึ้น เช่น เมื่อมีการเรียนรู้เรื่องหนึ่ง ๆ สามารถนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องเรียนซ้ำ เช่นรู้จักสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จากนั้นเมื่อพบสัตว์ประเภทเดียวกันแยกแยะได้

4. มโนทัศน์ช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้รู้จักว่าวัตถุนั้นอยู่ในกลุ่มใด เหตุการณ์ใหม่อยู่ในกลุ่มใดแล้วทำให้เกิดการตัดสินใจต่อไป ดังนั้น การมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและกว้างขวางก็เท่ากับ การรู้จักการแก้ปัญหา

5. มโนทัศน์ช่วยในการเรียนการสอน เพราะในการเรียนการสอนต้องอาศัยการสื่อสารกันในรูปกาฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน

Ausubel (1969) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ได้ว่า “มโนทัศน์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในสังคม เนื่องจากพฤติกรรมของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นด้านความคิด การสื่อความหมายระหว่างกัน การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ล้วนต้องผ่านเครื่องกรองที่เป็นมโนทัศน์มาก่อนทั้งสิ้น”

สิริวรรณ ศรีหพล (2536) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์พอสรุปได้ว่าการให้นักเรียนได้พัฒนามโนทัศน์เป็นเรื่องสำคัญเพราะความรู้ต่าง ๆ ในโลกนี้มีอยู่มากมาย ถ้าผู้สอนสอนแต่ข้อเท็จจริง โดยให้ผู้เรียนจดจำรายละเอียดของข้อมูลทำให้เกิดความยุ่งยากในการเข้าใจและเป็นการเรียนที่ไม่มีที่สิ้นสุด ถ้าเป็นการเรียนรู้ในลักษณะมโนทัศน์จะทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับเบื้องต้นหรือมโนทัศน์นั้น ๆ ไปสู่ความรู้ใหม่ได้เรื่อย ๆ เพราะมโนทัศน์เป็นรากฐานของการเรียนรู้ในระดับสูงต่อไป การเรียนรู้ข้อสรุปและหลัก การเรียนรู้การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์จัดเป็นการเรียนรู้ในขั้นสูงที่ต้องอาศัยความรู้ในขั้นมโนทัศน์เกือบทั้งหมด

สุรางค์ โคว้ตระกูล (2553) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า “มโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์คิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์เป็นพื้นฐาน เพราะมโนทัศน์ช่วยในการตั้ง

กฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ และสามารถแก้ปัญหาที่จะเผชิญได้ นอกจากนี้มโนทัศน์ยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสื่อความหมายที่ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน”

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2537) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า “การเรียนรู้มโนทัศน์ช่วยให้ผู้เรียนสามมารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้นถึงระดับสูงสุดได้นอกจากนั้นยังช่วยให้เรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วขึ้น เพราะเกิดการจัดระบบระเบียบของข้อมูลไว้เรียบร้อยแล้วในสมอง เมื่อได้ปะทะกับสิ่งเร้าห่าสามารถจำแนกจัดหมวดหมู่และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์เก่าที่มีอยู่ได้ง่าย”

จากแนวคิดที่เกี่ยวกับความสำคัญของมโนทัศน์ที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสอนให้ผู้เรียนเรียนเกิดมโนทัศน์ เพราะมโนทัศน์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องที่ศึกษาถึงระดับสูงสุด มโนทัศน์เป็นรากฐานความคิดในการเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ ช่วยให้เรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องกันได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น

ประเภทของมโนทัศน์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ตามลักษณะหรือกฎเกณฑ์ที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

Bruner (1957) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. มโนทัศน์ร่วมลักษณะ (Conjunctive Concepts) เป็นการมีลักษณะเฉพาะ (Attributes) ร่วมกันตั้งแต่ 2 ลักษณะขึ้นไป เช่น มดสีเขียว ดอกไม้สีแดง หรือสิ่งเร้าที่พบเห็นโดยทั่วไปและคุ้นเคยในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะร่วมกัน ตามขนาด รูปร่าง และ สี เป็นต้น

2. มโนทัศน์แยกลักษณะ (Disjunctive Concepts) เป็นการเลือกเอาอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างร่วมกัน เช่น สัญลักษณ์ “o” อาจหมายถึง จำนวนเต็มศูนย์ (Zero) วงกลม ตัวอักษรในภาษาอังกฤษ หรือไข่ฟองหนึ่ง

3. มโนทัศน์เชิงสัมพันธ์ (Relational Concepts) เป็นความสัมพันธ์ของเหตุการณ์สภาวะ หรือสิ่งเร้าตั้งแต่สองอย่างหรือมากกว่า เช่น ภาษีเงินได้สัมพันธ์กับระดับของรายได้

Russell (1965) ได้แบ่งมโนทัศน์เป็น 8 ประเภท ดังนี้คือ

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concepts) คือ มโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวนตัวเลข การวัด ซึ่งเกิดขึ้นอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน

2. มโนทัศน์เรื่องเวลา (Concept of Time) เช่น เช้า สาย บ่าย เย็น กลางคืน กลางวัน และฤดูกาลต่าง ๆ

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเวลาและมิติ เพราะวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับการวัดที่แน่นอนของเวลา มิติ น้ำหนักและปรากฏการณ์อื่น ๆ

4. มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง (Concept of the Self) คือ การที่บุคคลมีความคิดว่าตัวเขาเป็นอะไร เป็นใคร เป็นอย่างไร

5. มโนทัศน์ทางสังคม (Social Concepts) เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ชุมชน ประชาธิปไตย ศีลธรรม และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่แสดงออกมา

6. มโนทัศน์ทางสุนทรียภาพ (Aesthetic Concepts) มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับความสวยงามและขึ้นกับมโนทัศน์ทางสังคม เช่น สุนทรีภาพในการเขียนดนตรี

7. มโนทัศน์เกี่ยวกับความขบขัน (Concepts of Horner) มีการพัฒนาการอยู่ในขอบเขตของสังคม บางสิ่งเป็นเรื่องที่ขบจันขอสังคมหนึ่ง แต่อาจไม่ขบขันในอีกสังคมหนึ่งก็ได้

8. มโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องอื่น ๆ (Miscellaneous Concepts) เช่น เกี่ยวกับความตาย เพศและสงคราม เป็นต้น

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523) ได้แยกประเภทของมโนทัศน์เป็น 3 ประเภทในลักษณะคล้ายกันดังนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน เป็นมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้วเป็นส่วนใหญ่มีลักษณะหลาย ๆ อย่างร่วมกัน ทำให้ง่ายในการเรียนรู้

2. มโนทัศน์ที่เป็นเชิงสัมพันธ์ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกหรือส่วนของกลุ่มมาพิจารณาคุณลักษณะหรือคุณค่าที่แตกต่างกัน แต่มีความสัมพันธ์กันในบางลักษณะ

3. มโนทัศน์ที่เป็นเชิงวิเคราะห์ เป็นมโนทัศน์ที่อยู่บนพื้นฐานของคุณลักษณะที่สังเกตได้จากส่วนต่าง ๆ ของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวที่มีความซับซ้อนกว่าสองประเภทแรก

ประยูร อาษานาม (2537) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับคุณสมบัติ (Qualitative Concepts) เป็นการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ตามขนาด รูปร่าง และสี เป็นต้น

2. มโนทัศน์เกี่ยวกับปริมาณ (Quantitative Concepts) เป็นเรื่องของนามธรรม เช่น จำนวนและการนับ

จากการศึกษาประเภทของมโนทัศน์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า มโนทัศน์แบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ตามเกณฑ์การจำแนกของแนวคิดของแต่ละบุคคลหรือตามลักษณะทั่วไป เป็นมโนทัศน์ที่สามารถสังเกตและสัมผัสได้และมโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตและสัมผัสได้ ต้องอาศัยการวิเคราะห์โดยพิจารณาว่ามีลักษณะหลาย ๆ อย่างร่วมกันหรือแตกต่างกัน

การเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การเรียนรู้มโนทัศน์เป็นสิ่งสำคัญและมีประโยชน์ ถ้าเรียนรู้มโนทัศน์ใดแล้ว ย่อมสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในโอกาสอื่น ๆ ได้เรื่อย ๆ สุวิทย์ มูลคำ (2547) ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการเรียนรู้มโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. การสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) หมายถึง การเรียนรู้มโนทัศน์จากประสบการณ์ของการเรียนรู้เป็นการเรียนรู้โดยการค้นพบ หรือใช้วิธีการอุปมาน (Inductive Process) ตัวอย่างเช่น เด็กที่เรียนรู้มโนทัศน์ของเครื่องใช้ชีวิตประจำวัน เช่น หมวก และรองเท้า โดยมีประสบการณ์ว่าถ้าจะออกไปข้างนอกจะต้องสวมหมวกที่ศีรษะ สวมรองเท้าที่เท้า เป็นต้น

2. การแตกย่อยของมโนทัศน์ (Concept Assimilation) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้มโนทัศน์แบบอุปมาน (Deductive Process) โดยทราบคำจำกัดความของมโนทัศน์พร้อมกับตัวอย่างของมโนทัศน์และคุณลักษณะวิกฤติ (Critical Attributes) ของมโนทัศน์นั้น เด็กโตและผู้ใหญ่ใช้กระบวนการ Concept Assimilation นี้

ปราณี รามสูต (2528) มโนทัศน์ของคนเราเกิดจากการได้รับประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้มโนทัศน์เกิดขึ้นเมื่อปะทะกับสิ่งเร้า บุคคลจะเกิดการรับรู้ (Perception) เมื่อรับรู้แล้วก็จะเก็บเป็นความจำ (Memory) เมื่อได้รับรู้กลุ่มของสิ่งเร้าใดมากเข้าความจำเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้านั้นมีมากขึ้น ก็เกิดการคิดหาเหตุผล มีการประสมประสาน (Integration) กันระหว่างการรับรู้ ความจำ และความคิดเกี่ยวกับสิ่งนั้น การมองเห็นความแตกต่างของกลุ่มสิ่งเร้านั้น ๆ ว่าต่างไปจากกลุ่มสิ่งเร้าอื่นอย่างไร (Discrimination) และการสรุปรวบยอด (Generation) ลักษณะของสิ่งเร้านั้นว่าคล้ายคลึงกับสิ่งเร้าประเภทเดียวกันใส่แง่ใดบ้าง

ยุพิน พิพิธกุล (2529) ได้เสนอกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. นักเรียนต้องมีความรู้ ทักษะประสบการณ์และพร้อมที่จะเรียนเรื่องใหม่จากความรู้เดิมของเขา เขาจะสังเกตเห็นคุณสมบัติร่วม (Common Properties) ความสัมพันธ์แบบแผนโครงสร้างของความคิด สิ่งเหล้านี้ประมวลกันเข้าทำให้เขานำไปสู่ข้อสรุปได้

2. นักเรียนต้องได้รับแรงจูงใจ (Motivation) หรือถูกกระตุ้นให้อยากเรียน มีความเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน ผู้เรียนต้องนึกอยู่เสมอว่าเขากำลังทำอะไร เห็นอะไร รู้สึกอย่างไร คิดอย่างไร การเรียนจะเป็นไปได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนนั้นได้ตอบสนองต่อภาพการเรียนและเขาจะตอบสนองก็ต่อเมื่อเขาคิด

3. นักเรียนจะต้องมีความสามารถที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน การเกิดมโนทัศน์นั้นเป็นกระบวนการของปัญหาซึ่งเกี่ยวข้องกับกิจกรรมเช่น การเห็น การฟัง การอ่าน การ

เขียน การคำนวณ การคิด การพูด กรลงมือทำ การใช้นามธรรม การใช้สัญลักษณ์ การสรุปนั่นก็หมายความว่ามโนทัศน์จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ นักเรียนสามารถทำสิ่งเหล่านั้น

4. นักเรียนต้องได้รับการแนะแนวเพื่อเป็นแรงจูงใจให้เขาเรียนอย่างมีประสิทธิภาพการเรียนแบบลองผิดลองถูกอาจทำให้เด็กเกิดความท้อถอย เพราะเข้าไปไม่ถึงจุดมุ่งหมายสักที

5. จะต้องจัดวัสดุ อุปกรณ์ให้ผู้เรียนอย่างถูกต้องและเหมาะสม เช่นของจริง ภาพแบบเรียน เป็นต้น

6. นักเรียนจะต้องมีเวลาเพียงพอสำหรับที่จะมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ในการที่นักเรียนจะเกิดมโนทัศน์นั้นจะต้องใช้เวลาการเรียนเป็นกระบวนการที่ค่อยพัฒนาไปทีละน้อยการที่จะสร้างมโนทัศน์ได้นั้นต้องการประสบการณ์ที่ต่างกัน

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2537) กล่าวว่า คนเราจะเรียนรู้มโนทัศน์ไม่ได้เลยถ้าไม่มีประสบการณ์ ดังนั้น บุคคลที่มีประสบการณ์ต่างกันย่อมมีมโนทัศน์ของสิ่งเดียวกันต่างกันโดยการเรียนรู้มโนทัศน์จะเริ่มขึ้นเมื่ออินทรีย์ (Organism) ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า (Stimuli) ก็จะเกิดการรับรู้ (Sensation) และการตีความ (Meaning) ในตอนนี้นักเรียนจะเกิดการรับรู้อย่างมีความหมาย (Perception) แล้วเก็บความรู้ไว้ในความทรงจำ (Memory) ต่อมาเมื่อได้รับสิ่งเร้าใหม่ก็จะเกิดการรับรู้เปรียบเทียบภาพของสิ่งเร้าใหม่กับสิ่งเร้าเดิม ซึ่งนักเรียนอาจจะแยกแยะไม่ออกในระยะแรก แต่ถ้าครูบอกว่าสิ่งเร้าใหม่นี้คืออะไร ในที่สุดนักเรียนก็จะสามารถแยกแยะความแตกต่าง (Discrimination) ระหว่างสิ่งเร้าเดิมกับสิ่งเร้าใหม่ทันที และยังได้รับเก็บการรับรู้ที่มีความหมายเกี่ยวกับสิ่งเร้าใหม่ไว้ในความทรงจำอีกด้วย ต่อมาเมื่อนักเรียนได้รับสิ่งเร้าอีกสิ่งหนึ่งที่เป็นชนิดเดียวกับกับสิ่งเร้าแรก แต่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป เช่น อาจจะมีสีหรือขนาดรูปร่างต่างกันเมื่อครูบอกว่าสิ่งเร้านี้เป็นชนิดเดียวกับสิ่งเร้ามาก นักเรียนก็จะสามารถสรุปมโนทัศน์ของสิ่งเร้าแรกได้

จากการเรียนรู้มโนทัศน์ที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนต้องมีความรู้และทักษะพื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ หรือคล้ายคลึงกันกับเรื่องที่จะศึกษามาก่อน เพื่อไปสู่การศึกษาเรื่องใหม่ ๆ ต่อไป ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้จึงต้องมีครูคอยชี้แนะแนวทาง ครูต้องจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริงและฝึกให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์

การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ ถ้านักเรียนเกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนก็สามารถนำความรู้ไปใช้ในโอกาสต่อไปได้ นักการศึกษาได้เสนอแนวทางการสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Gunter (1995) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปไว้ดังนี้

1. เลือกและนิยามมโนทัศน์ โดยจะต้องสอดคล้องกับบทเรียน นิยามต้องชัดเจนและอ้างเหตุผลที่สามารถพิสูจน์ได้

2. กำหนดคุณลักษณะที่จำเป็น

3. ยกตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบ ตัวอย่างทางบวกต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญและตัวอย่างทางลบไม่จำเป็นต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญครบทุกข้อ

4. อธิบายให้นักเรียนทราบกระบวนการ ว่ากำลังทำอะไร และขั้นใดบ้างที่จำเป็น

5. ยกตัวอย่างที่เป็นปัจจุบันและอ้างเหตุผลเป็นข้อ ๆ และจัดประเภทคุณสมบัติของตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อเปรียบเทียบ

6. นักเรียนสามารถให้ความสามารถของมโนทัศน์ได้ถูกต้อง

7. ให้ตัวอย่างเสริม ถ้านักเรียนไม่เข้าใจมโนทัศน์แล้ว ครูให้ตัวอย่างเสริมเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจทุกคน

8. อธิบายกระบวนการในห้อง เพื่อให้ทราบแน่นอนว่านักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ถูกต้องหรือไม่ โดยให้นักเรียนออกมาอธิบายหน้าชั้นเรียน

9. การวัดผล ถามนักเรียนถึงพัฒนาการ ให้ตัวอย่างเสริมเพื่อหาคุณสมบัติที่จำเป็นหรือถามเพื่อพัฒนาการตัวอย่างทางบวกและทางลบ เพื่อหาคุณสมบัติของมโนทัศน์ใหม่

Arends (1999) ได้เสนอแนะการสอนให้เกิดมโนทัศน์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ครูจะต้องอธิบายเป้าหายของบทเรียนและทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามเป้าหมาย

ขั้นที่ 2 ครูต้องบอกชื่อมโนทัศน์และระบุคุณสมบัติที่สำคัญออกเป็นข้อ ๆ ในการบรรยายโดยตรง

ขั้นที่ 3 ครูต้องยกตัวอย่างทันที หลังจากได้มโนทัศน์และเริ่มลงมือบรรยายโดยตรง

ขั้นที่ 4 ครูช่วยนักเรียนวิเคราะห์ความคิดและการเรียนรู้ใหม่จนสมบูรณ์

เมธี ลิมอักษร (2524) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ก่อนที่สอนให้นักเรียนมีมโนทัศน์ใหม่ขึ้นมานั้น ครูจะต้องแน่ใจเสียก่อนว่าพื้นความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์เดิมที่จำเป็นต่อการสร้างมโนทัศน์ใหม่ขึ้นมานั้น นักเรียนมีความ

พร้อมแล้ว ดังนั้น ก่อนที่ครูจะสอนเรื่องการบวกหรือลบเศษส่วน ครูต้องแน่ใจว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ และทักษะในการเปรียบเทียบเศษส่วน หรือการทำให้เศษส่วนมีค่าเท่ากันได้เสียก่อน

2. ครูต้องไม่ลืมที่เร้านักเรียนให้มีความปรารถนาที่เรียน ในสิ่งที่ครูต้องการจะสร้างมโนทัศน์นั้นเสียก่อน ทั้งนี้เพราะเข้าใจและยอมรับกันอยู่แล้วว่า นักเรียนเรียนในสิ่งที่เขาได้ลงมือกระทำได้เห็น ได้รู้สึก และพร้อมที่จะคิด การเรียนรู้เกิดขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนมีความพร้อมและความเต็มใจที่เรียน

3. สิ่งที่นำมาสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์นั้น ครูต้องพิจารณาว่าอยู่ในวิสัยที่นักเรียนเข้าใจได้ ครูต้องจำไว้ว่า การสร้างมโนทัศน์เชิงคณิตศาสตร์นั้นย่อมต้องผ่านขบวนการต่าง ๆ เช่น การได้ลงมือทำด้วยตนเองได้เห็น ได้ยิน ได้คำนวณ และรู้จักใช้สัญลักษณ์ ไม่ว่าจะเป็นรูปหรือนามก็ตาม ดังนั้น ในการสร้างมโนทัศน์ซึ่งแต่ละคนต้องการเวลาแตกต่างกัน ครูจึงต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ต้องใช้เวลาแตกต่างกันในการสร้างมโนทัศน์ในแต่ละเรื่อง

4. ครูจะต้องเป็นผู้คอยช่วยเหลือ แนะนำ และพยายามรักษาแรงจูงใจให้มีอยู่เสมอเพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ การเรียนรู้แบบลองผิดลองถูก เป็นการเรียนรู้ที่ปราศจากหลักการ อาจก่อให้เกิดความรู้สึกท้อใจแก่นักเรียนได้ สิ่งที่นำมาพิจารณานั้น ควรเป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถมองเห็นองค์ประกอบรวมได้โดยไม่ยากเกินไป

5. ครูจะต้องพยายามจัดการสิ่งที่เป็นเครื่องมือเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ได้โดยแจ่มแจ้ง ไม่ว่าจะเป็นหนังสือตำรา หุ่น หรือเครื่องประกอบความเข้าใจอย่างอื่นก็ตาม

6. ครูจะต้องพยายามให้เวลาแก่นักเรียนอย่างเพียงพอที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมอันจะนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์นั้น ๆ โดยแจ่มชัด การสร้างมโนทัศน์นั้น เป็นกระบวนการที่กินเวลาลาต้องการประสบการณ์หลายด้าน ตลอดจนความสามารถที่นำไปใช้ได้ในสถานการณ์ที่ต่าง ๆ กัน เพื่อเป็นเครื่องประกันได้ว่านักเรียนเข้าใจมโนทัศน์นั้น ๆ ได้อย่างแจ่มชัด

พนัส หันนาคินทร์ และพิทักษ์ รักษพลเดช (2512) ได้กล่าวว่าการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นมีกระบวนการดังนี้

1. หาข้อมูลที่เกี่ยวกับสิ่งที่เราต้องการสร้างมโนทัศน์จากประสบการณ์หรือสัมผัสหลาย ๆ ทาง (Experience) อันเป็นการทำให้ข้อมูลที่ได้รับแน่นอน ยิ่งมีประสบการณ์ในเรื่องที่เรียนหลายด้านมากขึ้นเท่าไรการที่เราจะสร้างมโนทัศน์ในสิ่งนั้นยิ่งแน่นนอนมากขึ้นเท่านั้น ขั้นนี้ถือได้ว่าเป็นขั้นของการสร้างสัญชาตญาณ (Perception)

2. มองหาความแตกต่างหรือความคล้ายคลึงในกรณีหรือสิ่งที่ได้สังเกตนั้นเป็นราย ๆ ไป (Differentiation) ในขั้นนี้เป็นการพิจารณารายละเอียดลงไปอีก เช่น ในเรื่องรูปร่างมะนาวผิดกับผลไม้อื่นอย่างไร การเปรียบเทียบการความคลายคลึงหรือความแตกต่างทำให้ความเข้าใจในคุณสมบัติรวมของสิ่งเหล่านั้นดีขึ้น

3. สรุปรวบยอดหรือการหาแบบทั่วไปของสิ่งที่ต้องการสร้างมโนทัศน์ เพื่อสร้างขึ้นเป็นหน่วยความคิด (Generalization and Abstraction) เป็นการสรุปและหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้รับหรือพิจารณาแล้ว ผลที่ได้ออกมานั้นมักกำหนดสัญลักษณ์ เช่นการกำหนดชื่อให้สิ่งที่ได้สร้างขึ้นมานั้น เรียกสิ่งที่ได้สรุปรวบยอดและได้ให้สัญลักษณ์แล้วนี้ว่า เป็นมโนทัศน์ในสิ่งนั้น ๆ ในเชิงคณิตศาสตร์ เป็นหลักหรือกฎเกณฑ์บางอย่างที่ได้จากการพิจารณาคุณสมบัติ ซึ่งมีเป็นแบบของมันเองโดยเฉพาะ

4. การนำไปใช้โดยวิธีอนุกรม (Deduction) ขบวนการสร้างมโนทัศน์ขั้นสุดท้ายคือการนำเอาสิ่งที่ได้ค้นพบแล้วนั้นไปใช้ปรับเข้ากับเหตุการณ์เอกเทศอื่น ๆ ในรูปของ “ถ้า...แล้ว...” เช่น เมื่อสร้างมโนทัศน์ได้ว่า ในรูปสามเหลี่ยมใด ๆ ความยาวของด้านสองด้านของสามเหลี่ยมนั้นรวมกันย่อมยาวกว่าด้านที่สาม ดังนั้น ถ้า ABC เป็นสามเหลี่ยมรูปหนึ่งตัว ด้าน a บวกกับด้าน b ย่อมยาวกว่าด้าน c เป็นต้น

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนมโนทัศน์ ซึ่งมี 2 แบบ ได้แก่ การสอนแบบ Deductive และ Inductive ดังนี้

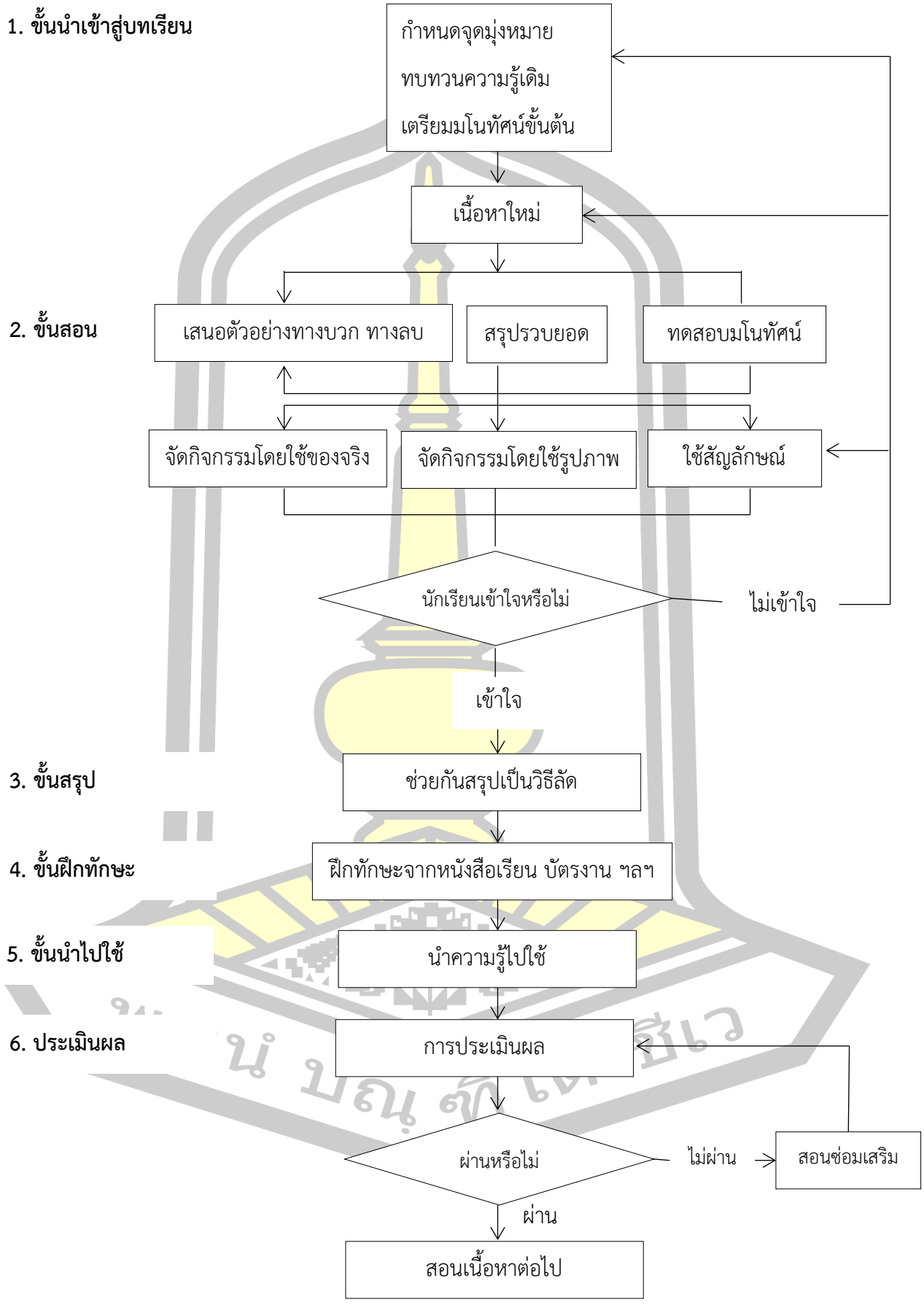
การสอนแบบ Deductive มีขั้นตอน คือ

1. กำหนดมโนทัศน์ที่จะสอนแล้วแจ้งให้นักเรียนทราบ
2. อธิบายความหมายของมโนทัศน์
3. ให้นักเรียนดูและคัดเลือกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์นี้
4. ให้นักเรียนเสนอตัวอย่างใหม่เพิ่มเติมที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์นี้
5. ให้นักเรียนสรุปอธิบายอีกครั้งว่ามโนทัศน์นี้เป็นอย่างไร

การสอนแบบ Inductive มีขั้นตอน คือ

1. ไม่บอกมโนทัศน์และอธิบายความหมายของมโนทัศน์นั้นให้แก่นักเรียน
2. ให้นักเรียนเลือกตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนคัดเลือกว่าตัวอย่างเหล่านี้ตัวอย่างใดที่อยู่กลุ่มเดียวกัน
3. ให้นักเรียนสังเกตลักษณ์ที่มีอยู่ร่วมกัน ในตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันนั้น ให้นักเรียนคิดตั้งชื่อคำหรือกลุ่มคำจากตัวอย่างเหล่านี้
4. ให้นักเรียนสรุปอธิบายความหมายของคำหรือกลุ่มคำที่ตั้งขึ้นมีความหมายว่าอย่างไร

ส่วนกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ณัชชา กมล (2542) อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้เสนอขั้นตอนการสอนให้เกิดมโนทัศน์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบข้างต้น สามารถสรุปวิธีการสอนคณิตศาสตร์ให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามลำดับดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ในการนำเข้าสู่บทเรียน ครูผู้สอนต้องกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมในการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่เป็นเป้าหมายในการเรียน ทบทวนความรู้เดิมที่เคยเรียนมาแล้ว และเกี่ยวข้องกับบทเรียนใหม่ที่กำลังสอนและเตรียมมโนทัศน์เชิงคณิตศาสตร์ขั้นต้น เพื่อเป็นรากฐานที่ช่วยให้นักเรียนนำมาประกอบความคิดเพื่อนำไปสู่มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ขั้นต่อไป และครูผู้สอนบอกประโยชน์ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่สอนเป็นการกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียน

2. ขั้นสอน ครูผู้สอนเสนอเนื้อหาใหม่ โดยใช้สื่ออุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรมหรือสื่อการสอนใด ๆ ที่เหมาะสมมาช่วย เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากรูปธรรมไปหานามธรรม โดยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยครูผู้สอนเสนอตัวอย่างทางบวกและทางลบที่เป็นรูปธรรม เช่น รูปภาพในอัตราส่วนที่เท่า ๆ กัน การเสนอตัวอย่างนั้นครูเสนอทีละตัวอย่างอาจใช้คำถามว่าเป็นตัวอย่างประเภทใด (ทางบวกหรือทางลบ) โดยครูแยกประเภทตัวอย่างไว้ให้นักเรียนได้เห็นได้ชัดเจน แล้วครูให้นักเรียนสังเกตเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของตัวอย่างที่ครูเสนอแล้วสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้แล้ว ครูผู้สอนทำการทดสอบความเข้าใจของนักเรียนว่าเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และสามารถสรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องจริงหรือไม่ โดยการที่ครูเสนอตัวอย่างใหม่ด้วยอัตราส่วนคงเดิม แล้วให้นักเรียนจำแนกประเภทตามลักษณะของมโนทัศน์ ถ้านักเรียนจำแนกประเภทได้ถูกต้องแสดงว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจอย่างกว้างขวาง ลึกซึ้ง ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ถ้านักเรียนยังแยกประเภทได้ไม่ถูกต้อง ให้กลับไปดูที่ขั้นเสนอตัวอย่าง และขั้นสรุปรวบยอดใหม่อีกครั้ง เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้วครูจึงให้นักเรียนช่วยกันบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ

3. ขั้นสรุปไปสู่วิธีลัด เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้ครั้งต่อไป

4. ขั้นฝึกทักษะ เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีลัดแล้ว จึงให้นักเรียนได้ฝึกทำด้วยการทำแบบฝึกหัด จากบทเรียนหรือบัตรงานของโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะสอดคล้องกับมโนทัศน์

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และใช้ในวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหา หรือทำกิจกรรมที่ประสบในชีวิตประจำวัน

6. ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบ เพื่อวัดระดับความสามารถของนักเรียนในการที่จะผ่านเกณฑ์หรือไม่ เพื่อทำการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่ไม่ผ่าน และเพื่อทำการสอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

อัมพร ม้าคนอง (2546) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ควรคำนึงถึงในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นการวางแผนการสอน ผู้สอนควรพิจารณารายละเอียดของหัวข้อต่อไปนี้

ชื่อมโนทัศน์ ลักษณะที่สำคัญและไม่สำคัญของมโนทัศน์ กฎของความเป็นมโนทัศน์ ตัวอย่างมโนทัศน์ และสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างแต่คล้ายคลึง คำถามและทิศทางที่จะเน้นสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพ ระดับที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้

2. ขั้นการสอน กิจกรรมที่จัดเพื่อสอนมโนทัศน์ควรรวมถึงสิ่งต่อไปนี้

การนำเข้าสู่มโนทัศน์ การให้ตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างตามลำดับอันควร การฝึกการคิดเชิงเปรียบเทียบ การกระตุ้นให้นักเรียนถามและการประเมินระดับการเรียนรู้มโนทัศน์ของนักเรียน

3. ขั้นประเมินผล ควรประเมินในประเด็นสำคัญ ๆ ดังต่อไปนี้

ลักษณะของมโนทัศน์ ได้แก่ ลักษณะเฉพาะของลักษณะที่สำคัญและไม่สำคัญ ลักษณะเฉพาะของกฎมโนทัศน์การสัมพันธ์ของมโนทัศน์นั้นกับมโนทัศน์อื่น และการใช้มโนทัศน์

ตัวอย่างของมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์ ได้แก่ การจำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่ใช่มโนทัศน์และเหตุผลที่ใช้ในการจำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ออกจากตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์

จากขั้นตอนการสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ผู้สอนควรชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน และเลือกวิธีสอนที่เหมาะสมทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหานั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจ จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ฝึกทักษะการทำโจทย์จากง่ายไปยากและฝึกให้ผู้เรียนได้สรุปความคิดรวบยอด

แนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Ausubel (1969) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์และแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้า
2. ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งเร้าที่เหมือนกัน
3. ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง ๆ
4. เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกัน

5. จัดลักษณะของสิ่งเร้าที่คัดเลือกได้จากสมมติฐานให้มาสัมพันธ์กับระบบที่อยู่เดิมในโครงสร้างของความคิด

6. เลือกความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่ได้รับมาใหม่ให้ครอบคลุมไปยังมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้วเพื่อหาความสัมพันธ์กัน

7. สรุปครอบคลุมลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ใหม่ให้ครอบคลุมสมาชิกทุก ๆ หน่วยภายในกลุ่ม

8. คิดหาสัญลักษณ์ที่เหมาะสมมาเป็นตัวแทนของมโนทัศน์ที่รับมาใหม่ เพื่อเป็นสื่อกลางในการทำความเข้าใจกับมโนทัศน์นั้น ๆ ได้ตรงนั้น อันจะเป็นประโยชน์ในการถ่ายทอดมโนทัศน์ไปสู่กลุ่มอื่น ๆ

De Cecco & Crawford (1974) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นๆ ดังนี้

1. คาดหวังการกระทำ (พฤติกรรม) คือ ตั้งจุดหมายเชิงพฤติกรรมเพื่อทราบว่านักเรียนมีพฤติกรรมอย่างไรหลังจากเรียนมโนทัศน์ไปแล้ว

2. เลือกลักษณะเฉพาะที่เด่น ๆ ของมโนทัศน์มาสอนหรือแสดงต่อนักเรียน เพื่อลดความสับสนวุ่นวาย

3. แสดงภาษาที่ใช้แทนมโนทัศน์ที่ต้องการสอน โดยเขียนบนกระดานดำหรือบอร์ดก็ได้

4. ยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่สอดคล้องและไม่สอดคล้อง กับมโนทัศน์ที่จะสอน

5. แสดงตัวอย่างที่ใช่ และไม่ใช่มโนทัศน์ที่สอนให้นักเรียนมองเห็น ถาม แล้วให้นักเรียนตอบว่าตัวอย่างใดใช่ ตัวอย่างใดไม่ใช่

6. แสดงตัวอย่างมโนทัศน์อื่นที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์ที่จะสอน ให้นักเรียนเลือกเฉพาะตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ที่จะสอน

7. ให้นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของมโนทัศน์ที่เรียนแล้วเปิดโอกาสให้ซักถามและตรวจงานนักเรียนเพื่อรายงานผลให้ทราบ และให้การเสริมแรงอื่น ๆ

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การสอนแบบนิรนัย และการสอนแบบอุปนัย ดังนี้

การสอนแบบนิรนัย มีขั้นตอนคือ

1. กำหนดมโนทัศน์ที่จะสอน และแจ้งให้นักเรียนทราบ
2. อธิบายความหมายของมโนทัศน์นี้
3. ให้นักเรียนดูและคัดเลือกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์นี้
4. ให้นักเรียนเสนอตัวอย่างใหม่เพิ่มเติมที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์นี้

5. ให้นักเรียนสรุปอธิบายอีกครั้งว่ามโนทัศน์นี้เป็นอย่างไร

การสอนแบบอุปนัย มีขั้นตอนดังนี้

1. ไม่บอกมโมทัศน์และความหมายมโนทัศน์นั้นให้แก่นักเรียน

2. ให้นักเรียนเลือกตัวอย่าง แล้วให้คัดเลือกว่า ตัวอย่างเหล่านี้ ตัวอย่างใดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

3. ให้นักเรียนสังเกตลักษณะที่มีอยู่ร่วมกันในตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันนั้น

4. ให้นักเรียนคิดตั้งชื่อคำหรือกลุ่มคำจากตัวอย่างเหล่านี้

5. ให้นักเรียนสรุปอธิบายความหมาย ของคำหรือกลุ่มคำที่ต้องขึ้นหมายความว่าอย่างไร

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์เป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. เตรียมหาข้อมูลสำหรับให้นักเรียนฝึกหัดจำแนก

2. อธิบายกติกาในการเรียนให้นักเรียนรู้และเข้าใจตรงกัน

3. เสนอข้อมูลตัวอย่างของมโนทัศน์และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน

4. ให้บอกลักษณะของสิ่งของที่คิดว่าเป็นลักษณะของสิ่งที่เป็นตัวอย่าง

5. ให้สรุปออกมาเป็นลักษณะของสิ่งที่ยกขึ้นเป็นตัวอย่าง

6. ให้อธิบายว่าอะไรที่ทำให้บอกได้ว่าสิ่งต่าง ๆ ที่เสนอมาใช่ตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่าง

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์เป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. วิเคราะห์ลักษณะของมโนทัศน์ที่เรียน

3. ตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นก่อนเรียน

4. ยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่ถูกและตัวอย่างที่ผิด

5. เสนอตัวอย่างใหม่

6. ให้นักเรียนได้เลือกหรือแยกมโนทัศน์ที่เรียนออกจากกลุ่มที่ปะปนกันอยู่

7. ให้นักเรียนอธิบายสรุปลักษณะสำคัญ

จากแนวคิดที่เกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์ที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปว่า แนวทางการพัฒนาให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถทำได้หลากหลายแนวทาง ผู้วิจัยใช้แนวทางการพัฒนาให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้น ๆ ได้ดังนี้

1. การกำหนดแนวทางการเกิดมโนทัศน์ให้กับนักเรียนแต่ไม่บอกความหมายหรือมโนทัศน์
2. การนำเสนอตัวอย่างอย่างหลากหลายตัวอย่างทั้งที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องให้นักเรียนพิจารณา
3. การสังเกตเปรียบเทียบ หาความสัมพันธ์ที่ถูกต้องของตัวอย่างที่นำเสนอ
4. การสรุปความคิดรวบยอด ความเข้าใจของตนเองหรือมโนทัศน์ของตนเอง
5. การนำมโนทัศน์ไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์

การวัดมโนทัศน์

เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว การตรวจสอบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนมากน้อยเพียงใดเป็นเรื่องที่สำคัญ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ไว้ดังนี้

Wilson (1971) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจและความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Knowledge of Concepts) นั้นหมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กัน โดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง

Frayer, Fredrick & Klausmeier (1972) ได้ศึกษาการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนเกรด 4 และเกรด 6 โดยใช้สื่อการสอนและได้พัฒนารูปแบบการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ สรุปได้ว่าในการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะต้องทำการวิเคราะห์มโนทัศน์เนื้อหานั้นก่อน แล้วค่อยออกข้อสอบให้สอดคล้องกับมโนทัศน์นั้น ๆ แบบทดสอบที่ใช้วัดมโนทัศน์ควรประกอบด้วย

1. คุณลักษณะของตัวอย่างมโนทัศน์
2. สิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์
3. คุณลักษณ์ที่มีความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กัน
4. คำจำกัดความของมโนทัศน์
5. การนำมโนทัศน์ไปสู่หลักการ

ชวาล แพรัตกุล (2520) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการวัดมโนทัศน์ว่า เป็นการวัดที่อยู่ในระดับสูงของการวัดความรู้ ความจำ ยังไม่ถึงขั้นที่ใช้ความคิด ซึ่งวัดได้ 2 ลักษณะ คือ 1) การวัดความรู้เกี่ยวกับหลักวิชา และการขยายหลักวิชาของเรื่องราวต่าง ๆ และ 2) การวัดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้างของหลักวิชานั้น ๆ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 การวัดความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชาของเรื่องราวต่าง ๆ คือ หลักวิชา (Principle) หมายถึง คติ หลักการ หรือหัวใจของเรื่องที่เกิดขึ้นหลาย ๆ มโนทัศน์มารวมกัน ซึ่งมีที่มาและลักษณะดังนี้

1. เป็นเรื่องราว เหตุการณ์ หรือ วัตถุสิ่งของที่เคยปรากฏมาแล้วอย่างน้อย 2 ครั้ง จึงสามารถมีมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องนั้นได้ สิ่งใดมีเพียงชิ้นเดียว หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวไม่ถือว่าเป็นมโนทัศน์ เช่น ในอวกาศมีดวงอาทิตย์ของจักรวาลเพียงดวงเดียว และไม่มีจักรวาลอื่นใดอีก อย่างนี้เป็นความจริงเพียงหนึ่งเดียว จึงไม่สามารถเขียนคำถามวัดมโนทัศน์ได้ เพราะไม่สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

2. เป็นเรื่องราว เหตุการณ์ หรือวัตถุสิ่งของที่ปรากฏขึ้นแต่ละครั้งต้องเกิดกับคนละที่แต่มีลักษณะบางอย่างคล้ายกัน เช่น ดาวเคราะห์ซึ่งมี 9 ดวง โคจรรอบดวงอาทิตย์อยู่คนละที่และไม่เหมือนกันแต่ทุกดวงมีลักษณะร่วมกัน คือไม่มีแสงสว่างในตัวเองมีสัณฐานกลมและหมุนรอบดวงอาทิตย์ เป็นต้น ลักษณะร่วมเหล่านี้ถือว่าเป็นมโนทัศน์ของดาวเคราะห์

การขยาย (Generalized) หมายถึง การนำหลักการหรือคติของเรื่องใด ๆ ไปใช้ใสถานการณ์ให้ไกลออกไปจากเดิมหรือเป็นการสรุปออกนอกเรื่องนั้น ๆ ซึ่งบุคคลนั้นจะต้องสามารถสร้างมโนทัศน์หรือคัดเลือกใจความสำคัญของเรื่องให้ได้เสียก่อน เช่น บทสรุปตอนท้ายของนิทานอีสป

ลักษณะที่ 2 การวัดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี และโครงสร้างของหลักวิชานั้น ๆ

สมนึก ภัททิยธนี (2546) ได้เสนอการวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยาย

หลักวิชา (Principle) หมายถึง หลักการหรือหัวใจของเรื่องที่เกิดขึ้นหลาย ๆ ความคิดรวบยอดรวมกัน

การขยาย (Generalized) หมายถึง การนำหลักการหรือคติของเรื่องใด ๆ ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ให้ไกลออกไปจากเดิมหรือเป็นการสรุปออกนอกเรื่องนั้น ๆ (เช่น บทสรุปตอนท้ายของนิทานอีสป)

ลักษณะที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง

คำถามลักษณะนี้ต่างจากลักษณะที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาการและการขยาย คือ ลักษณะที่ 1 ถามเกี่ยวกับหลักการของหลายเนื้อหาที่ไม่สัมพันธ์กัน ไม่เป็นชนิดเดียวกันอย่างเดียวกันโดยตรง แต่อยู่ในเครือสกุลเดียวกัน ส่วนลักษณะที่ 2 นี้ ถามเกี่ยวกับหลักการจากหลายเนื้อหาที่สัมพันธ์กันเป็นพวกเดียวกัน และสกุลเดียวกัน เพื่อค้นหาทฤษฎีและโครงสร้างที่เป็นตัวร่วมของบรรดาเนื้อหาเหล่านั้น

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดมโนทัศน์ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดมโนทัศน์เป็นการวัดด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจและความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Knowledge of Concepts) นั้น หมายถึงความสามารถในการนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาสัมพันธ์กันและนำมาใช้ในการคิดคำนวณหรือการหาคำตอบของปัญหาได้ ซึ่งผู้สอนจะต้องทำการวิเคราะห์มโนทัศน์ในเนื้อหานั้นก่อนแล้วจึงออกข้อสอบให้สอดคล้องกับมโนทัศน์นั้น

การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

สำหรับการประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญมากในการวัดความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาทางวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้แนวคิดการประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือ การวัดเกี่ยวกับหลักการหลายสิ่งหลายอย่าง ทั้งการวัดความคิดในเชิงนามธรรมคือ ความเข้าใจของนักเรียนในเนื้อหาคณิตศาสตร์ สามารถแยกแยะประเภทของสิ่งต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันและไม่สัมพันธ์กันได้ รวมทั้งสามารถสรุปออกมาเป็นหลักการแนวคิด บทนิยาม กฎเกณฑ์หรือวิธีการในทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการวัดในระดับสูงของความคิดความจำ เพื่อให้รู้ว่านักเรียนมีความเข้าใจและมีมโนทัศน์ในทางคณิตศาสตร์เพียงใด อัมพร ม้าคนอง (2552) เนื่องจากผู้วิจัยเลือกใช้การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย ซึ่ง อัมพร ม้าคนอง (2552) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ซึ่งพิจารณาคำตอบและการอธิบายคำตอบดังนี้

1. การพิจารณาคำตอบ

1.1 ระดับถูกต้องอย่างสมบูรณ์ (Completely correct) ให้ 3 คะแนน

1.2 ระดับถูกต้องค่อนข้างอย่างสมบูรณ์ (Mostly correct) ให้ 2 คะแนน

1.3 ระดับถูกต้องบ้างบางส่วน (Partly correct) ให้ 1 คะแนน

1.4 ระดับไม่ถูกต้อง (Incorrect) หรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน

2. การพิจารณาลักษณะของการอธิบายมโนทัศน์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การอธิบายแบบมีโครงสร้างที่เป็นเหตุเป็นผล (Logically structured explanations) เป็นการอธิบายที่มีการอ้างอิงโครงสร้างหรือระบบทางคณิตศาสตร์และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ สนับสนุนอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งจำแนกได้ 2 ระดับ ดังนี้

2.1.1 ระดับการอธิบายที่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

2.1.2 ระดับการอธิบายที่สื่อความหมายได้บ้าง หรือพยายามสื่อความหมายแต่ไม่ชัดเจน

2.2 การอธิบายแบบไม่มีโครงสร้าง (Non-structured explanations) เป็นการอธิบายที่ไม่ใช้โครงสร้างระบบทางคณิตศาสตร์ และไม่ได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล จากเกณฑ์การประเมินมโนทัศน์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนแบบรวมองค์ประกอบ (Holistic Scoring) ได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

มโนทัศน์	ข้อที่	ระดับคะแนน	รายละเอียด
มโนทัศน์ที่ 1 รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1	3 (ดี)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์ลักษณะของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์พร้อมอธิบายเหตุผล
		2 (ผ่าน)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์ลักษณะของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนแต่ไม่อธิบายเหตุผล
		1 (ปรับปรุง)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์ลักษณะของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
		0	เมื่อผู้สอบเขียนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงการหาคำตอบหรือไม่เขียนอะไรเลย

ตารางที่ 4 (ต่อ)

มโนทัศน์	ข้อที่	ระดับคะแนน	รายละเอียด
มโนทัศน์ที่ 2 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	2	3 (ดี)	เมื่อผู้สอบวัดความยาวของรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง พิจารณาเปรียบเทียบ และเขียนอธิบายความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากพร้อมแสดงวิธีทำได้ถูกต้อง
		2 (ผ่าน)	เมื่อผู้สอบวัดความยาวของรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง พิจารณาเปรียบเทียบ และเขียนอธิบายความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้องแต่ไม่แสดงวิธีทำ
		1 (ปรับปรุง)	เมื่อผู้สอบวัดความยาวของรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง แต่เขียนอธิบายความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไม่ถูกต้อง
		0	เมื่อผู้สอบเขียนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงการหาคำตอบหรือไม่เขียนอะไรเลย
มโนทัศน์ที่ 3 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	3	3 (ดี)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้ถูกต้องครบถ้วน
		2 (ผ่าน)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้ถูกต้องบางเงื่อนไข
		1 (ปรับปรุง)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องบางส่วน เขียนอธิบายความสัมพันธ์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์
		0	เมื่อผู้สอบเขียนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงการหาคำตอบหรือไม่เขียนอะไรเลย

ตารางที่ 4 (ต่อ)

มโนทัศน์	ข้อที่	ระดับคะแนน	รายละเอียด
มโนทัศน์ที่ 4 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	4	3 (ดี)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้ถูกต้องครบถ้วน บอกได้ว่าความสัมพันธ์นั้นเป็นจริงหรือไม่
มโนทัศน์ที่ 5 การพิสูจน์โดยใช้บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส		2 (ผ่าน)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้ถูกต้องบางเงื่อนไข บอกได้ว่าความสัมพันธ์นั้นเป็นจริงหรือไม่
		1 (ปรับปรุง)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องบางส่วน เขียนอธิบายความสัมพันธ์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์
		0	เมื่อผู้สอบเขียนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงการหาคำตอบหรือไม่เขียนอะไรเลย
มโนทัศน์ที่ 6 การนำไปใช้	5	3 (ดี)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ โจทย์ต้องการหาอะไรและข้อกำหนดของโจทย์ที่ให้มาได้ถูกต้องครบถ้วน สร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน ดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบได้ถูกต้อง
		2 (ผ่าน)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ โจทย์ต้องการหาอะไรและข้อกำหนดของโจทย์ที่ให้มาได้ถูกต้องบางประเด็น สร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ดำเนินการแก้ปัญหาได้

ตารางที่ 4 (ต่อ)

มโนทัศน์	ข้อที่	ระดับคะแนน	รายละเอียด
มโนทัศน์ที่ 6 การนำไปใช้	5	1 (ปรับปรุง)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ โจทย์ต้องการหาอะไรและข้อกำหนดของโจทย์ที่ให้มาได้ถูกต้องบางประเด็น ไม่ได้สร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง
		0	เมื่อผู้สอบเขียนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงการหาคำตอบหรือไม่เขียนอะไรเลย

2.4 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการคิด ที่ผู้สอนคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญ ซึ่งได้มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาให้ความหมายของการคิดและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Krulik & Rudnick (1993) ได้กล่าวว่า การคิด หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด ซึ่งนักเรียนต้องสร้างความคาดการณ์หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผลพร้อมทั้งอธิบายข้อสรุปและข้อยืนยันนั้น ข้อสรุปดังกล่าวเป็นการนำมารวมกันจนกลายมาเป็นความรู้ใหม่ได้

O'Daffer & Thornquist (1993) ได้กล่าวเกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ไว้ในทำนองเดียวกันกับครูลิคและรูดนิค คือ มองว่าการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์เช่นกันและเป็นการคิดที่เกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวความคิดที่อ้างอิงหลักการ และการหาความสัมพันธ์ของแนวความคิด นอกจากนั้น O'Daffer เน้นว่าทักษะการให้เหตุผลที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จ

Baroody (1993) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ว่ามี 3 ประเภท โดยเพิ่มการให้เหตุผลแบบสามัญสำนึก (Intuitive reasoning) เป็นอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นลักษณะ

ของการให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ (Insight) หรือเกิดจากลางสังหรณ์ ไม่ได้มีข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดในการตัดสินใจ หรือตัดสินใจจากสิ่งที่เห็นได้ไม่ได้ชัดเจน หรือจากความรู้สึกภายในส่วนอีก 2 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัยเช่นเดียวกับของโอดาฟเฟอร์เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทั้ง 3 ประการ บารูดี กล่าวว่า ในกระบวนการการสืบค้นทางคณิตศาสตร์มักเริ่มด้วยการสรุปจากการให้เหตุผลแบบสามัญสำนึกหรือแบบอุปนัยที่เรียกว่าการสร้างข้อคาดเดา (Conjecture) แล้วตรวจสอบข้อคาดเดาโดยการพิสูจน์ซึ่งก็คือการให้เหตุผลแบบนิรนัยนั่นเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้เสนอไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

ศศิธร แม้นสงวน (2556)ได้ให้ความหมายโดยสรุปว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

จากที่นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปเกี่ยวกับความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ว่า ความสามารถในการอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับเงื่อนไข สาเหตุและผลที่เกิดขึ้น ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา เพื่อสร้างความรู้ด้วยการวิเคราะห์หลักการกฎเกณฑ์ การสรุปความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้และตรวจสอบความถูกต้อง ด้วยความรู้ความเข้าใจอย่างมีเหตุมีผล

ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Stiggins (1994) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ว่า การทำความเข้าใจโดยใช้เหตุผลช่วยให้นักเรียนเป็นนักคิดที่ดี ในบางโอกาสเราต้องใช้การให้เหตุผลใน

ลักษณะการวิเคราะห์เพื่อจะดูว่าส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ เข้ากับภาพโดยรวมของสิ่งนั้นหรือไม่ ในบางโอกาสเราต้องใช้การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจความเหมือนกับความแตกต่าง

Artzt & Shirel (1999) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหาวิเคราะห์ปัญหาหรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้หาปราศจากการให้เหตุผล กล่าวได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

อัมพร ม้าคะนอง (2553) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ทักษะหนึ่ง ที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเพราะเป็นการฝึกฝนให้เกิดทักษะหรือความชำนาญ ไม่ใช่เพียงเป็นเรื่องของการหาค่าความจริงที่เป็นจริงหรือเท็จเท่านั้น ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเรื่องที่นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในการเรียนการทำงานหรือในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น ซึ่งเราไม่สามารถดำเนินการในคณิตศาสตร์โดยปราศจากเหตุผลซึ่งกระบวนการคิดในลักษณะนี้นักเรียนต้องใช้การคิดหลากหลายลักษณะ นักเรียนต้องใช้การคิดที่หลากหลาย เช่น การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้เสนอถึงความสำคัญถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมีสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต ดังนั้นการคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์

จากความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนทำให้นักเรียนเป็นนักคิดที่ดีมีเหตุผล สามารถวิเคราะห์สาเหตุปัญหาและผลที่จะเกิดขึ้นของปัญหานั้น ๆ และวางแผนในการแก้ปัญหาได้ในชีวิตจริง

แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Rowan & Morrow (1993) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญมาก ครูต้องจัดบรรยากาศที่แสดงให้นักเรียน

เห็นว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้องซึ่งบรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว เป็นบรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิด ได้กระทำและสรุป พร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดสั้น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ควรจัดประสบการณ์ให้สม่ำเสมอทุกระดับชั้น
2. การให้เหตุผลสามารถพัฒนาได้ โดยสอดแทรกทุกหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม
3. ระดับการให้เหตุผล ควรให้สอดคล้องกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน
4. การให้เหตุผล ควรจัดให้ได้มีประสบการณ์อย่างสม่ำเสมอ ตั้งแต่วัยก่อนอนุบาลจนถึงระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งควรจะปลูกฝังให้เกิดเป็นนิสัย
5. ควรให้นักเรียนได้ตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล
6. ควรจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้ส่งเสริมการฝึกการให้เหตุผล

นอกจากจะต้องคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ แล้ว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ยังได้เสนอถึงสิ่งที่ผู้สอนควรดำเนินการมี ดังนี้

1. ตั้งเป้าหมายให้ชัดเจน ครูควรพิจารณาในรายละเอียดว่าระดับชั้นนั้นต้องการให้นักเรียนมีความสามารถอะไรบ้าง เช่น การให้เหตุผล การมีทักษะ การนำไปใช้ การตัดสินใจ และสรุปผลได้มากน้อยเพียงใด ครูควรตระหนักว่าเป้าหมายนั้นมีความสำคัญ มีคุณค่าในชีวิตของนักเรียนและต้องกำหนดการประเมินให้บรรลุเป้าหมาย

2. ปรับแนวคิดในการสอน การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล สามารถทำควบคู่ไปกับการสอนได้ทุกเรื่องโดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดเองมากขึ้น เช่น จัดให้มีการอภิปราย ถามให้นักเรียนเล่าความคิด ชี้แจงเหตุผลประกอบ ซึ่งเป็นการแสดงเหตุผลอย่างง่าย ๆ เพื่อให้นักเรียนได้เคยชินกับการคิดอย่างมีเหตุผล และการชี้แจงนี้จะเป็นโอกาสให้นักเรียนได้ย้อนกลับมาพิจารณาแนวคิดของตนเอง ทำความเข้าใจให้แจ่มชัดขึ้น และปรับแต่งแนวคิดได้อย่างมีเหตุผลตลอดจนประเมินเหตุผลของผู้อื่นว่าควรเชื่อถือหรือไม่ เมื่อนักเรียนแสดงเหตุผล ครูควรอาศัยการสรุปเหตุผลของนักเรียน ปรับแต่งเหตุผลนั้นให้รัดกุม เพื่อให้นักเรียนได้ซึมซับวิธีการให้เหตุผลที่ดี

3. จัดกิจกรรมเพิ่มเติม ครูควรเพิ่มเติมกิจกรรมนอกเหนือจากการสอนปกติ เช่น จัดให้มีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ไม่ใช่เฉพาะโจทย์ปัญหาในหนังสือเรียนเท่านั้น ให้มีการสร้างแบบรูปเอง หรือการพิจารณาแบบรูปที่กำหนดให้ ให้นักเรียนได้นำคณิตศาสตร์ไปใช้เชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ เป็นต้น

อัมพร ม้าคะนอง (2553) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การฝึกเรียนปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ มากกว่าจะเป็นการสอนหรือบอกให้นักเรียนเห็นความสำคัญหรือให้นักเรียนรู้จักเหตุผลเดี่ยว ๆ แยกจากสิ่งอื่นผู้สอนควรพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผล เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป จะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร” ซึ่งคำถามเหล่านี้ใช้ได้ทั้งในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ การให้นักเรียนทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ การให้อธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นเหตุเป็นผล และในการแก้ปัญหา ซึ่งในกระบวนการทำงานเหล่านี้ นักเรียนจะมีเหตุผลเป็นของตนเองที่แตกต่างจากผู้อื่น ผู้สอนสามารถตั้งคำถามให้นักเรียนใช้ได้อย่างต่อเนื่องและไม่ควรคำนึงเฉพาะเหตุผลที่ถูกต้อง หรือสมเหตุสมผลเท่านั้น การให้นักเรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผล จะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญนักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินความถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ของตนเองมากกว่ากว่าการที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

ศศิธร แม้นสงวน (2556) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า ควรเริ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การวิเคราะห์ และการสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผลภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดและแก้ปัญหาร่วมกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

จากที่นักการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ว่า ควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนสามารถอธิบายแสดงเหตุผล โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลในทุกสถานการณ์ตัวอย่างที่เกี่ยวข้องและหลากหลาย มีการใช้คำถามนำ เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “เหตุใด”“ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป จะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร มีกระบวนการอย่างไร” เพื่อฝึกให้นักเรียนสามารถแสดงเหตุผลนำมาสู่การสร้างข้อสรุป และให้นักเรียนได้ซึมซับวิธีการให้เหตุผลที่ดี

การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลไว้ดังนี้

1. แนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Krulik & Rudnick (1993) ได้อธิบายถึงเทคนิคการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.1 การสังเกต โดยครูควรเดินรอบ ๆ ห้อง เพื่อสังเกตความสามารถในการให้เหตุผลขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหากับกลุ่มเพื่อนในห้อง

1.2 การทดสอบ ไม่ควรใช้ข้อสอบเลือกตอบ แต่ควรเป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล เพื่อดูการตัดสินใจของนักเรียน ซึ่งควรเป็นคำถามปลายเปิด

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546) ได้เสนอถึง การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลว่า นอกจากจะพิจารณาจากการแสดงวิธีการหาคำตอบและความถูกต้องของคำตอบแล้ว เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบอัตนัย อาจพิจารณาด้านอื่น ๆ อีกก็ได้ สำหรับเกณฑ์ในการให้คะแนนของการสังเกต การสัมภาษณ์ และการประเมินชิ้นงานนั้นสามารถสร้างเกณฑ์ในทำนองเดียวกับเกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้เสนอถึง การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลว่าสามารถประเมินโดยใช้แบบทดสอบ โดยที่นักเรียนสามารถหาคำตอบ และมีการเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล และนอกจากจะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผล ผู้ประเมินควรคำนึงถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้ด้วย

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

ในการประเมินผลควรจะคำนึงถึงจุดมุ่งหมายในการประเมินว่าประเมินเพื่ออะไร เช่น

4.1 ประเมินเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ เพื่อให้รู้ว่านักเรียนพร้อมที่จะเรียนคณิตศาสตร์เรื่องนั้น ๆ หรือไม่ เพื่อนำมาใช้คาดการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนแล้วนำมาออกแบบกิจกรรม การประเมินเพื่อจุดประสงค์ในลักษณะนี้ จะประเมินด้วยการวิเคราะห์ เก็บข้อมูลเป็นรายละเอียดในแง่มุมต่าง ๆ ตามที่ต้องการทราบ

4.2 ประเมินเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผล การประเมินเพื่อจุดประสงค์นี้อาจการให้คะแนนทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ซึ่งครูอาจใช้การประเมินแบบองค์รวม โดยใช้เกณฑ์ที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วหรืออาจจะตั้งเกณฑ์ขึ้นเองจากประสบการณ์จริงที่พบได้จากนักเรียน

จากแนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้างต้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย

2. เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Goodrich (1997) อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้การให้คะแนนแบบรูบริคเป็นสิ่งน่าสนใจสำหรับครูและนักเรียน ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการสอนสามารถสะท้อนและช่วยให้นักเรียนปรับปรุงการทำงานได้ตลอดเวลาเหมือนกับการตรวจตราของครู เกณฑ์ที่สร้างขึ้นจะช่วยให้นักเรียนได้นักเรียนเห็นถึงแนวทางในการทำงานที่จะทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายของเนื้อหานั้น ๆ ได้ดีขึ้น ดังนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดของการให้คะแนนแบบรูบริคก็คือการนิยามเกณฑ์หรือระดับของคุณภาพ

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค จะทำให้นักเรียนมีความละเอียดรอบคอบในการตัดสินคุณภาพของตนเองและผู้อื่น ทำให้ตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างงานที่เสร็จและงานที่มีคุณภาพ

3. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคจะช่วยลดเวลาของครูในการประเมินชิ้นงาน และเมื่อมีเกณฑ์ที่ชัดเจน นักเรียนก็สามารถวิเคราะห์และประเมินชิ้นงานของตนเองและผู้อื่นได้อย่างเที่ยงตรง มีความยุติธรรม เป็นที่ยอมรับของคนอื่นในชั้นเรียน

4. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคเป็นสิ่งที่ง่ายต่อการใช้และการอธิบายแก่ผู้อื่นให้เข้าใจการประเมินหรือการให้คะแนนของตนเอง

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555) ได้อธิบายถึง เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ว่าโดยทั่วไปเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคมี 2 รูปแบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้และผลงานของนักเรียนโดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล อาจแยกพิจารณาเป็นด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้านการนำเสนอข้อมูลและด้านการอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน

จากรายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคข้างต้น ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลแบบภาพรวม (Holistic scoring) ซึ่งมีผู้ให้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลแบบรูบริคภาพรวม ดังนี้

California state department of education (1989) อ้างถึงใน พรรณทิพา พรหมรักษ์ (2552) เสนอเกณฑ์การให้คะแนนกรณีที่ข้อสอบเป็นแบบอัตนัยโดยแบ่งเป็นระดับคะแนนเป็น 6 ระดับ คือ 6 5 4 3 2 1 มีรายละเอียดดังนี้

ระดับ 6 ตอบแบบชัดเจน (Exemplary response) โดยให้คำตอบสมบูรณ์ชัดเจน มีเหตุมีผล ไม่คลุมเครือและอธิบายได้ดีเยี่ยม ซึ่งรวมถึงการใช้แผนผังประกอบการอธิบายชัดเจน อ่านง่าย สามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เพื่อตอบคำถาม จำแนกส่วนประกอบสำคัญทั้งหมดของปัญหา ยกตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่ มีข้อมูลสนับสนุนชัดเจนและหนักแน่น

ระดับ 5 ตอบโดยมีข้อมูลเพียงพอ (Competent response) อธิบายชัดเจน มีเหตุมีผลและสมบูรณ์ ใช้แผนผังประกอบการอธิบายได้เหมาะสม สื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เพื่อตอบคำถาม จำแนกส่วนประกอบที่สำคัญโดยส่วนใหญ่ของปัญหา มีข้อมูลสนับสนุนเพียงพอ

ระดับ 4 ตอบโดยมีข้อบกพร่องเล็กน้อย แต่มีข้อมูลน่าสนใจ (Minor flaws but satisfactory) ตอบคำถามถูกต้อง ครบถ้วน แต่อธิบายสับสน ข้ออ้างหรือข้อสนับสนุนไม่สมบูรณ์ แผนผังประกอบการอธิบายไม่เหมาะสม หรือไม่ชัดเจน แสดงความเข้าใจแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานในการตอบคำถาม ใช้แนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระดับ 3 ตอบโดยมีข้อบกพร่องมากแต่ค่อนข้างพอใช้ (Serious flaws but nearly satisfactory) เริ่มต้นในการตอบคำถามถูกต้องแต่ไม่ตอบคำถามบางคำถาม แสดงออกถึงความไม่เข้าใจ แนวคิดหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คำนวณผิด นำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ไปใช้ผิด แก้ปัญหาผิดวิธี

ระดับ 2 เริ่มต้นได้แต่แก้ปัญหาไม่ได้ (Begins but fails to complete problem) อธิบายไม่เข้าใจ ใช้แผนผังประกอบการอธิบายไม่ชัดเจน แสดงถึงการไม่เข้าใจคำถาม คำนวณผิด

ระดับ 1 ไม่สามารถเริ่มต้นแก้ปัญหาได้ (Unable to begin effectively) คำตอบไม่สอดคล้องกับคำถาม นำเสนอข้อมูลที่ไม่เกี่ยวกับคำถามหรือไม่ตอบ

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546) ได้เสนอตาราง เกณฑ์การให้คะแนนการทำข้อสอบแบบอัตนัย ทักษะ/กระบวนการ การให้เหตุผล ดังนี้

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนการทำข้อสอบแบบอัตนัย ทักษะ/กระบวนการ การให้เหตุผล

คะแนน/ความหมาย	**ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น**
4 : ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3 : ดี	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2 : พอใช้	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1 : ควรแก้ไข	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0 : ต้องปรับปรุง	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

จากเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ California state department of education และกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีการพิจารณาคำตอบที่ถูกต้อง และมีการแสดงเหตุผลประกอบ คำตอบอย่างชัดเจนได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน	**ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น**
3 (ดี)	คำตอบถูกต้อง มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผล
2 (ผ่าน)	คำตอบถูกต้อง มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผลบางส่วน หรือคำตอบผิดแต่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผล
1 (ปรับปรุง)	ตอบถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดหรือเสนอแนวคิดประไม่สมเหตุสมผล หรือคำตอบผิดแต่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบสมเหตุสมผลบางส่วน
0	คำตอบผิดและอธิบายผิดหรือไม่ตอบ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรณุวัฒน์ พงษ์อุทธา (2550) อ้างอิงมาจาก Good (1973) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ หมายถึง การประสบความสำเร็จ (Accomplish) หรือสมรรถภาพ (Performance) ในการใช้ทักษะหรือใช้ความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การได้รับความรู้ (Knowledge Attained)

การพัฒนาทักษะทางการเรียนในโรงเรียน ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานหรือใช้แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หรืออาจใช้แบบทดสอบทั้งสองชนิด

ไพศาล หวังพานิช (2526) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรมหรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ (Level of Accomplishment) ของบุคคลหลังจากที่ได้รับการฝึกอบรม

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง คุณลักษณะ รวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือ มวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิมล อยู่พิพัฒน์ (2551) อ้างอิงมาจาก Prescott (1961) กล่าวว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในและนอกห้องเรียนประกอบด้วยลักษณะต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกายและสุขภาพกายข้อบกพร่องทางร่างกาย และบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางความรัก และความสัมพันธ์ภายในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางด้านวัฒนธรรมและสังคม
4. องค์ประกอบทางด้านความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติ
6. องค์ประกอบทางการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

กล่าวได้ว่า องค์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายองค์ประกอบ ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนจึงควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ด้วย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุด

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือในการที่จะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นั่นคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้มีผู้ความหมายไว้ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540) ให้นิยามว่า แบบสอบผลสัมฤทธิ์ คือ แบบสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวัดผลของการเรียนหรือการสอน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้ได้เป็น 2 พวก คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหนบกพร่องส่วนใดจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดดูความพร้อมที่จะเรียนบทเรียนใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบและยังมีมาตรฐานในด้านการแปลผลคะแนนด้วยทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ได้สอนไปแล้ว จะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ ซึ่งควรวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. วัดด้านความรู้ความจำ
2. วัดด้านความเข้าใจ
3. วัดด้านการนำไปใช้
4. วัดด้านการวิเคราะห์
5. วัดด้านการสังเคราะห์
6. วัดด้านการประเมินค่า

พหุบัณฑิโต ชีเว

สมนึก ภัททิยธนี (2546) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้าง กับแบบทดสอบมาตรฐาน

คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีมี 10 ประการ คือ

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงเส้นคงว่าไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียบเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดยการเดา

4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้องไม่ถามผิวเผิน หรือถามประเภท ความรู้ความจำ แต่ต้องให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดดัดแปลงแก้ปัญหา แล้วจึงตอบได้

5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลิน ไม่เบื่อหน่าย

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางการถามตอบชัดเจน ไม่คลุมเครือไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง

7. ความเป็นปรนัย (Objective) แบบทดสอบชนิดใดจะเป็นปรนัยจะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคนก็ตาม

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

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

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกผู้สอบข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง

10. ความยาก (Difficulty) ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป หรือมีความยากง่าย

พอเหมาะส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์นั้นความยากง่ายไม่ใช่สิ่งสำคัญ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบนั้นได้ในจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดีได้ แม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนความรู้ความเข้าใจและความสามารถตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.6 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ความหมายของประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ผลรวมของการหาคุณภาพ (Quality) ทั้งเชิงปริมาณที่แสดงเป็นตัวเลข (Quantitative) และเชิงคุณภาพ (Qualitative) ที่แสดงเป็นภาษาที่เข้าใจได้ เป็นผลที่แสดงถึงผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ถูกต้องถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง เผชิญ กิจระการ (2544)

การหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ระดับคุณภาพของแผนการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้สร้างแผนการเรียนรู้พึงพอใจว่า หากแผนการเรียนรู้นั้นมีค่าถึงระดับนั้นแล้ว แผนการเรียนรู้นั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2547)

การหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การนำเอาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดให้ เพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงแล้วนำไปสอนจริง ๆ อย่างน้อยเป็นเวลา 1 ปีการศึกษา ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนเป็นพฤติกรรมที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดของผู้เรียน ต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั้นคือ E_1 / E_2 หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2548)

เกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้สร้างแผนกการเรียนรู้พึงพอใจว่า หากแผนการเรียนรู้มีประสิทธิภาพถึง

ระดับนั้นแล้ว แผนการเรียนรู้นั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปใช้กับผู้เรียนและคุ้มแก่การลงทุน อรัญญา แพงเพ็ง (2551)

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่พึงพอใจ หากมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว การกำหนดประสิทธิภาพกระทำได้โดย การประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภทคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ เป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) / E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ พฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่า กระบวนการ (Progress) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม และรายงานของนักเรียนรายบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมยื่นใดที่ที่ผู้สอนกำหนดไว้ การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียนโดยพิจารณา จากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ การที่กำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักตั้งไว้ที่ 80/80, 85/85 และ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติควรตั้งไว้ต่ำกว่านี้คือ 70/70 และ 75/75

การหาประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้

การคำนวณประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนมีกระบวนการสำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ดังนี้

เผชิญ กิจระการ (2544)

1. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach) กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ (Panel of Experts) เป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่า ซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะนำมาหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ CVR แทน ประสิทธิภาพเชิงเหตุผล

N_e แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินสื่อการเรียนการสอนตามแบบประเมินที่สร้างขึ้นในลักษณะของแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งนิยมใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนไปแทนค่าในสูตร สำหรับค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับจะต้องอยู่ในระดับมากขึ้นไป คือค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 - 5.00 ค่าที่คำนวณได้ต้องสูงกว่าค่าที่ปรากฏในตาราง ตามจำนวนของผู้เชี่ยวชาญจึงยอมรับว่าสื่อมีประสิทธิภาพถ้าไม่ได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงแก้ไขสื่อและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใหม่

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนผู้เชี่ยวชาญและค่าการยอมรับขั้นต่ำ

จำนวนผู้เชี่ยวชาญ (N of Panelists)	ค่าการยอมรับขั้นต่ำ (Minimum Value of Acceptance)
5	.99
6	.99
7	.99
8	.78
9	.75
10	.62
11	.59
12	.56
13	.54
14	.51
15	.49
20	.41
25	.37
30	.33
35	.31
40	.29

หมายเหตุ : ผลการหาวิธีนี้จะไม่นิยมใช้เพราะโอกาสที่ค่าการยอมรับขั้นต่ำของสื่อจะสูงจนถึงขั้นยอมรับเป็นไปได้ยาก เช่น ถ้าผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จำนวน 4 คน

ค่า CVR จะเท่ากับ $\frac{2 \times 4}{5}$ - 1 เท่ากับ .6 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ หรือถ้าผู้เชี่ยวชาญ 8 คน มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป 7 คน จะได้ค่า CVR = .75 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์เช่นกัน เผชิญ กิจระการ (2544)

2. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) บทเรียนโปรแกรม ชุดการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ เป็นต้น ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือกระบวนการเรียนการสอนหรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงเป็นค่าตัวเลข 2 ตัว เช่น E_1/E_2 = 80/80, E_1/E_2 = 85/85, E_1/E_2 = 90/90 เป็นต้น เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะในที่นี้จะยกตัวอย่าง E_1/E_2 = 80/80 ดังนี้

2.1 เกณฑ์ 80/80 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง
(E_2) คือนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนการหาค่า E_1 และ E_2 ใช้สูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

X_i แทน คะแนนของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนและแบบทดสอบย่อย

A แทน คะแนนเต็มของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนและแบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

พหุปณฑิตชิเว

$$E_2 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{N} Y_i}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

Y_i แทน คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

ประสิทธิภาพของสื่อและเทคโนโลยีการเรียนการสอน จะมาจากผลลัพธ์ของการคำนวณ E_1/E_2 เป็นตัวเลข ตัวแรกและตัวหลังตามลำดับ ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ 100 มากเท่าไร ยิ่งถือว่ามีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาการรับรองประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนส่วนแนวคิดในการหาประสิทธิภาพควรคำนึง มีดังนี้

1. สื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการเรียนการสอนอย่างชัดเจน และสามารถวัดได้

2. เนื้อหาของบทเรียนที่สร้างขึ้นต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์เนื้อหาตามจุดประสงค์การเรียนการสอน

3. แบบฝึกหัดและแบบทดสอบต้องมีการประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการสอนที่ได้วิเคราะห์ไว้ ส่วนความยากง่ายและอำนาจจำแนกแบบฝึกหัดและแบบทดสอบควรมีการวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้กำหนดค่าน้ำหนักของคะแนนในแต่ละข้อคำถาม

4. จำนวนแบบฝึกหัดต้องสอดคล้องกับจำนวนของวัตถุประสงค์ของการสอน จำนวนแบบฝึกหัด และข้อคำถามแบบทดสอบไม่ควรน้อยกว่าจำนวนวัตถุจุดประสงค์จะเห็นว่าการคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนนี้เป็นผลรวมของการหาคุณภาพ (Quality) ทั้งเชิงปริมาณที่แสดงตัวเลข (Quantitative) และเชิงคุณภาพ (Qualitative) ที่แสดงเป็นภาษาที่เข้าใจได้ ดังนั้นประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนในที่นี้ จึงเป็นองค์รวมของประสิทธิภาพ (Efficiency) ในความหมายของการทำในสิ่งที่ถูกนั้น หมายถึง การเรียนอย่างถูกต้องตามกระบวนการเรียนการสอนด้วย CAI และการมีประสิทธิผลในความหมายของการทำสิ่งที่ถูกต้องให้เกิดขึ้นนั้น หมายถึงผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถูกต้องถึงระดับที่คาดหวัง ทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้นจะนำไปสู่การมีคุณภาพซึ่งมักนิยมเรียกรวมกันเป็นที่เข้าใจสั้นๆ ว่า “ประสิทธิภาพ” ของสื่อการเรียนการสอน

ในที่นี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของงานวิจัยเท่ากับ 75/75 สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดมหาสารคาม (2542) ได้เสนอการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนไว้ว่า ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอน หมายความว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมให้เป็นที่พอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ การกำหนด (E_1/E_2) ให้มีค่าเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับผู้สอนพิจารณาตามความพอใจ โดยปกติแล้วเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ จะตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80, 85/85, 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นในเรื่องของทักษะจะตั้งค่าไว้ต่ำเช่น 75/75, 70/70 โดยการคำนวณหาประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียน
ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกเกณฑ์ไว้ที่ 75/75

75 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งหาได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากคะแนนแบบทดสอบย่อย การประเมินผลงานระหว่างเรียนและการประเมินพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนที่ระบุไว้ในแต่ละแผน มีค่าตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป

75 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งหาได้จาก ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไปโดยคำนวณได้จากสูตร ดังนี้ เผชิญ กิจระการ (2544)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

X_i แทน คะแนนของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนและแบบทดสอบย่อย

A แทน คะแนนเต็มของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนและแบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

$$E_2 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{N} Y_i}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

Y_i แทน คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.7 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เมธา พงศ์ศาสตร์ (2549) ได้กล่าวถึง ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index) ไว้ว่าเป็นค่าสถิติที่ใช้ในการประเมินสื่อการเรียนการสอน ซึ่งอาจเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่าง ๆ แบบเรียนสำเร็จรูปแบบฝึกทักษะ หรือแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการสอนต่าง ๆ ก็ได้ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งเรียนรู้จากสื่อหรือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนพัฒนาขึ้นมาด้วยกลวิธีสอนที่เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนโดยอาศัยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) มีสูตรดังนี้
เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี (2545)

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

หรือสูตรการหาดัชนีประสิทธิผล (E.I.) จะเขียนในรูปร้อยละก็ได้ ซึ่งผลการคำนวณจะได้เท่ากับผลการคำนวณจากคะแนนดิบ สูตรเป็นดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ร้อยละผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียนทุกคน} - \text{ร้อยละผลรวมของคะแนน}}{100 - \text{ร้อยละผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

เมธา พงศ์ศาสตร์ (2549) อ้างอิงจาก Goodman, Fletcher and Schneider (1980) วิธีการของกูดแมน เฟรทเชอร์และชไนเดอร์) กล่าวถึง การหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) มีสูตรดังนี้

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

ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับ ค่าดัชนีประสิทธิผล

เมธา พงศ์ศาสตร์ (2549) ได้ให้ข้อสังเกตดังนี้

1. ถ้าดัชนีประสิทธิผลมีค่าเป็นลบ จะเกิดขึ้นได้ในกรณีที่ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคนมีค่าน้อยกว่าผลรวมของคะแนนก่อนเรียน ซึ่งหมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้ของเราไม่มีประสิทธิภาพเพราะทำให้ผู้เรียนสับสนและยังไปทำลายความรู้เดิมของผู้เรียนอีกด้วย จึงไม่มีความก้าวหน้าทางการเรียน

2. ถ้าดัชนีประสิทธิผลมีค่าเป็นศูนย์ จะเกิดขึ้นในกรณีที่ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคนมีค่าเท่ากับผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน ซึ่งหมายความว่า ก่อนเรียนผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานติดตัวมาอยู่ระดับหนึ่งตามคะแนนที่ทำได้ในการสอบก่อนเรียนหลังจากการเรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้ของเราแล้วสอบหลังเรียน ปรากฏว่าผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียนทุกคนเท่ากันกับผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียนทุกคน สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ของเราไม่มีประสิทธิภาพเพราะความรู้ของผู้เรียนไม่มีความก้าวหน้าขึ้นเลย ถึงแม้ว่าจะไม่ไปทำลายความรู้เดิมของผู้เรียนเหมือนกรณีแรกก็ตาม

3. ถ้าดัชนีประสิทธิผลมีค่าเป็นบวก จะเกิดขึ้นในกรณีที่ผลรวมของคะแนนหลังเรียนมีค่ามากกว่าผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน ซึ่งเราต้องการประเด็นนี้มากที่สุด เพราะสรุปได้ว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของเรามีประสิทธิภาพ คือ ผลการสอบหลังเรียนสูงกว่าการสอบก่อนเรียน แสดงว่าหลังจากการเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เราจัดให้ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน

4. ดัชนีประสิทธิผลมีค่าสูงสุด เมื่อ คะแนนสอบหลังเรียนของผู้เรียนได้เต็มทุกคนไม่ว่าคะแนนสอบก่อนเรียนของผู้เรียนทุกคนจะได้เท่าไรก็ตาม ซึ่งจะทำให้ ค่าดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 1.00 หรือคิดเป็นร้อยละ 100

เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี (2545) ได้ให้ข้อสังเกตดังนี้

1. E.I. เป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่าง จะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้เพราะมีค่าต่ำกว่า - 1.00 ก็ได้ และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่า คะแนนผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ซึ่งมีความหมายว่าระบบการเรียนการสอนหรือสื่อไม่มีคุณภาพ

1.1 ถ้าผลสอบก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนได้คะแนนรวมเท่าก็ได้ (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) แต่ผลการสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนทำถูกหมดทุกข้อ (ได้คะแนนเต็มทุกคน) สรุปได้ว่า ถ้าหลังเรียนนักเรียนได้คะแนนเต็มทุกคน ค่า E.I. จะเป็น 1.00 เสมอไม่ว่าผลการทดสอบก่นเรียนจะได้เท่าไรก็ตาม (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) หรือกล่าวได้ว่านักเรียนมีความหน้าในเรื่องที่เรียน คิดเป็นร้อยละ 100 หรือบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนตามที่ต้องการ

1.2 ถ้าผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ค่า E.I. จะเป็นลบ ซึ่งต่ำกว่า 1.00 ก็ได้ลักษณะเช่นนี้ถือว่าระบบการเรียนการสอนหลังการใช้สื่อล้มเหลวและเหตุการณ์เช่นนี้ไม่น่าเกิดขึ้น เพราะค่า E.I. ต่ำหรือเป็นลบ แสดงว่าคะแนนหลังสอนต่ำหรือน้อยกว่าคะแนนก่อนสอนและก่อนจะหาค่า E.I. ต้องหาค่า E_1 / E_2 มาก่อน ค่า E_2 คือคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งจะเป็นค่าเดียวกับคะแนนหลังเรียนของการหาค่า E.I. ดังนั้นหากคะแนนหลังสอนต่ำหรือมากกว่าคะแนนก่อนสอน ค่า E_2 จะไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด

1.3 การแปรค่าความหมายของ E.I. ไม่น่าจะแปลความหายเฉพาะค่าที่คำนวณได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าไรหรือคิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรจะดูข้อมูลเดิมประกอบด้วยว่าหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเพิ่มเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังสอนเพิ่มขึ้นน้อยเป็นเพราะว่ากลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมากอยู่แล้ว ซึ่งก็เป็นเรื่องดีและมักจะเป็นลักษณะของนักเรียนกลุ่มเก่งสรุปว่าค่า E.I. ที่เกิดขึ้นจากนักเรียนแต่ละกลุ่มไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันเพราะไม่ได้เริ่มจากรากฐานของความรู้ที่เท่ากัน ค่า E.I. ของแต่ละกลุ่มก็ควรอธิบายพัฒนาการเฉพาะกลุ่มเท่านั้น

2. การแปลผลค่า E.I. บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลขอวิทยานิพนธ์หรือการศึกษาค้นคว้าอิสระ มักจะใช้ข้อความไม่เหมาะสม ทำให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของ E.I. ผิดจากความเป็นจริง เช่น E.I. มีค่าเท่ากับ 0.6240 ก็มักจะกล่าวว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6240 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40” ซึ่งในความเป็นจริง ค่า E.I. เท่ากับ 0.6240 เพราะคิดเทียบจากค่า E.I. สูงสุดเป็น 1.00 ดังนั้น ถ้าคิดเทียบเป็นร้อยก็คือคิดเทียบจากค่าสูงสุดเป็น 100 E.I. จะมีค่า 62.40 จึงควรใช้ข้อความว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 06.240 แสดงว่า นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6240 หรือคิดเป็นร้อยละ 62.40 ไม่ใช่แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40

3. ถ้าค่าของ E_1 / E_2 ของแผนการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและเมื่อหา E.I. ด้วย พบว่า มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งที่ผู้วิจัยพอใจ หากคำนวณค่าความคงทนโดยใช้สูตร t-test (Dependent Samples) ดังกล่าวมาแล้วในสูตรที่ 1 ก็ไม่ได้แปลว่าจะไม่มีนัยสำคัญเพราะผู้วิจัย

คาดหวังว่าหากสื่อหรือแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ ผลการเรียนหลังสอนเมื่อผ่านไประยะหนึ่ง เช่น ผ่านไป 2 สัปดาห์ กับผลการเรียนหลังเรียนจบจะต้องไม่แตกต่างกัน)

ลักษณะเช่นนี้มักพบในงานวิจัยบ่อย ๆ คือแผนการเรียนหรือสื่อมีค่า E_1 / E_2 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ค่า E.I. ก็สูง แต่ผลการทดสอบความคงทนมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัญหานี้น่าจะมาจากนักเรียนไม่ได้ตั้งใจหรือเบื่อหน่ายในการทำข้อสอบอย่างจริงจัง แม้ว่าผู้วิจัยจะมีความรู้สึกว่าสื่อหรือแผนที่ผู้วิจัยใช้จะมีคุณภาพ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนมากหรือมีความตรึงตราตึงใจต่อบทเรียนมากเท่าไรก็ตาม

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาการหาค่าดัชนีประสิทธิผลแล้ว ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้เลือกใช้การหาค่าดัชนีประสิทธิผลดังสูตรต่อไปนี้ วิธีการของกูดแมน เฟรทเซอร์และชไนเดอร์ เมธา พงศ์ศาสตร์ (2549) อ้างอิงจาก Goodman, Fletcher and Schneider (1980) ดังนี้

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

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

ธนะรัตน์ ธนากิจเจริญสุข (2541) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน จำนวน 90 คน ที่เรียนจากวีดีทัศน์ที่มีวิการเสนอเนื้อหาแบบอุปนัยและนิรนัย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากการสอนวีดีทัศน์ที่มีการเสนอเนื้อหาแบบอุปนัยและนิรนัย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจใส่สัมฤทธิ์กับวิธีเสนอเนื้อหาในรายการวีดีทัศน์ที่ส่งผลร่วมกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และนักเรียนที่เรียนจากรายการวีดีทัศน์ที่มีการเสนอเนื้อหาแบบอุปนัยและนิรนัย มีความคงทนในการจำวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนับสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน มีความคงทนในการจำวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่มีความสัมพันธ์ระหว่าง

แรงจูงใจใส่สัมฤทธิ์กับวิธีเสนอเนื้อหาในรายการวีดีทัศน์ที่ส่งผลร่วมกันต่อความคงทนในการจำวิชาคณิตศาสตร์

ณยศ สงวนสิน (2546) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนได้รับการสอนและหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย เรื่อง พหุนาม ผลการวิจัยพบว่าชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิราพร มาพริก (2558) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ฟังก์ชันลอกาลิทึม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้ 1) สร้างและหาดัชนีประสิทธิผลชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ฟังก์ชันลอกาลิทึม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย โดย 2.1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันลอกาลิทึม ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย 2.2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ผลการวิจัย พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย มีค่าเท่ากับ 0.6099 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อการเรียนร์ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุนัยในระดับมาก

วัชรสันต์ อินธิสาร (2547) ได้ศึกษาผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้ 1) เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad 2) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และ 3) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางเรขาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ระห่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางกาเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียน โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังกาเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ผ่านร้อยละ 50

2) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมพันธ์ทางการเรียนคณิตสาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลางมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิต สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

สุธิดา นานช้า (2549) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดตรัง มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มปกติผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการคือสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มีมโนทัศน์ไม่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ

พรพิรุณ บุตรดา (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนด้วยวิธีสอน โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันกับการเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์การคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอน โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันและการเรียนด้วยวิธีสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันมีความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน

กุลนิดา วรสารนันท์ (2552) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการอุปนัยมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำกำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน และมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำกำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน และมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัญชลีรัตน์ รอดเลิศ (2553) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการพัฒนามโนทัศน์และเอกสารสรุปมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการพัฒนามโนทัศน์และเอกสารสรุปมโนทัศน์ที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สิริรัศมิ์ ผลขวัญโชติกา (2554) ได้ศึกษา ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4ex2 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ข้อที่ 1 อาจเป็นผลเนื่องมาจากวิธีจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยรูปแบบการเรียนการสอน 4ex2 มีขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเองตามลำดับขั้นตอน 4 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นที่ 4 ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Explore) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความคิด (Extend) 2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียน

การสอน 4Ex2 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ข้อที่ 2 อาจเป็นผลเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนการสอน 4ex2 ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นคว้า 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความคิด

อุไรวรรณ ศรีไชยมูล (2554) ได้ศึกษา การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าแบบรูปของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 2 รูปแบบคือ การตีความด้านภาษา และการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัตินั้น จากการตรวจแบบทดสอบพบว่า ข้อที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในแบบรูปการตีความด้านภาษานั้น ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหา ดังนั้นนักเรียนจะต้องมีทักษะในการอ่านจับความ ตีความหรือแปลความ ซึ่งเป็นขั้นที่ 1 ของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา คือการทำความเข้าใจโจทย์ หากนักเรียนไม่เข้าใจโจทย์ หรือแปลความโจทย์ผิด ก็จะทำให้ความหมายของโจทย์คลาดเคลื่อน และกระบวนการแก้ปัญหาขั้นต่อไปก็ทำให้ผิดไปด้วย อีกเหตุผลหนึ่ง อาจเกิดจากนักเรียนขาดความรู้พื้นฐาน ขาดประสบการณ์ บางครั้งความหมายของคำที่ใช้ในชีวิตประจำวันแตกต่างจากความหมายที่ใช้ในสาขานั้น ๆ นักเรียนไม่เข้าใจภาษาที่สื่อสารและสัญลักษณ์

หทัยรัตน์ ยศแผ่น (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลวิจัยพบว่า 1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้มีพัฒนาการของมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในทางที่ดีขึ้น

พรธิดา สุขกรม (2554) ได้ศึกษา การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 และเขต 2 ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ ประเภท การมีมโนทัศน์ที่จำกัด รองลงมา คือ ความเข้าใจที่บกพร่องเกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ การอ้างอิงเกินขอบเขตหรือเงื่อนไขและการตีความผิด ตามลำดับ 2. ลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบบ่อยของการมีมโนทัศน์ที่จำกัด คือ 1) นักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวนตรรกยะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้คำนึงถึงกรณีที่เป็นเพียงค่าประมาณ 2) นักเรียนมีมโนทัศน์ที่จำกัดเกี่ยวกับรากที่สอง แต่ไม่ครอบคลุมไปถึงกรณีที่รากเป็นจำนวนจริงลบ 3) นักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับสมบัติของของรากเพียงบางส่วน ทำให้นำไปประยุกต์ใช้ไม่ถูกต้อง 3. นักเรียนมีข้อผิดพลาดมากที่สุดคือประเภท การใช้ข้อมูลที่ผิด รองลงมาคือ ข้อผิดพลาดทางด้านภาษาและสัญลักษณ์ ข้อผิดพลาดในด้านการดำเนินการและคำนวณ และการบิดเบือนทฤษฎีบทหรือนิยาม ตามลำดับ 4. ลักษณะของผิดพลาดที่พบบ่อยของการใช้ข้อมูลผิด คือ 1) นักเรียนแสดงแนวคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่นักเรียนผิดพลาดในการเลือกใช้ข้อมูล 2) นักเรียนไม่ทำตามที่โจทย์ระบุอย่างชัดเจน แต่เลือกทำสิ่งที่โจทย์ไม่ได้ระบุแทน 3) นักเรียนแสดงคำตอบที่ได้จากการคำนวณผิดตำแหน่ง

สถาปนา บุญมาก (2558) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ที่มีต่อ มโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

แสงเดือน อาตมียนันท์ (2557) ได้ศึกษาการพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา ผลการวิจัยพบว่า 1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้แบบซิปปา หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้แบบซิปปา หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายด้านพบว่านักเรียนเห็นด้วยมากในทุกด้านเรียงตามลำดับ ได้แก่ ลำดับแรก ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่าประเด็นที่นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นอันดับที่ 1 คือ นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิม เพื่อให้เกิดความพร้อมในการเรียน ลำดับที่สอง คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการ

เรียนรู้ พบว่าประเด็นที่นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นอันดับที่ 1 คือ การเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ลำดับที่สาม คือ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ พบว่าประเด็นที่นักเรียนเห็นด้วยมากเป็นอันดับที่ 1 คือ นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้และมีโอกาสลงมือปฏิบัติจริง

ณัฏฐปิญชาน์ พิชญาชมชื่น (2558) ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภมรเมษย์ เลาหวิรุฬห์กุล (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มณีรัตน์ ขยันกลาง (2559) ได้ศึกษาการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปได้ 9 ด้าน โดยเรียงลำดับจากมาไปหาน้อยได้ดังนี้ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการใช้สมบัติหรือนิยามที่ไม่เกี่ยวข้อง มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านขาดทักษะการแก้สมการมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านขาดการตรวจสอบคำตอบ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการใช้สัญลักษณ์และภาษา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านขาดทักษะในการดำเนินการ มโนทัศน์ที่

คลาดเคลื่อนด้านการแก้ปัญหาทางพีชคณิตไม่สมบูรณ์ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการแก้ปัญหาโดยขาดสมบัติและหลักการ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านขั้นตอนการแก้ปัญหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านขาดความรู้พื้นฐาน 2) สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิต พบว่า นักเรียนขาดการฝึกฝนเกี่ยวกับการใช้สมบัติการเท่ากัน นักเรียนแทนค่าตัวแปรในสมการไม่เป็น ไม่เห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบ วิเคราะห์โจทย์ปัญหาสมการไม่เป็นและไม่ชอบอ่านโจทย์ยาว ๆ ขาดความรู้ในเรื่องการบวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม อ่านคำสั่งโจทย์ไม่เข้าใจทำให้ตอบปัญหาไม่ครบและลำดับขั้นตอนในการแก้สมการไม่เป็น

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Pinzka (1999) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องฟังก์ชันกับความเข้าใจและการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ เรื่อง อนุพันธ์ในวิชาแคลคูลัสของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา โดยทำการทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องฟังก์ชันและมโนทัศน์ เรื่องอนุพันธ์ นักเรียนที่เรียนวิชาแคลคูลัสในภาคเรียนที่ 1 จำนวน 33 คน และทำการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลกับนักศึกษา จำนวน 6 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจ เรื่องฟังก์ชันและมโนทัศน์แตกต่างกัน นอกจากนี้นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องอนุพันธ์เกี่ยวกับเรขาคณิต สามารถตีความหมายและอธิบายกราฟของฟังก์ชัน สามารถเชื่อมโยงการนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ ของฟังก์ชัน เข้าใจถึงการใช้เครื่องหมายกระบวนการ โดเมนของฟังก์ชัน และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน

Lane (2004) ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของครูในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยพัฒนาวิธีการสอนของครูด้านความรู้ทางคณิตสาสตร์ ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทักษะการแก้ปัญหา การตั้งคำถามและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยได้พัฒนาวิธีการสอนของครูในช่วงแปดเดือน ทุกสัปดาห์ครูต้องวางแผนการสอนนักเรียนเกรด 5 จำนวน 3 โรงเรียน โดยมีกลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม และกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม พบว่า ครูที่ได้รับการพัฒนาในการสอนคณิตศาสตร์หลาย ๆ ด้าน ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าครูที่ไม่ได้เข้าร่วมและรับการพัฒนาการเรียนการสอน

Mourad (2005) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการให้เหตุผลแบบอุปนัยในคาบเรียนพีชคณิตซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลของวิธีสอน 2 วิธี ในหน่วยการเรียนรู้พีชคณิต เรื่องฟังก์ชันเชิงเส้นของนักเรียนเกรด 8 วิธีสอนที่นำมาใช้ทดลองครั้งนี้คือ การจัดกิจกรรมเกี่ยวกับการให้เหตุผลแบบอุปนัยการเป็นตัวแทนและแนวทางในการค้นพบในขณะที่วิธีสอนที่ควบคุมคือการสอนแบบปกติ จุดมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้ คือ ต้องการปรับปรุงแก้ไขผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องฟังก์ชันเชิงเส้น ของนักเรียนผู้วิจัยต้องการพิสูจน์ความจริงที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ 3 ข้อ คือ ข้อแรกเกี่ยวกับฟังก์ชันเส้น

และอีกสองข้อเกี่ยวกับความสามารถในการเป็นตัวแทนของการแปลง โดยจะนำมาใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการทดสอบประจำหน่วยซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 29 คน ซึ่งมีระดับความคิดแตกต่างกัน ผลการเปรียบเทียบพบว่ากลุ่มทดลองให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมในการสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมการเรียนการสอนมากกว่ากลุ่มปกติ

Christou, C., & Papageorgiou (2007) ได้ศึกษาเรื่องโครงสร้างของการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ ได้กล่าวถึงพื้นฐานบทวรรณกรรมในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย โดยได้ทำการศึกษาโครงสร้างสำหรับการแนะนำและการประเมินการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา เป็นการชี้แจงและทำให้สมบูรณ์ท่ามกลางคุณสมบัติความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ใช้ข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 135 คน ในประเทศไซปรัส ได้ใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่นำมายืนยันและพิสูจน์ความสอดคล้องกับข้อมูลแล้วนำมาสรุปให้เป็นกระบวนการเฉพาะที่มุ่งตรวจสอบความเหมือนและความแตกต่างในคุณสมบัติความสัมพันธ์ซึ่งเป็นการนำมาใช้สำหรับผลเฉลยของปัญหาคณิตศาสตร์เชิงอุปนัยที่ควบคุมด้วยคุณสมบัติหรือความสัมพันธ์ ผลจากการวิจัยโครงสร้างการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ได้ให้ประโยชน์แก่การกำหนดพื้นฐานทางทฤษฎีสำหรับการออกแบบหลักสูตรและการกำหนดโปรแกรมในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบค้นพบซึ่งเกิดจากการสังเกตตัวอย่างหลายๆตัวอย่างและเข้าใจเกิดเป็นความคิดรวบยอดของตนเอง ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ เปรียบเทียบถึงความเหมือนความแตกต่างของข้อมูล หรือตัวอย่างสถานการณ์ที่นำเสนอ สามารถสร้างความเข้าใจทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีอีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยยังสามารถช่วยพัฒนาและส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้เช่นกัน

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6 สถิติใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ห้องเรียนปกติ โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 11 ห้องเรียน มีนักเรียนรวม 469 คน ซึ่งโรงเรียนจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียน แบบคละความสามารถทางด้านการเรียน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 ห้องเรียนปกติ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random Sampling) โดยใช้หน่วยสุ่มเป็นห้องเรียน

3.1.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลาในการทำวิจัย 20 คาบ ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนการสอน 18 คาบ และทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2 คาบ โดยผู้วิจัยสอนด้วยตนเอง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบอุปนัย รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 18 แผน

2. แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อัตนัยแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อัตนัยแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ

3.3 วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้าง และหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบอุปนัย รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

1.1 ศึกษาเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและองค์ความรู้แบบอุปนัย มโนทัศน์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสเพื่อกำหนดสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้
1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (1 ชั่วโมง)	1. รูปสามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งเป็นมุมฉาก เรียกว่ารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้
2. สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (2 ชั่วโมง)	1. ด้านที่ยาวที่สุดของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก คือ ด้านตรงข้ามมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

ตารางที่ 8 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้
	2. สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับ ผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก 3. ความสัมพันธ์ของความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อ c แทน ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากa และ b แทนความยาวของด้านประกอบมุมฉาก คือ $c^2 = a^2 + b^2$	2. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและนำความรู้เรื่องสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
3. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (5 ชั่วโมง)	1. สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก หรือพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากกับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉากได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้
4. บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส (4 ชั่วโมง)	1. ถ้ากำลังสองของความยาวของด้านด้านหนึ่งเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านอีกสองด้านแล้วรูปสามเหลี่ยมรูปนั้นเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้

ตารางที่ 8 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้
5. การพิสูจน์บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส (2 ชั่วโมง)	1. ถ้ากำลังสองของความยาวของด้านด้านหนึ่งเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านอีกสองด้านแล้วรูปสามเหลี่ยมรูปนั้นเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถใช้บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส พิสูจน์สามเหลี่ยมที่กำหนดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้
6. การนำไปใช้ (4 ชั่วโมง)	1. ทฤษฎีบทพีทาโกรัสสามารถนำไปใช้ ได้ในการนำไปคำนวณเกี่ยวกับระยะทางความสูง ความยาว และความกว้าง ของสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับรูปสามเหลี่ยมโดยเชื่อมโยงกับบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1. นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ 2. นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล ในแต่ละแผน แล้วปรับปรุงตามที่เสนอแนะ

1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ปรับปรุงแล้วเสนอ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจน และความถูกต้อง สอดคล้องระหว่างสาระสำคัญ จุดประสงค์กับเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล ดังรายชื่อต่อไปนี้

1. ดร.ภานุวัช ปุรณะศิริ (ปร.ด.วิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา) ศึกษานิเทศก์ฝ่ายมัธยมศึกษา ประจำสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและวัดผลทางการศึกษา

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วชิรารักษณ์ โอรสรัมย์ (วท.ม. คณิตศาสตรศึกษา) อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

3. นายไพรัชช์ จันทร์งาม (วท.ม. คณิตศาสตรศึกษา) อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4. นายอัครณัฐ บุญมะยา (วท.ม. คณิตศาสตรศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้

5. นางณัฐพร นวนสาย (กศ.ม. หลักสูตรและการสอน) ครูชำนาญการพิเศษประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

1.7 นำคะแนนประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

5 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

แล้วหาค่าเฉลี่ยจากผลรวมของคะแนนทั้งหมด โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2545)

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

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 18 แผน ที่ปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/9 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขในส่วนของการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และในส่วนของโจทย์เพิ่มเติมในเอกสาร แล้วเสนอประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ไปใช้จริงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม จำนวน 40 คน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู คู่มือการประเมินผลการเรียนรู้แบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเอกสารที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

2.2 ศึกษาวิธีการ หลักการในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ เพื่อศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ และการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

2.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.4 สร้างแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 35 ข้อ ต้องการจริง 20 ข้อ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระการเรียนรู้	**จุดประสงค์การเรียนรู้**	**จำนวนข้อสอบ**	
		สร้าง	**ใช้จริง**
1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้	2	1
2. สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	3	2
	2. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและนำความรู้เรื่องสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	3	2

ตารางที่ 9 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ใช้จริง
3. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากกับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉากได้	6	3
	2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้	6	3
4. บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้	6	3
5. การพิสูจน์โดยใช้บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1. นักเรียนสามารถใช้บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส พิสูจน์สามเหลี่ยมที่กำหนดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้	3	2
6. การนำไปใช้	1. นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	3	2
	2. นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	3	2
	รวม	**35**	**20**

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นเสนอประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อให้คำแนะนำแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบทดสอบไปปรับปรุงแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2.7 วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เลือกข้อที่มีค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) สมนึก ภัททิยธนี (2546) ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ต้องมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00

2.8 นำแบบทดสอบที่มีค่า IOC ผ่านเกณฑ์ ไปทดลอง (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/9 จำนวน 40 คน กลุ่มเดียวกับที่ใช้ทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบมาหาคุณภาพดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตามวิธีของ Brennan สมนึก ภัททิยธนี (2546) เลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21 ถึง 1.00 โดยคัดเลือกข้อสอบมาทั้งหมด 20 ข้อ

2. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ จำนวน 20 ข้อ โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) สมนึก ภัททิยธนี (2546)

3. จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง แล้วนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. การสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนดังนี้

3.1 วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้รายภาคเรียน วิธีวัดและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากตำราและเอกสารต่าง ๆ พร้อมวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในแต่ละหัวข้อย่อยเพื่อกำหนดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย 6 มโนทัศน์ และกำหนดลักษณะแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 10 ข้อ ใช้จริง 5 ข้อ ดังตารางที่ 10

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	ใช้จริง
1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้	มโนทัศน์ 1 1. ลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก คือ รูปสามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉากโดยครูผู้สอนจะกำหนดรูปสามเหลี่ยมที่มีลักษะเป็นมุมฉาก และที่ไม่เป็นมุมฉากมาให้นักเรียนร่วมกันพิจารณา พร้อมอภิปรายร่วมกัน ถ้ารูปสามเหลี่ยมใดมีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉากจะเรียกว่ารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	2	1
2. สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	มโนทัศน์ 2 1. กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 2. วัดความยาวของแต่ละด้านทั้ง 3 ด้าน 3. พิจารณาเปรียบเทียบหาความยาวด้านที่ยาวที่สุด 4. นำความยาวแต่ละด้านมายกกำลังสองเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น	2	1

ตารางที่ 10 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	ใช้จริง
3. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและนำความรู้เรื่องสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	มโนทัศน์ 3 1. หาความสัมพันธ์ของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เกิดขึ้นบนด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือความสัมพันธ์ของความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้	2	1
4. บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากกับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉากได้	มโนทัศน์ 4 1. เปรียบเทียบความยาวของผลบวกกำลังสองของด้านสองด้านและด้านที่เหลือที่ยาวที่สุดถ้ากำลังสองของความยาวของด้านด้านหนึ่งเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านอีกสองด้านแล้วรูปสามเหลี่ยมนั้นเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	2	1
5. การพิสูจน์โดยใช้บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	นักเรียนสามารถใช้บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อพิสูจน์สามเหลี่ยมที่กำหนดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้	มโนทัศน์ 5 1. กำลังสองของความยาวของด้านด้านหนึ่งเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของอีกสองด้านเป็นจริงรูปสามเหลี่ยมนั้นจะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก		

ตารางที่ 10 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	ใช้จริง
6. การนำไปใช้	นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	มโนทัศน์ 6 1. วิเคราะห์โจทย์ เพื่อให้ทราบว่าโจทย์ให้อะไร ต้องการหาอะไร จุดประสงค์ที่โจทย์ต้องการหาและข้อกำหนดที่ให้มาของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาคืออะไร 2. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหา 3. ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์	2	1
รวม			**10**	**5**

3.3 สร้างแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อให้ครอบคลุมเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และมโนทัศน์โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมองค์ประกอบ (Holistic Scoring) ลักษณะวิธีการตรวจให้คะแนนใช้เกณฑ์การให้คะแนนเฉพาะในแต่ละมโนทัศน์ดังตารางที่ 11

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 11 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

มโนทัศน์	ข้อที่	ระดับคะแนน	รายละเอียด
มโนทัศน์ที่ 1 รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1	3 (ดี)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์ลักษณะของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์พร้อมอธิบายเหตุผล
		2 (ผ่าน)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์ลักษณะของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนแต่ไม่อธิบายเหตุผล
		1 (ปรับปรุง)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์ลักษณะของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
		0	เมื่อผู้สอบเขียนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงการหาคำตอบหรือไม่เขียนอะไรเลย
มโนทัศน์ที่ 2 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	2	3 (ดี)	เมื่อผู้สอบวัดความยาวของรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง พิจารณาเปรียบเทียบ และเขียนอธิบายความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากพร้อมแสดงวิธีทำได้ถูกต้อง
		2 (ผ่าน)	เมื่อผู้สอบวัดความยาวของรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง พิจารณาเปรียบเทียบ และเขียนอธิบายความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้องแต่ไม่แสดงวิธีทำ
		1 (ปรับปรุง)	เมื่อผู้สอบวัดความยาวของรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง แต่เขียนอธิบายความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไม่ถูกต้อง
		0	เมื่อผู้สอบเขียนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงการหาคำตอบหรือไม่เขียนอะไรเลย

ตารางที่ 11 (ต่อ)

มโนทัศน์	ข้อที่	ระดับคะแนน	รายละเอียด
มโนทัศน์ที่ 3 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	3	3 (ดี)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้ถูกต้องครบถ้วน
		2 (ผ่าน)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้ถูกต้องบางเงื่อนไข
		1 (ปรับปรุง)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องบางส่วน เขียนอธิบายความสัมพันธ์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์
		0	เมื่อผู้สอบเขียนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงการหาคำตอบหรือไม่เขียนอะไรเลย
มโนทัศน์ที่ 4 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส มโนทัศน์ที่ 5 การพิสูจน์โดยใช้บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	4	3 (ดี)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้ถูกต้องครบถ้วน บอกได้ว่าความสัมพันธ์นั้นเป็นจริงหรือไม่
		2 (ผ่าน)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้ถูกต้องบางเงื่อนไข บอกได้ว่าความสัมพันธ์นั้นเป็นจริงหรือไม่
		1 (ปรับปรุง)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องบางส่วน เขียนอธิบายความสัมพันธ์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์
		0	เมื่อผู้สอบเขียนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงการหาคำตอบหรือไม่เขียนอะไรเลย

ตารางที่ 11 (ต่อ)

มโนทัศน์	ข้อที่	ระดับคะแนน	รายละเอียด
มโนทัศน์ที่ 6 การนำไปใช้	5	3 (ดี)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ โจทย์ต้องการหาอะไรและข้อกำหนดของโจทย์ที่ให้มาได้ถูกต้องครบถ้วน สร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน ดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบได้ถูกต้อง
		2 (ผ่าน)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ โจทย์ต้องการหาอะไรและข้อกำหนดของโจทย์ที่ให้มาได้ถูกต้องบางประเด็น สร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ดำเนินการแก้ปัญหาได้
		1 (ปรับปรุง)	เมื่อผู้สอบวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ โจทย์ต้องการหาอะไรและข้อกำหนดของโจทย์ที่ให้มาได้ถูกต้องบางประเด็น ไม่ได้สร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง
		0	เมื่อผู้สอบเขียนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงการหาคำตอบหรือไม่เขียนอะไรเลย

3.4 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบคุณภาพความถูกต้องเหมาะสม

3.5 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3.6 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขไปเสนอผู้เชี่ยวชาญ

ชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชี้วัดด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์กำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

ให้คะแนะ +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

พิจารณาคัดเลือกแบบวัดที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 - 1.00 เป็นแบบวัดที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงของเนื้อหา จำนวน 5 ข้อ

3.7 นำไปปรับปรุงเสนอต่อประธานและคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง

3.8 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/9 จำนวน 40 คน โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่ยังไม่เคยผ่านการเรียนเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

หาค่าอำนาจจำแนก โดยวิธีของ Brennan สมนึก ภัททิยธนี (2546) นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อที่คัดเลือกแล้วมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของ Lovett สมนึก ภัททิยธนี (2546) แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

3.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

4. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลและประเมินผล หลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 10 ข้อ ใช้จริง 5 ข้อ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระการเรียนรู้	**จุดประสงค์การเรียนรู้**	**การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์**	**จำนวนข้อสอบ**	
			สร้าง	**ใช้จริง**
1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้	แบบอุปนัย	2	1
2. สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	นักเรียนสามารถนำความรู้ เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	แบบอุปนัย	2	1
3. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1. นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากกับผลบวกของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านประกอบมุมฉากได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้	แบบอุปนัยและนิรนัย	2	1
4. บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้	แบบอุปนัยและนิรนัย	2	1
5. การพิสูจน์โดยใช้บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	นักเรียนสามารถใช้บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อพิสูจน์สามเหลี่ยมที่กำหนดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้	แบบนิรนัย		
6. การนำไปใช้	นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	แบบอุปนัยและนิรนัย	2	1
รวม			**10**	**5**

4.3 สร้างแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อให้ครอบคลุมเนื้อหา โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมองค์ประกอบ (Holistic Scoring) ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน	**ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น**
3 (ดี)	คำตอบถูกต้อง มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผล
2 (ผ่าน)	คำตอบถูกต้อง มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผลบางส่วน หรือคำตอบผิดแต่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผล
1 (ปรับปรุง)	ตอบถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดหรือเสนอแนวคิดประไม่สมเหตุสมผล หรือคำตอบผิดแต่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบสมเหตุสมผลบางส่วน
0	คำตอบผิดและอธิบายผิดหรือไม่ตอบ

4.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบคุณภาพความถูกต้องเหมาะสม

4.5 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

4.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขไปเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชี้วัดด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์กำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

ให้คะแนะ +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

พิจารณาคัดเลือกแบบวัดที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 - 1.00 เป็นแบบวัดที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงของเนื้อหา จำนวน 5 ข้อ

4.7 นำไปปรับปรุงเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง

4.8 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/9 จำนวน 40 คน โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่ยังไม่เคยผ่านการเรียนเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หาค่าอำนาจจำแนก โดยวิธีของ Brennan สมนึก ภัททิยธนี (2546) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อที่คัดเลือกแล้วมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ Lovett สมนึก ภัททิยธนี (2546) แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

4.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดห้องเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียนได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

2. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของแผนการเรียนรู้แบบอุปนัย จำนวน 18 แผน

4. ดำเนินการทดสอบระหว่างเรียนเมื่อจบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วย โดยกำหนดการประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรม การทำแบบฝึกหัดพฤติกรรมการเรียนและแบบทดสอบย่อย

5. ทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นลักษณะคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน

6. นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นแบบอัตนัยเขียนตอบ มาทดสอบเพื่อวัดมโนทัศน์และความสามรถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส กับกลุ่มตัวอย่างหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

7. ตรวจผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

8. ตรวจแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน รวมเป็น 15 คะแนนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อข้อละ 3 คะแนน รวมเป็น 15 คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมองค์ประกอบ (Holistic Scoring) ดังตาราง 3.5 และ ตาราง 3.6

แบบแผนการทดลองและการดำเนินการทดลอง

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยเป็นการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538)

ตารางที่ 14 แสดงรูปแบบของการวิจัย

กลุ่ม	Pretest	Treatment	Posttest
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

T_1 แทน การทดสอบก่อนการจัดกระทำการทดลอง

T_2 แทน การทดสอบหลังการจัดกระทำการทดลอง

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ 75/75 โดยหาค่า E_1 / E_2

3. การวิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยหาค่า $E.I.$

4. เปรียบเทียบมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one samples ชูศรี วงศ์รัตนะ (2550)

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

1.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตรดังนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2545)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) มีสูตรดังนี้ สมนึก ภัททิยธนี (2546)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

X_i แทน คะแนนของแต่ละคน

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มีสูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546)

$$S = \sqrt{\frac{N\sum_{i=1}^{N} x_i - \left(\sum_{i=1}^{N} x_i\right)}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x_i แทน คะแนนของแต่ละคน

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย (E_1 / E_2) ใช้สูตรดังนี้ เผชิญ กิจระการ (2544)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

X_i แทน คะแนนของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนและแบบทดสอบย่อย

A แทน คะแนนเต็มของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนและแบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{N} Y_i}{N}}{B} \times 100$$

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

Y_i แทน คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. การหาดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) ของการจัดการเรียนรู้ ใช้วิธีการของกูดแมน (Goodman) เฟรสเซอร์ (Fletchers) และซไนเดอร์ (Schneider) สมนึก ภัททิยธนี (2551)โดยใช้สูตรดังนี้

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

2.2 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. หาค่าความตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง Index of Item Objective Congruence (IOC) สมนึก ภัททิยธนี (2546)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาหรือดัชนีเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชียวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2. การหาค่าความยากของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตร สมบัติ ท้ายเรือคำ (2551)

$$P = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

P_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนผู้ตอบของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

3. การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของ Brennan (B - Index หรือ Brennan Index) สมนึก ภัททิยธนี (2546) ดังนี้

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

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนก

U แทน จำนวนคนรอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก

N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์

N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

หมายเหตุ นักเรียนที่มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มสูง และนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ให้เป็นนักเรียนกลุ่มต่ำ

4. การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีของ Lovett สมนึก ภัททิยธนี (2546) ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{K\sum X_i - \sum x_i^{\,2}}{(K-1)\sum (x_i - C)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ

x_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

C แทน คะแนนจุดตัด

การดำเนินการครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดคะแนนเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. การหาค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง Index of Item Objective Congruence (IOC) สมนึก ภัททิยธนี (2546) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาหรือดัชนีเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2. วิเคราะห์หาค่าความยากของข้อสอบแบบอัตนัย โดยใช้สูตรของวิทเนอร์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้ พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544)

$$p = \frac{s_h + s_l - \left(n_l\right)\left(x_{\min}\right)}{\left(n\right)\left(x_{\max} - x_{\min}\right)}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

s_h แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มสูง

s_l แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มต่ำ

$x_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

$x_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

n_l แทน จำนวนผู้สอบในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

พหุน ปณฺ ฑิต ชีเว

3. การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของวิทเนอร์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้ พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544)

$$r = \frac{s_h - s_l}{\left(n_h\right)\left(x_{\max} - x_{\min}\right)}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

s_h แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มสูง

s_l แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มต่ำ

$x_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

$x_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

n_h แทน จำนวนคนกลุ่มสูง

4. หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) สมบัติ ท้ายเรือคำ (2551)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2}\right)$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) โดยใช้สูตร t – test for one sample ชูศรี วงศ์รัตนะ (2550)

พหุน ปญฺ ฑิโต ชีเว

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, \quad df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน คะแนนเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้องอีกทั้งเพื่อความสะดวกในการนำเสนอข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียน
$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
μ	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
$S.D.$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$E.I.$	แทน	ค่าดัชนีประสิทธิผล
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน (t-test)
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นที่สังเกตได้เปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญเพื่อทดสอบสมมติฐาน

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

4.2 ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) โดยคำนวณหาค่า E_1 จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำใบงานการทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน และการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ จำนวน 18 แผน และคำนวณหาค่า E_2 จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ตารางที่ 15 ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	รวมคะแนนระหว่างเรียน (70:30)			ทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)
		ใบงาน (70 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (30 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
1	7	59	23	82	17
2	8	56	24	80	16
3	5	59	25	84	14
4	6	58	22	80	15
5	9	57	23	80	15
6	9	58	21	79	17
7	8	59	21	80	15
8	9	57	23	80	15
9	7	56	21	77	17
10	7	59	22	81	16
11	7	59	23	82	16
12	8	58	22	80	16
13	8	58	22	80	16
14	9	57	23	80	15
15	9	59	23	82	17
16	7	56	24	80	16
17	9	59	25	84	14
18	9	58	22	80	15
19	9	57	20	77	14
20	9	59	21	80	15
21	9	57	23	80	16
22	9	58	22	80	15
23	9	57	21	78	17
24	8	58	22	80	15
25	8	59	22	81	13

ตารางที่ 15 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบ ก่อนเรียน (20 คะแนน)	รวมคะแนนระหว่างเรียน (70:30)			ทดสอบ หลังเรียน (20 คะแนน)
		ใบงาน (70 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (30 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
26	9	57	22	79	14
27	9	58	21	79	17
28	8	58	20	78	17
29	10	59	24	83	18
30	9	58	20	78	16
31	8	59	22	81	14
32	8	58	23	81	13
33	9	59	25	84	14
34	9	58	23	81	15
35	8	60	21	81	16
36	9	57	26	83	17
37	9	59	24	83	18
38	9	57	26	83	16
39	7	57	22	79	17
40	9	59	23	82	14
รวม	332	2321	896	3217	621
ค่าเฉลี่ย	8.3	58	22	80	16
S.D.	1.02	0.96	1.52	1.67	1.28
ร้อยละ	41.5	82.88	74.67	80.41	77.63

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย (E_1 / E_2) เท่ากับ 80.41/77.63

จากตารางที่ 15 พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เท่ากับ 80.41 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 77.63 ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบอุปนัยมีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) เท่ากับ 80.41/77.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียน ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล ($E.I.$)
			ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
แบบอุปนัย	40	20	332	621	0.6175

จากตารางที่ 16 พบว่า ดัชนีประสิทธิผล ($E.I.$) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.6175 นั่นคือ มีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 61.75

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	s	μ	t	p
คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	40	15	12.43	1.196	10.5	7.536*	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 17 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	s	μ	t	p
คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	40	15	12.78	1.143	10.5	9.819*	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 18 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน มีลำขั้นตอนและผลการวิจัยดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

5.2 สรุปผล

5.3 อภิปรายผล

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

5.1.2 เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5.1.3 เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

5.1.4 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

5.2 สรุปผล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลได้ดังนี้

5.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.41/77.63 เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 75/75

5.2.2 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 0.6175 ซึ่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 61.75

5.2.3 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.4 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

5.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.41/77.63 หมายความว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัยทำให้นักเรียนมีคะแนนจากการทำใบงาน และจากแบบทดสอบย่อย โดยเฉลี่ยร้อยละ 80.41 และทำให้นักเรียนมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยเฉลี่ย 77.63 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามเกณฑ์

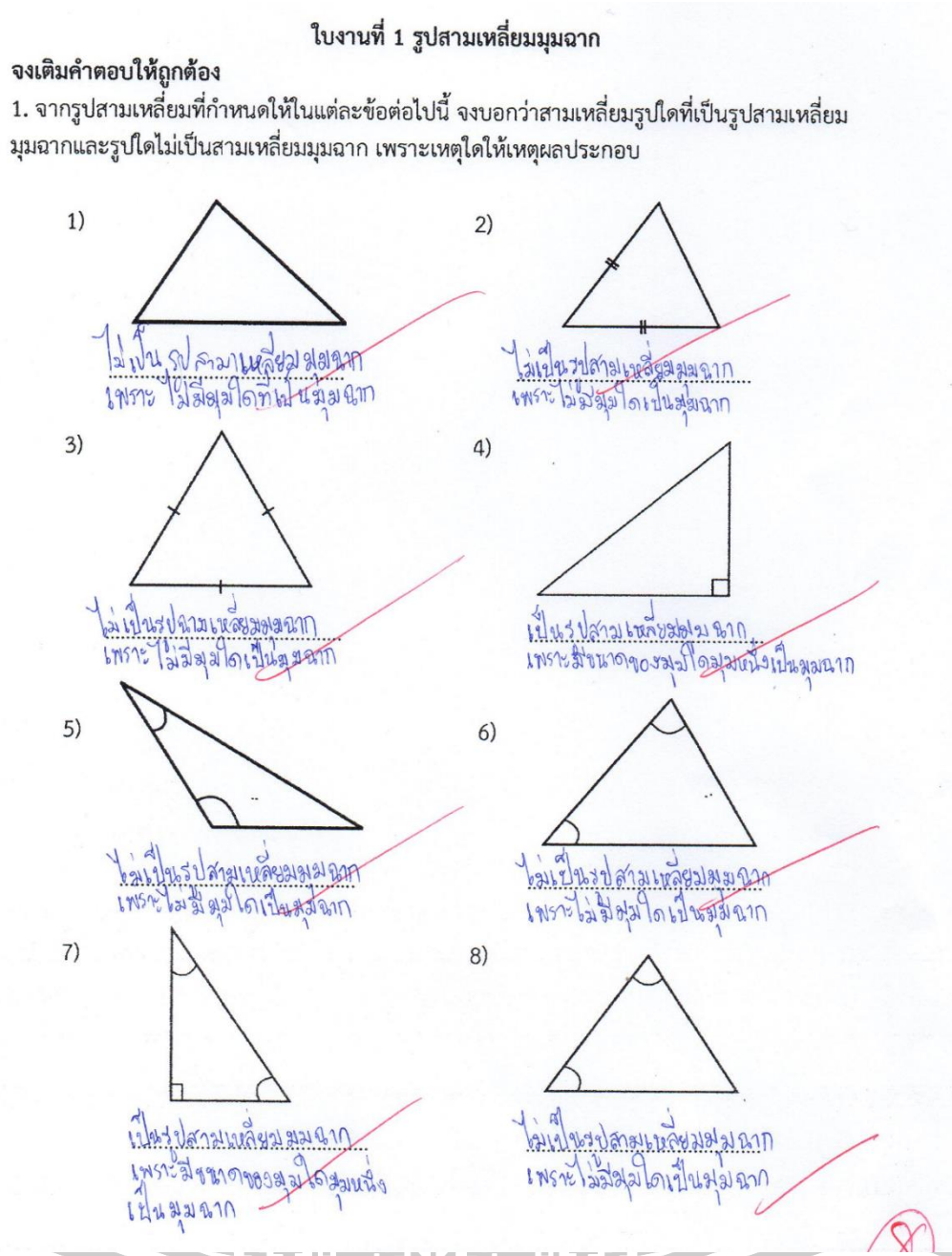
75/75 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ณยศ สงวนสิน (2546) การสร้างชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์ โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย-นิรนัย เรื่อง พหุนามของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์ โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย-นิรนัย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์ โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย-นิรนัย สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้นได้ผ่านขั้นตอน กระบวนการสร้างอย่างเป็นระบบและวิธีการที่เหมาะสม โดยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ มีการดำเนินการโดยการศึกษาโครงสร้างหลักสูตร วิเคราะห์หลักสูตร ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม ประกอบการเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ เพื่อหาคุณภาพก่อนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

5.3.2 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.6175 หมายความว่า หลังการเรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบอุปนัย แล้วนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้น 0.6175 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน ร้อยละ 61.75 สอดคล้องกับผลวิจัยของ จิราพร มาพริก (2558) การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ฟังก์ชันลอกาลิทึม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่พัฒนาขึ้น ได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผล ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.6099 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6099 หรือคิดเป็นร้อยละ 60.99 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยมีกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสรุปความรู้ได้ด้วยตนเองจากตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ครูยกตัวอย่างขึ้นหลายๆ ตัวอย่าง ผ่านกระบวนการคิด การให้เหตุผลประกอบ เมื่อพิจารณาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย พบว่า นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 61.75 จากค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเพิ่มจากคะแนนทดสอบก่อนเรียนค่อนข้างสูง เป็นเช่นนั้นได้เพราะกลุ่มทดลองยังไม่เคยเรียนเนื้อหานั้นมาก่อน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยแล้วจึงสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้มากขึ้น รวมทั้ง

การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เน้นการจัดการเรียนรู้ที่เกิดจากทักษะทางความคิด การสังเกต จากตัวอย่างหรือสถานกาณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลาย เกิดเป็นมโนทัศน์ จนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ โดยจะมีครูผู้สอนเป็นคนคอยตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ พร้อมคอยตั้งคำถามกระตุ้นความคิดในเชิงของเหตุและผล โดยให้นักเรียนบอกเหตุผลประกอบคำตอบ จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3.3 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยเป็นไปตามสมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อาศัยการนำเสนอตัวอย่าง เหตุการณ์ สถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย และมากพอ ซึ่งทำให้นักเรียนได้มีการสังเกต เปรียบเทียบ วิเคราะห์ หาลักษณะร่วมในตัวอย่างเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่ผู้สอนได้นำเสนอซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนใช้คำถามนำ เช่น “จากรูปที่กำหนดให้ รูปใดเป็นลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เพราะเหตุใด จงอธิบาย” “ถ้ากำหนดความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมให้สองด้าน เราสามารถหาความยาวของด้านที่เหลือได้หรือไม่ จงอธิบาย” เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางคิด สรุปความรู้ออกมาเป็น ทฤษฎีบท กฎ สูตรหลักการ หรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ใบงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ใบงานที่ 1 รูปสามเหลี่ยมมุมฉากและใบงานที่ 4 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (1)

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว



ใบงานที่ 1 รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จงเติมคำตอบให้ถูกต้อง

1. จากรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ในแต่ละข้อต่อไปนี้ จงบอกว่าสามเหลี่ยมรูปใดที่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและรูปใดไม่เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก เพราะเหตุใดให้เหตุผลประกอบ

1)

ไม่เป็น รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
เพราะ ไม่มีมุมใดเท่ากับมุมฉาก

2)

ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
เพราะ ไม่มีมุมใดเป็นมุมฉาก

3)

ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
เพราะ ไม่มีมุมใดเป็นมุมฉาก

4)

เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
เพราะมีขนาดของมุมใดมุมหนึ่งเป็นมุมฉาก

5)

ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
เพราะ ไม่มีมุมใดเป็นมุมฉาก

6)

ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
เพราะไม่มีมุมใดเป็นมุมฉาก

7)

เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
เพราะมีขนาดของมุมใดมุมหนึ่ง
เป็นมุมฉาก

8)

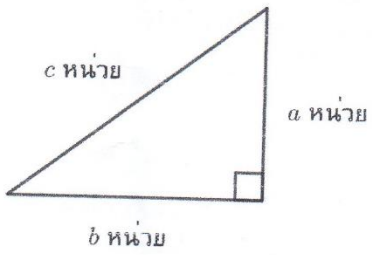
ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
เพราะไม่มีมุมใดเป็นมุมฉาก

ภาพที่ 2 แสดงการทำใบงาน เรื่อง รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จากภาพที่ 2 พบว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้จากตัวอย่างที่ครูสอนทั้งที่เป็นและไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ทำให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ว่า สามเหลี่ยมรูปใดที่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและสามเหลี่ยมรูปใดที่ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เพราะเหตุใด โดยพิจารณาจากรูปที่โจทย์กำหนดให้และจากความรู้ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมมุมฉากจะมีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉาก ซึ่งมีขนาดเท่ากับ 90° พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบได้อย่างถูกต้อง

ใบงานที่ 4 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (1)

ถ้ากำหนดความยาวด้าน 2 ด้านใด ๆ ของสามเหลี่ยมมุมฉาก ดังแต่ละข้อต่อไปนี้ จงหาความยาวของด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส



1. $a = 7, b = 24$

วิธีทำ ให้ c แทน ความยาวของด้านที่เหลือ
จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้
$c^2 = 7^2 + 24^2$
$= 49 + 576$
$c^2 = 625 \therefore c = 25$

2. $a = 30, c = 34$

วิธีทำ ให้ b แทน ความยาวของด้านที่เหลือ
จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้
$b^2 = 30^2 + 34^2$
$= 900 + 1156$
$b^2 = 256 \therefore b = 16$

3. $a = 21, c = 35$

วิธีทำ ให้ b แทนความยาวของด้านที่เหลือ
จากทฤษฎีบทพีทาโกรัสจะได้
$c^2 = 8^2 + b^2$
$35^2 = 21^2 + b^2$
$b^2 = 794$
$\therefore b = 29$

4. $a = 18, b = 24$

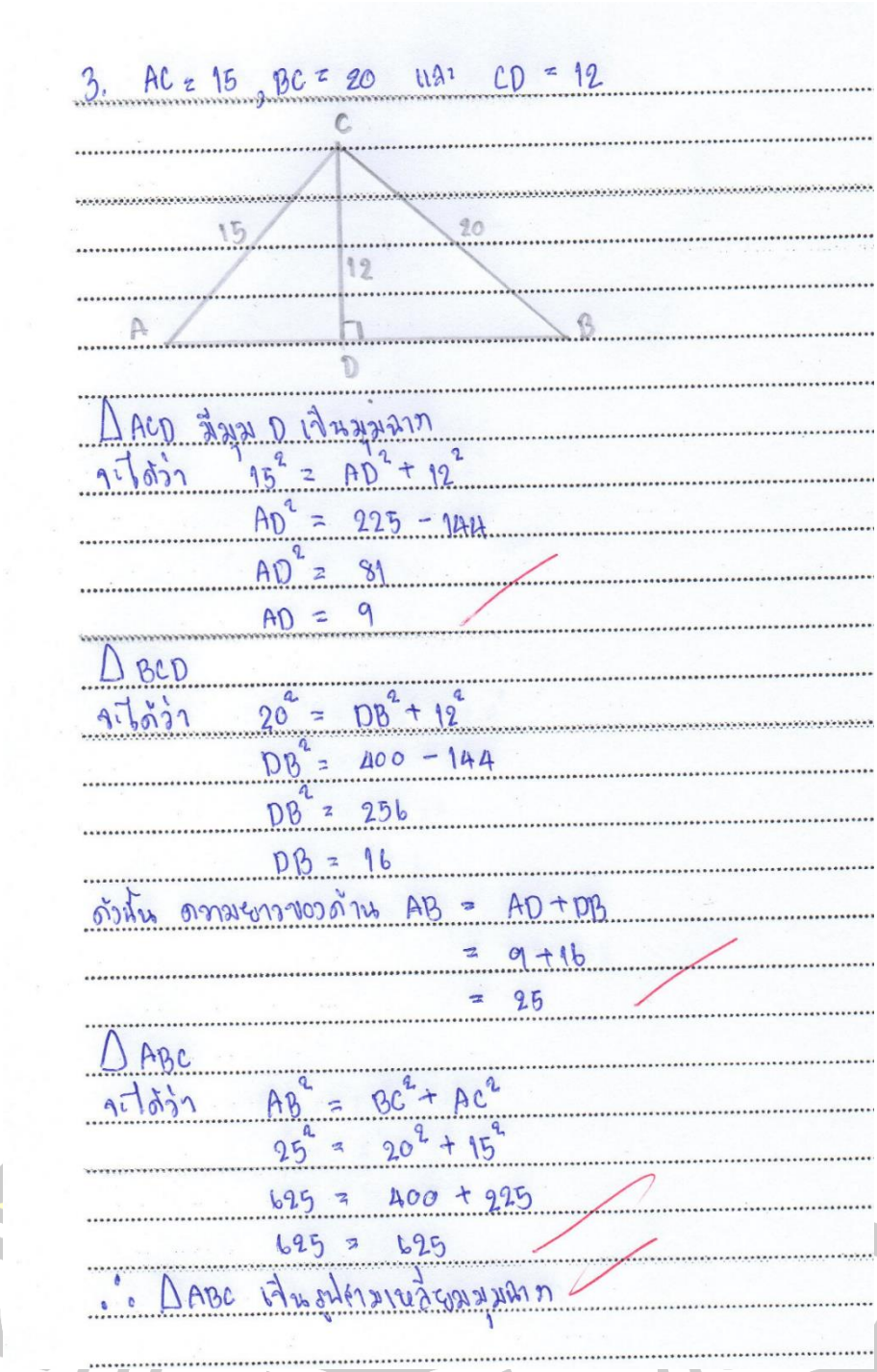
วิธีทำ ให้ c แทนความยาวของด้านที่เหลือ
จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้
$c^2 = 19^2 + 24^2$
$= 324 + 576$
$c^2 = 900$
$\therefore c = 30$

5. $a = 28, c = 35$

วิธีทำ ให้ b แทนความยาวของด้านที่เหลือ
จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้
$35^2 = 29^2 + b^2$
$b^2 = 1225 - 784$
$b^2 = 441$
$\therefore b = 21$

ภาพที่ 3 แสดงการทำใบงาน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (1)

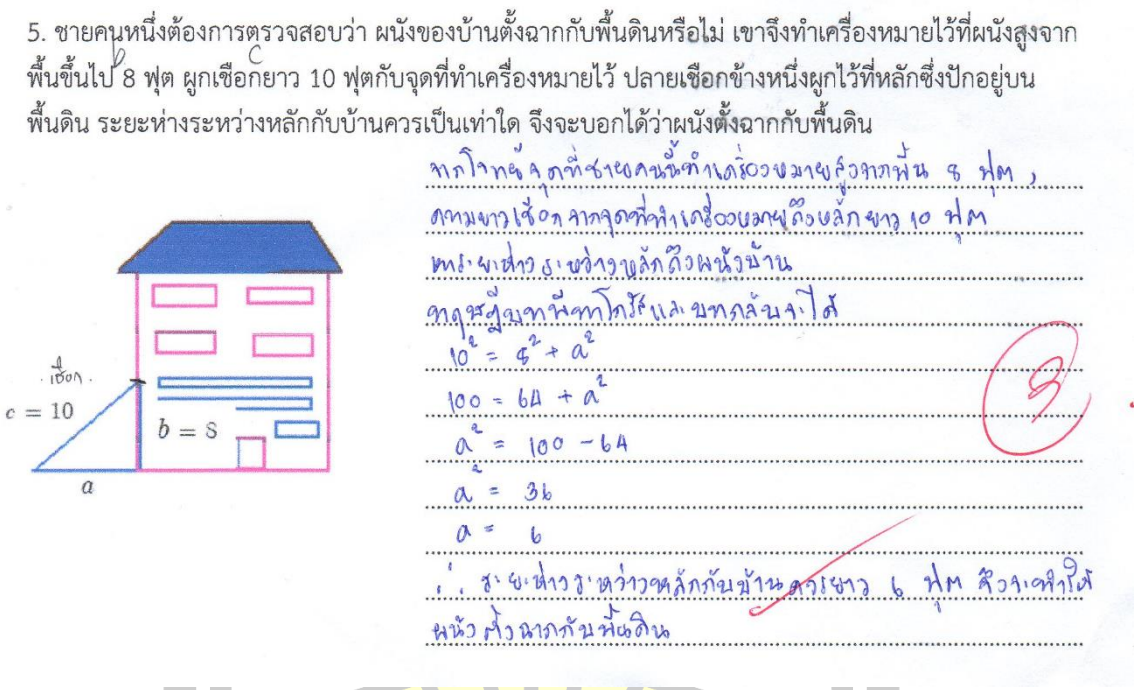
จากภาพที่ 3 พบว่า เมื่อกำหนดความยาวของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากให้สองด้าน นักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาความยาวของด้านที่เหลือได้อย่างถูกต้องโดยแสดงแนวคิดและวิธีการคิดที่อ้างทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้อย่างถูกต้อง แต่จะพบว่ามีนักเรียนบางคนที่ยังมีข้อบกพร่องในด้านการเขียนอ้างทฤษฎีบทพีทาโกรัส แต่มีแนวโน้มการคิดและวิธีการที่ถูกต้อง ซึ่งพบข้อบกพร่องลักษณะนี้ในการเขียนตอบของนักเรียนบางคน ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงการทำใบงาน เรื่อง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส (4)

จากภาพที่ 4 พบว่า เมื่อโจทย์กำหนดให้ ΔABC มี $\overline{CD}$ ตั้งฉากกับ $\overline{AB}$ ที่จุด D ให้นักเรียนพิจารณาว่า ความยาวด้านที่กำหนดให้ในข้อใดทำให้ ΔABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เพราะเหตุใด โดยที่นักเรียนสามารถแสดงความสัมพันธ์และวิธีการคิดได้อย่างถูกต้องแต่ไม่เขียนอ้าง

ทฤษฎีบทพีทาโกรัสเช่นเดียวกันกับการทำใบงานในเรื่องของโจทย์ปัญหาที่นักเรียนบางคนไม่วาดภาพจำลอง หรือไม่เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และต้องการให้หา ทำให้เกิดความเข้าใจผิดในการแสดงวิธีการหาคำตอบ หรือ สะเพร่าเมื่อกำลังหาคำตอบว่าต้องการหาคำตอบด้านใดของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากส่งผลให้คำตอบที่ได้มานั้นไม่ถูกต้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องหารให้หาและการคำนวณตัวเลขที่เป็นจุดทศนิยมยกกำลังสองผิด ซึ่งครูผู้สอนได้ให้ทำแบบฝึกหัดและฝึกทำตัวอย่างเพิ่มเติมหลาย ๆ ตัวอย่าง ทำให้นักเรียนกลุ่มนี้ได้ฝึกการสังเกต เปรียบเทียบ สรุปหลักการ คิดวิเคราะห์ ให้เหตุผลประกอบ และคิดละเอียดรอบคอบยิ่งขึ้นเมื่อทำการทดสอบมโนทัศน์หลังเรียน ดังภาพที่ 5



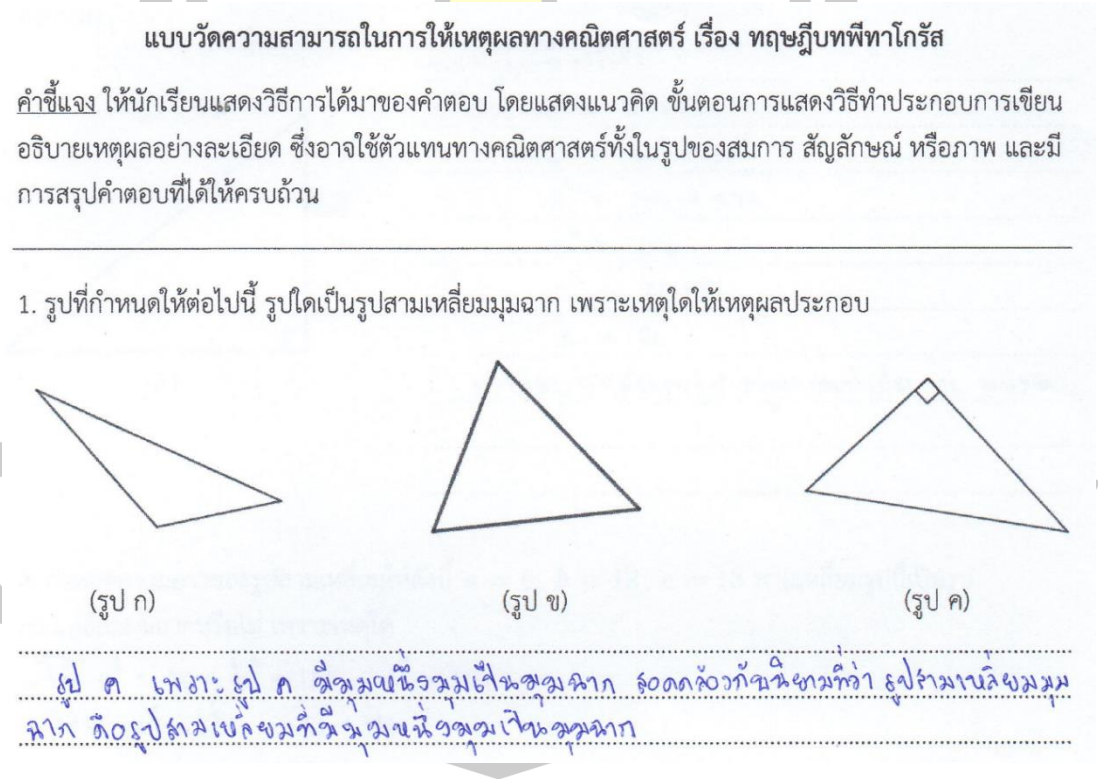
ภาพที่ 5 แสดงการทดสอบมโนทัศน์หลังเรียน ข้อที่ 5

จากภาพที่ 5 พบว่า นักเรียนคนที่มีข้อบกพร่องในเรื่องการเขียนอ้างทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ เมื่อทำการฝึกจากตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง โดยที่ครูผู้สอนไม่ได้บอกมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ เพียงแต่คอยดูและตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องหรือไม่ ทำให้ผู้เรียนเกิดหลักการ มโนทัศน์ในการเรียนว่าต้องเขียนแสดงคำตอบไปในลักษณะใด เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ว่ามีอะไรบ้าง โจทย์ต้องการหาอะไรแล้วนำมาเขียนแสดงความสัมพันธ์และแสดงวิธีการหาคำตอบเพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Ausubel (1969) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ คือ นักเรียนวิเคราะห์และแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้าตั้งสมมติฐาน

เกี่ยวกับสิ่งเร้าที่เหมือนกันทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง ๆ เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกัน จัดลักษณะของสิ่งเร้าที่คัดเลือกได้จากสมมติฐานให้มาสัมพันธ์กับระบบที่อยู่เดิมในโครงสร้างของความคิด เลือกความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่ได้รับมาใหม่ให้ครอบคลุมไปยังมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้วเพื่อหาความสัมพันธ์กัน สรุปครอบคลุมลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ใหม่ให้ครอบคลุมสมาชิกทุก ๆ หน่วยภายในกลุ่ม คิดหาสัญลักษณ์ที่เหมาะสมมาเป็นตัวแทนของมโนทัศน์ที่รับมาใหม่ เพื่อเป็นสื่อกลางในการทำความเข้าใจกับมโนทัศน์นั้น ๆ ได้ตรงกัน อันจะเป็นประโยชน์ในการถ่ายทอดมโนทัศน์ไปสู่กลุ่มอื่น ๆ ดังที่ นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ โดยการสอนแบบอุปนัยดังนี้ คือ ไม่บอกมโนทัศน์และความหมายมโนทัศน์นั้นให้แก่นักเรียน โดยให้นักเรียนเลือกตัวอย่างแล้วให้คัดเลือกว่า ตัวอย่างเหล่านี้ ตัวอย่างใดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และให้สังเกตลักษณะที่มีอยู่ร่วมกันในตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันนั้น สรุปอธิบายความหมายว่าเป็นอย่างไร

นอกจากนี้จากผลการวิจัยที่พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยมีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังที่กล่าวไปแล้วนั้นสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กุลนิดา วรสารนันท์ (2552) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการอุปนัยมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำกำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนและมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัย ณัฏฐปิญชาน์ พิชญาชมชื่น (2558) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ สถาปนา บุญมาก (2558) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ที่มีต่อ มโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.3.4 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยเป็นไปตามสมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ให้เหตุผล ทำให้เกิดการเรียนรู้หลักการ แนวคิดหรือข้อความรู้ต่าง ๆ อย่างเข้าใจ จนสรุปความรู้หลักการหรือแนวคิดต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการนำตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ ที่มีหลักการ แนวคิด ที่ต้องการสอนให้แก่นักเรียน และให้นักเรียนศึกษาวิเคราะห์ อธิบายให้เหตุผล จนสามารถดึงหลักการ แนวคิดที่แฝงอยู่ออกมา เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ หรือกล่าวอย่างสั้น ๆ ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ อธิบายให้เหตุผลประกอบ สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญ ๆ ได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้แนวคิดหลักการ หรือสรุปความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจ ยกตัวอย่างเช่น แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์



แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีการได้มาของคำตอบ โดยแสดงแนวคิด ขั้นตอนการแสดงวิธีทำประกอบการเขียนอธิบายเหตุผลอย่างละเอียด ซึ่งอาจใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งในรูปของสมการ สัญลักษณ์ หรือภาพ และมีการสรุปคำตอบที่ได้ให้ครบถ้วน

1. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ รูปใดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เพราะเหตุใดให้เหตุผลประกอบ

(รูป ก) (รูป ข) (รูป ค)

รูป ค เพราะ รูป ค มีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉาก ซึ่งตรงกับนิยามที่ว่า รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก คือ รูปสามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉาก

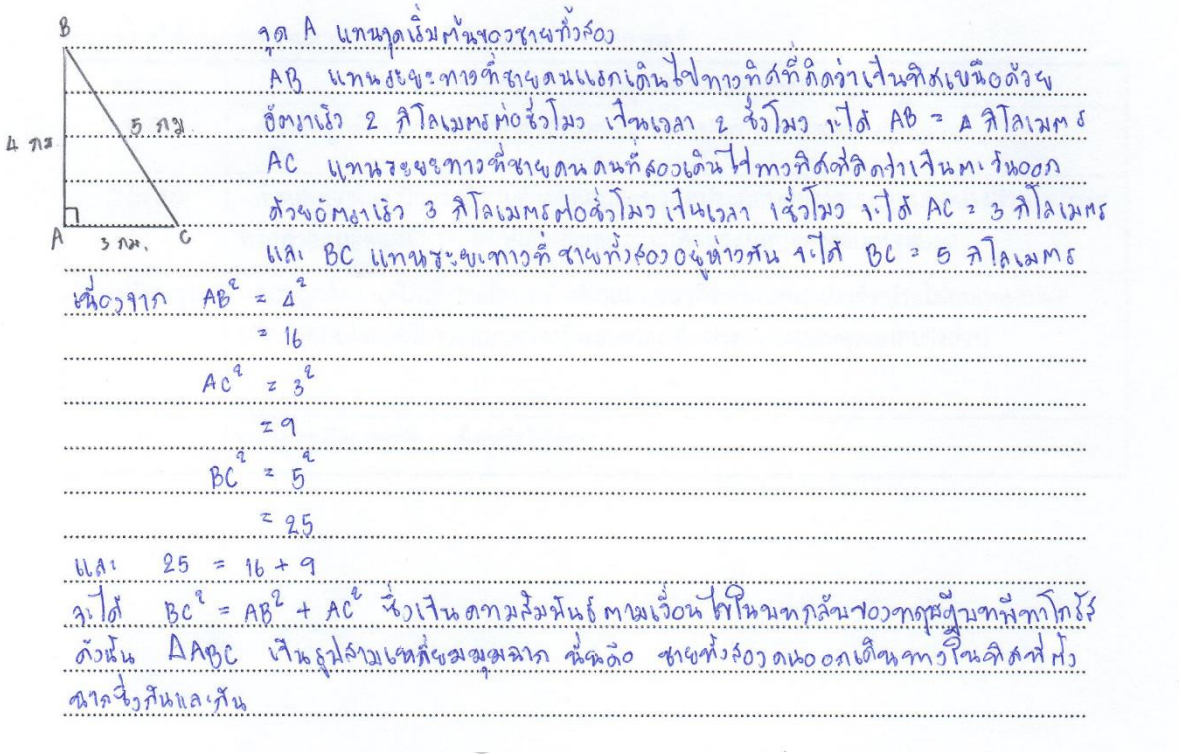
ภาพที่ 6 แสดงการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียน ข้อที่ 4

จากภาพที่ 6 พบว่า เมื่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้จนเข้าใจหลักการ นักเรียนจะสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องของรูปสามเลี่ยมมุมฉากมาเขียนแสดงแนวคิดในรูปของการให้เหตุผลประกอบการให้คำตอบได้อย่างถูกต้อง

5. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงเขียนอธิบายกระบวนการหาคำตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ

สถานการณ์ : หลงทางกลางทะเลทราย

ชายสองคนหลงทางอยู่กลางทะเลทรายหลังจากถกเถียงกันว่าจะเดินทางต่อไปในทิศใด ทั้งสองตกลงกันไม่ได้ คนแรกจึงตัดสินใจเดินไปในทางทิศที่คิดว่าเป็นทิศเหนือด้วยอัตราเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คนที่สองเดินไปทางทิศที่คิดว่าเป็นทิศตะวันออกด้วยอัตราเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หลังจากชายคนแรกเดินไปได้ 2 ชั่วโมง และชายคนที่สองเดินไปได้ 1 ชั่วโมง ปรากฏว่าทั้งสองคนอยู่ห่างกัน 5 กิโลเมตร ชายทั้งสองคนออกเดินทางในทิศที่ตั้งฉากซึ่งกันและกันหรือไม่ อธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ



จุด A แทนจุดเริ่มต้นของชายทั้งสอง
AB แทนระยะทางที่ชายคนแรกเดินไปทางทิศที่คิดว่าเป็นทิศเหนือด้วยอัตราเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะได้ AB = 4 กิโลเมตร
AC แทนระยะทางที่ชายคนที่สองเดินไปทางทิศที่คิดว่าเป็นทิศตะวันออกด้วยอัตราเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะได้ AC = 3 กิโลเมตร
และ BC แทนระยะทางที่ชายทั้งสองอยู่ห่างกัน จะได้ BC = 5 กิโลเมตร

เนื่องจาก $AB^2 = 4^2$
$= 16$
$AC^2 = 3^2$
$= 9$
$BC^2 = 5^2$
$= 25$
และ $25 = 16 + 9$
จะได้ $BC^2 = AB^2 + AC^2$ ซึ่งเป็นไปตามสัมพันธ์ตามเงื่อนไขในบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส
ดังนั้น $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก นั่นคือ ชายทั้งสองคนออกเดินทางในทิศที่ทำมุมฉากซึ่งกันและกัน

ภาพที่ 7 แสดงการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียน ข้อที่ 5

จากภาพที่ 7 พบว่า จากตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ เช่น ปัญหาหลงทางกลางทะเลทรายของชาย 2 คนซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ นักเรียนสามารถแสดงวิธีการคิด วิธีหาคำตอบได้ถูกต้อง มีการเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และเสนอแนวคิดประกอบอย่างถูกต้องและสมเหตุสมเหตุสมผล ซึ่งสอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) และมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2549) ได้เสนอว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นวิธีการที่ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสังเกต คิดวิเคราะห์เปรียบเทียบ ตามหลักตรรกศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สรุปด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล อันจะเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนด้วยความเข้าใจ ขจัดข้อสงสัยและสามารถจำได้นาน ฝึกให้คิดอย่างมีเหตุผล ทำกิจกรรมด้วยตนเอง มีโอกาสและมีส่วนร่วมในการค้นพบ และได้รับการฝึกให้รู้จักการสังเกตเปรียบเทียบวิเคราะห์ ไปสู่การสรุป

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ 5 ขั้นดังนี้ คือ 1) ขั้นเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ที่ผู้สอนเร้าความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนโดยผู้สอนจะเริ่มด้วยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนและเตรียมตัวเรียนความรู้ใหม่ 2) ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ผู้สอนเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างและอภิปรายโดยที่นักเรียนร่วมกันพิจารณาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่ผู้สอนนำเสนอ 3) ขั้นสังเกตเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันทำการสังเกต ค้นหา วิเคราะห์ รวบรวม เปรียบเทียบ และอธิบายเหตุผลหาความสัมพันธ์ของลักษณะร่วมในตัวอย่างที่นำเสนอ 4) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำลักษณะร่วมของแต่ละตัวอย่างจากการเปรียบเทียบมาสรุป เป็นหลักการ กฎ นิยาม หรือมโนทัศน์ ด้วยตัวนักเรียนเอง 5) ขั้นนำไปใช้เป็นขั้นฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะโดยการนำหลักการ กฎ นิยาม หรือมโนทัศน์ที่ได้รับไปใช้ โดยผู้สอนเตรียมตัวอย่างใหม่ที่หลากหลายให้ผู้เรียนฝึกทำ หรือการทำแบบฝึกหัดอย่างหลากหลาย โดยผู้เรียนมีการอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบได้ถูกต้อง ซึ่งผู้สอนคอยตอบข้อสงสัยและเดินสังเกตดูว่านักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้รับไปใช้ได้ถูกต้องหรือไม่ เพื่อประเมินว่านักเรียนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งพบว่าตั้งแต่ขั้นที่ 2 และ 3 นักเรียนได้มีการพิจารณาตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลในทุกสถานการณ์ตัวอย่างที่เกี่ยวข้องและหลากหลาย ครูใช้คำถามนำ “ทำไม” “เพราะอะไร” “เพราะเหตุใด” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนแปลงไปจะเป็นอย่างไร” เช่น“ถ้ากำหนดความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมาให้ สองด้านจะหาความยาวของด้านที่เหลือได้หรือไม่ เพราะเหตุใด” “จากรูปที่กำหนดให้รูปใดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เพราะเหตุใดให้เหตุผลประกอบ” ทำให้นักเรียนมีการฝึกการคิดวิเคราะห์ ให้เหตุผลและสังเกตเปรียบเทียบเพื่อหาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่นำเสนอ ส่วนในขั้นที่ 4 พบว่านักเรียนนำลักษณะร่วมดังกล่าวมาสรุปเป็นหลักการ ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม หรือมโนทัศน์ได้ด้วยตนเองและมีการนำเสนอข้อสรุป พร้อมทั้งแสดงเหตุผลในการสรุป ต่อเพื่อน ๆ และครูผู้สอนเพื่อหา

ข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน ในขั้นที่ 5 นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการทำใบงานที่เตรียมไว้ มีการคิดวิเคราะห์ แสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้สมเหตุสมผล สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญ ๆ ได้ด้วยตนเอง ทำให้สรุปความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจ และเข้าใจในมโนทัศน์ที่ได้รับยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัญชลีรัตน์ รอดเลิศ (2553) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการพัฒนามโนทัศน์และเอกสารสรุปมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการพัฒนามโนทัศน์และเอกสารสรุปมโนทัศน์ที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้นผู้สอนควรศึกษารายละเอียดและทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี ควรนำเสนอตัวอย่าง หรือสถานการณ์ที่หลากหลายให้มากและเพียงพอ ที่จะให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเกตเปรียบเทียบหาลักษณะร่วม และสรุปออกมาเป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนจะต้องคิดหาคำตอบด้วยตนเอง หากผู้เรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิด อาจได้ข้อสรุปที่ไม่ถูกต้องได้ ผู้สอนควรตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เพื่อเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน

3. ครูผู้สอนจะต้องให้โอกาสแก่นักเรียนในการสร้างมโนทัศน์และทักษะการให้เหตุผล และให้เวลาเพียงพอกับการฝึก เพราะการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยนั้นต้องใช้เวลามากพอสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้

5.4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น อัตราส่วนและร้อยละ เส้นขนาน เลขยกกำลัง หรือความเท่ากันทุกประการ เป็นต้น

2. ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา การสื่อสาร การเชื่อมโยง หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

3. ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยในเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยอื่น เช่น การทดลองกลุ่มเดียวเปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย หรือเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับกลุ่มปกติ เป็นต้น

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 ตามหลักสูตรแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กุลนิดา วรสารนันท์. (2552). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการอุปนัยที่มี ต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2555). *การคิดเชิงมโนทัศน์* (8th ed.). กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย.

ฆนัท ธาตุทอง. (2550). *การออกแบบการสอนและบูรณาการ*. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.

จิราพร มาพริก. (2558). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ฟังก์ชันลอกาลิทึม สาหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด : ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: วีพริ้นท์.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. (โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ & มหาวิทยาลัย, Eds.). กรุงเทพฯ.

ชวาล แพรัตกุล. (2520). *เทคนิคการวัดผล*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ชาญชัย อาจิตสมาจาร. (2547). *หลักการสอนทั่วไป*. กรุงเทพฯ: รวมสาส์น.

ชินภัทร ภูมิรัตน์. (2556). กพฐ. ชี้ สอบ GAT-PAT ไม่ได้วัดคุณภาพเด็ก. Retrieved August 12, 2019, from http://www.l3nr.org/posts/514806

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. นนทบุรี: ไทยเนรมิตกิจอินเตอร์โปรเกรสซิฟ.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2548). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์เครือข่าย* (9th ed.). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ณยศ สงวนสิน. (2546). *การสร้างชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์โดยเทคนิคการสอนแบบอุปนัย-นิรนัย เรื่องพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ณัฏฐปิญชาน์ พิชญาชมชื่น. (2558). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์*

ทาง คณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. มหาวิทยาลัยบูรพา.

ทิศนา แขมมณี. (2556a). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (17th ed.). กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2556b). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Ed.) (17th ed.). กรุงเทพฯ.

ธนะรัตน์ ธนากิจเจริญสุข. (2541). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการ เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน ที่เรียนจากวีดีทัศน์ที่มีวิธีการเสนอเนื้อหาแบบอุปนัย และนิรภัย.* มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2537). ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน. *สารพัฒนาหลักสูตร*, *14*(119), 55–60.

นาตยา ปิลันธนานนท์. (2542). *การเรียนรู้ความคิดรวบยอด*. กรุงเทพฯ: แม็คการพิมพ์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (7th ed.). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2554). *การวิจัยการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์. (2523). การเรียนรู้แบบสร้างความคิดรวบยอด. *ประชากรศึกษา*, *31*(12), 6–17.

ประยูร อาษานาม. (2537). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ประกายพรึก.

ปราณี รามสูต. (2528). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เจริญกิจ.

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2546). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.

ปิยนุช คนฉลาด. (2541). *วิธีสอนทั่วไป* (2nd ed.). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

เผชิญ กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา. *วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *5*(11), 44–51.

เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี. (2545). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E1/E2). *การวัดผลการศึกษา*, *8*(2), 30–32.

พนัส หันนาคินทร์ และพิทักษ์ รักษพลเดช. (2512). *วิธีสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การค้าคุรุสภา.

พรธิดา สุขกรม. (2554). *การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสานักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 และ*

เขต 2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรพิรุณ บุตรดา. (2550). *การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิด วิเคราะห์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการ เรียนด้วยวิธีสอน โดยใช้ ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันกับการเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พรรณทิพา พรหมรักษ์. (2552). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวางนัย ทั่วไปเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางพีชคณิตและการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนใช้มัธยมศึกษาปีที่ 3*. จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์* (3rd ed.). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). *การสร้างแบะการพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรี นครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ภมรเมษย์ เลาหวิรุฬห์กุล. (2558). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการ เรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มณีรัตน์ ขยันกลาง. (2559). *การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. มหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2547). *เอกสารชุดการสอนวิชาสื่อการสอนระดับประถมศึกษา*. (21, Ed.). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2549). *คณิตศาสตร์การศึกษาและการสอน* (10th ed.). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เมธา พงศ์ศาสตร์. (2549). *การสอนคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เมธี ลิมอักษร. (2524). *แนวคิดในการสอนคณิตศาสตร์*. สงขลา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา.

ยุพิน พิพิธกุล. (2529). *การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. สงขลา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒสงขลา.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2540). *การวัดผลการสร้างแบบทดสอบสัมฤทธิ์* (2nd ed.). กรุงเทพฯ: โรง

พิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (5th ed.). กรุงเทพฯ: สุวีริยา สาส์น.

วราพร นครพันธ์. (2556). *การวิเคราะห์เชิงพุทธิปัญญาเกี่ยวกับข้อบกพร่องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ เรื่อง ทฤษฎีบทปีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วัชรสันต์ อินธิสาร. (2547). *ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีณา ประชากูล และประสาท เนืองเฉลิม. (2553). *รูปแบบการเรียนการสอน*. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2* (2nd ed.). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2556). *รายงานผลทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556*. Retrieved from http://www.niets.or.th/

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). *การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตราหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: เอส.พี. เอ็น.การพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555a). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555b). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพเส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: คิวมีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555c). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (3rd ed.). กรุงเทพฯ: คิวมีเดีย.

สถาปนา บุญมาก. (2558). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ที่ มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. เพชรบูรณ์: สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา* (4th ed.). กาฬสินธุ์: โรงพิมพ์ประสานการพิมพ์.

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลการศึกษา*. มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). *ระเบียบวิธีวิจัย* (2nd ed.). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2544). *กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดมหาสารคาม. (2542). *รายงานผลการประเมินคุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดมหาสารคาม ปีการศึกษา 2542*. มหาสารคาม.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32. (2561). ผลทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม ปี 2557-ปี 2559. Retrieved from https://sites.google.com/a/ssbr.go.th/ssbr_32/

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2557). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานรับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษา. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 (2547). ประเทศไทย: 74.

สิริรัศมิ์ ผลขวัญโชติกา. (2554). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิริวรรณ ศรีหพล. (2536). *การศึกษาสถานภาพทั่วไปของการจัดการศึกษาด้านสกลทรรศน์ศึกษาในประเทศไทย*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุธิดา นานช้า. (2549). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดตรัง*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา* (9th ed.). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนเชิงมโนทัศน์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

แสงเดือน อาตมียนันท์. (2557). *การพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา*. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

หทัยรัตน์ ยศแผ่น. (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรัญญา แพงเพ็ง. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2และความพึงพอใจต่อการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเป็นเสื่อกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ.* มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อัญชลีรัตน์ รอดเลิศ. (2553). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการพัฒนามโนทัศน์และเอกสารสรุปมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2546). *การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2547). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการพัฒนาทักษะและกระบวนทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2552). *รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง*. กรุงเทพฯ.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง)* (5th ed.). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

อุไรวรรณ ศรีไชยมูล. (2554). *การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

Arends, R. (1999). *Learning to teach*.

Artzt & Shirel. (1999). *Mathematics reasoning during small-group problem solving. In L. V. Stiff (Ed.), Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*. Reston, Virginia.

Ausubel, David P., & Gagné, R. M. (1969). Educational Psychology: A Cognitive

View. *American Educational Research Journal*, *6*(2), 287. https://doi.org/10.2307/1161899

Baroody, A. J. (1993). *Problem Solving : Reasoning and Communicating K-8,Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan Publishing.

Bruner, J.S., Goodnow, Jacqueine J. & Austin, G. A. (1957). *A Study of Think*. New York: John Wiley and Sons.

Christou, C., & Papageorgiou, E. (2007). A framework of mathematics inductive reasoning Learning and Instruction. Retrieved from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475206001198

Cooney, T. J., & Davis, E. J., & Henderson, K. B. (1975). *Dynamics of teaching secondary school mathematics*. Houghton Mifflin. Retrieved from https://books.google.co.th/books/about/Dynamics_of_teaching_secondary_school_ma.html?id=XFkPAQAAMAAJ&redir_esc=y

De Cecco, J. P., & Crawford, W. R. (1974). *The psychology of learning and instruction: educational psychology*. Prentice-Hall.

Eggen, P.D., Kauchak, D.P, & Harer, R. J. (1979). *Strategies for teachers : information processing models in the classroom*. Prentice-Hall. Retrieved from https://books.google.co.th/books/about/Strategies_for_teachers.html?id=6mMEAQAAIAAJ&redir_esc=y

Eggen, P. D., & Kauchak, D. P. (2001). *Strategies and models for teachers : teaching content and thinking skills*. Pearson.

Frayer, Dorothy A., Fredrick, W. C. and K. H. J. (1972). *A Schema forTesting the Level of Concept Mastery*.

Good. (1973). *Dictionary of education (ed.)*. New York: McGraw-Hill Book.

Goodman R.I., K. A. F. and E. W. S. (1980). *The Effectiveness Index as Comparative Measure in Media Product Evaluation*.

Gunter, Mary Alice, Ester, Thomas H., and S. (1995). *Instruction A Models Approach*. United States of America: A Simon & Schuster Company.

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving : a handbook for elementary school teachers*. Allyn and Bacon.

Lane, Lynne, M. (2004). *The Effects Staff Development on Student Achievement*.

Mourad, N. M. (2005). Inductive reasoning in the algeble classroom. Retrieved from http://scholarwords.sjsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article-3812&context-%0Actd_theses.%0A

O'Daffer, P. G., & Thornquist, B. A. (1993). *Critical thinking, mathematical reasoning And proof. In P. S. Wilson (Ed.), Research Ideas for the Classroom : High School Mathematics*. New York: MacMilan.

Pinzka, M. . (1999). *The relation between college calculus students' understanding of function and their understanding of derivative. Unpublished doctoral dissertation*. University of Minnesota.

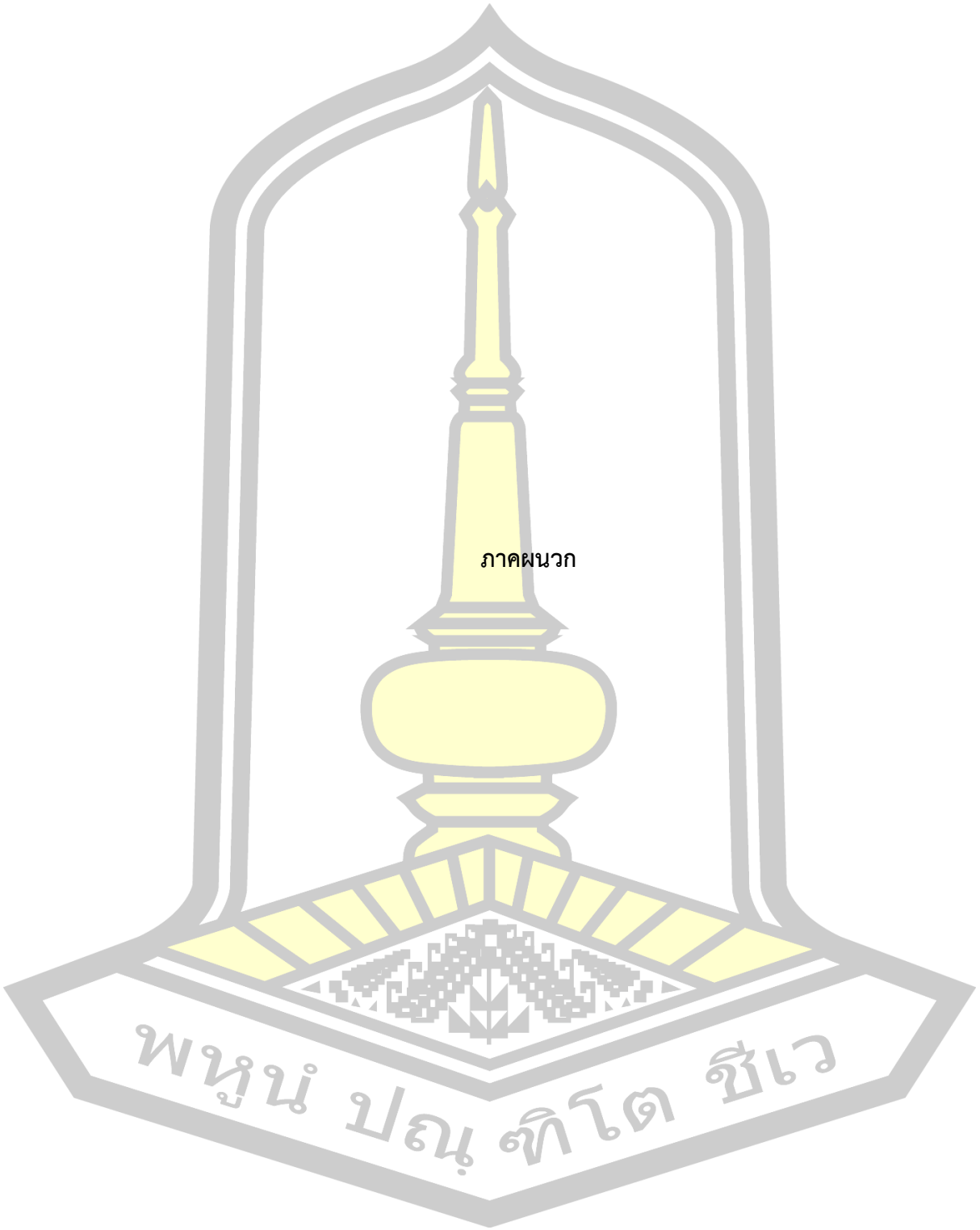
Prescott, D. A. (1961). *The child in the educative process*. New York: Mc Graw - Hall.

Rowan, T. E., & Morrow, L. J. (1993). *Implementing the K-8 curriculum and evaluation standards : readings from the Arithmetic teacher*. National Council of Teachers of Mathematics.

Russell, D. H. (1965). *Children's Thinking.* Boston: Ginne and Company.

Stiggins, R. J. (1994). *Student-centered classroom assessment*. Merrill.

Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. United States of America: McGraw–Hill.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส **กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค22201 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (2)

เวลา 18 ชั่วโมง **เวลาเรียน 1 ชั่วโมง**

ผู้สอน นางสาวอุไรวรรณ คำเมือง **โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม**

---

1. มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

ค 3.2 ม. 2/2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา

ค 6.1 ม.2/1-6 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

2.1.1 อธิบายความสัมพันธ์ของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

2.2.1 แก้ปัญหาได้

2.2.2 ให้เหตุผลได้

2.2.3 สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้

2.3 ด้านคุณลักษณะ นักเรียน

2.3.1 มีความรับผิดชอบ

2.3.2 มีระเบียบวินัย

3. สาระสำคัญ

3.1 สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

4. ภาระงาน/ชิ้นงาน

4.1 ใบงานที่ 4 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

5. สาระการเรียนรู้

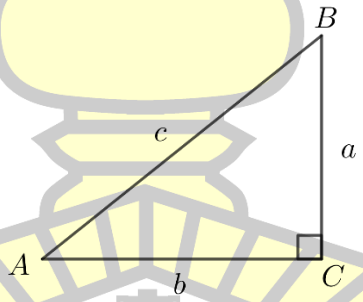
5.1 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นเตรียม

6.1.1 ครูให้นักเรียนพิจารณารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

พิจารณารูปสามเหลี่ยมมุมฉากต่อไปนี้



1) ΔABC เป็นรูปสามเหลี่ยมชนิดใด (สามเหลี่ยมมุมฉาก)

2) ด้านตรงข้ามมุมฉากคือด้านใด (ด้าน AB)

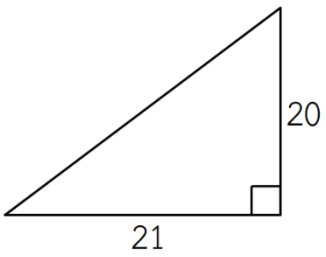
3) ด้านประกอบมุมฉากคือด้านใดบ้าง (ด้าน AC และด้าน BC)

4) ความสัมพันธ์ของความยาวด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเขียนได้อย่างไร (ความสัมพันธ์ของความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก คือ $c^2 = a^2 + b^2$ เมื่อ c แทนความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก a และ b แทนความยาวของด้านประกอบมุมฉาก)

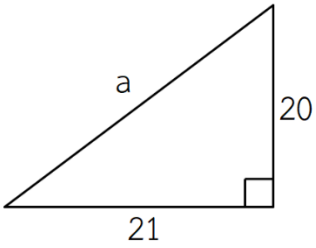
6.2 ขั้นนำเสนอตัวอย่าง

6.2.1 ครูยกตัวอย่างการหาความยาวของด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 3-5 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 1 จงหาความยาวของด้านที่เหลือจากรูปต่อไปนี้



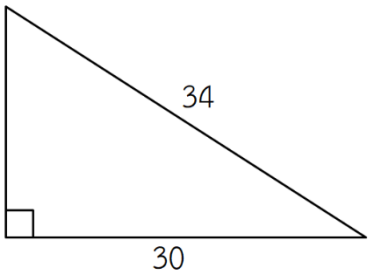
วิธีทำ ให้ a แทน ความยาวของด้านที่เหลือ ซึ่งเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่า



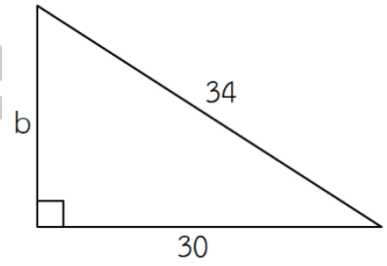
$$a^2 = 20^2 + 21^2$$
$$= 400 + 441$$
$$= 29 \times 29$$
$$a = 29$$

ดังนั้น ความยาวของด้านที่เหลือเท่ากับ 29 หน่วย

ตัวอย่างที่ 2 จงหาความยาวของด้านที่เหลือจากรูปต่อไปนี้



วิธีทำ ให้ b แทน ความยาวของด้านที่เหลือ ซึ่งเป็นด้านประกอบมุมฉาก จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่า

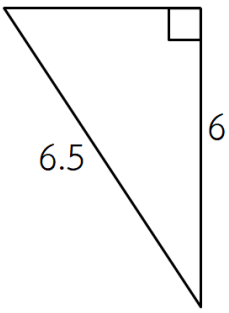


$= 16 \times 16$

$b = 16$

ดังนั้น ความยาวของด้านที่เหลือเท่ากับ 16 หน่วย

ตัวอย่างที่ 3 จงหาความยาวของด้านที่เหลือจากรูปต่อไปนี้



วิธีทำ ให้ c แทน ความยาวของด้านที่เหลือ ซึ่งเป็นด้านประกอบมุมฉาก จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่า

$(6.5)^2 = 6^2 + c^2$

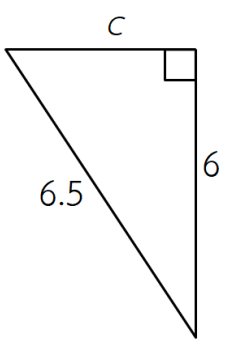
$c^2 = (6.5)^2 - 6^2$

$= 42.25 - 36$

$= 6.25$

$= 2.5 \times 2.5$

$c = 2.5$



ดังนั้น ความยาวของด้านที่เหลือเท่ากับ 2.5 หน่วย

6.3 ขั้นสังเกตเปรียบเทียบ

6.3.1 นักเรียนทำการสังเกต เปรียบเทียบ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากระหว่างกำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก กับ ผลรวมของกำลังสองของความยาวด้านประกอบมุมฉาก ว่ามีความสัมพันธ์กันแบบใด โดยการพิจารณาจากตัวอย่างที่เรียนผ่านมาแล้ว (สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก)

6.4 ขั้นสรุป

6.4.1 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ได้ว่า “สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก”

6.5 ขั้นนำไปใช้

6.5.1 ครูแจกใบงานที่ 4 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (1) ให้นักเรียนทำส่งในคาบ (10 นาที)

7. วัสดุอุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

7.1 สื่อ

7.1.1 ใบงานที่ 4 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (1)

7.2 แหล่งเรียนรู้ ห้องเรียน ห้องอินเตอร์เน็ต

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

8. การวัดและประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K) อธิบายความสัมพันธ์ของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้	- ทำใบงาน	- ใบงาน	- ทำถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะ (P) 1. แก้ปัญหาได้ 2. ให้เหตุผลได้ 3. สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้	- ทำใบงาน - สังเกต	- ใบงาน - แบบสังเกตพฤติกรรม	- ทำถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป - ผลการประเมินระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (A) 1. มีความรับผิดชอบ 2. มีระเบียบวินัย	- สังเกต	- แบบสังเกตพฤติกรรมด้านคุณลักษณะ	- ผลการประเมินระดับ 2 ขึ้นไป

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

9. บันทึกหลังสอน

9.1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

9.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

9.3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวอุไรวรรณ คำเมือง)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คำอธิบายคุณภาพ			
	3 (ดีมาก)	2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
แก้ปัญหาได้	สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้อย่างเหมาะสมทุกครั้ง	สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้อย่างเหมาะสมเป็นส่วนใหญ่	สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้อย่างเหมาะสมบางครั้ง	ไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้
ให้เหตุผลได้	มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วนและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจแต่อาจไม่สมเหตุสมผลบางกรณี	มีการเสนอแนวคิดที่ไม่สมเหตุสมผลในการตัดสินใจและไม่ระบุการอ้างอิง	ไม่มีการเสนอแนวคิดในการตัดสินใจและไม่ระบุการอ้างอิง
สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้	ใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและมีรายละเอียดสมบูรณ์	ใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนบางส่วนแต่ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์	ใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายและการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน	ไม่ใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายและการนำเสนอข้อมูล

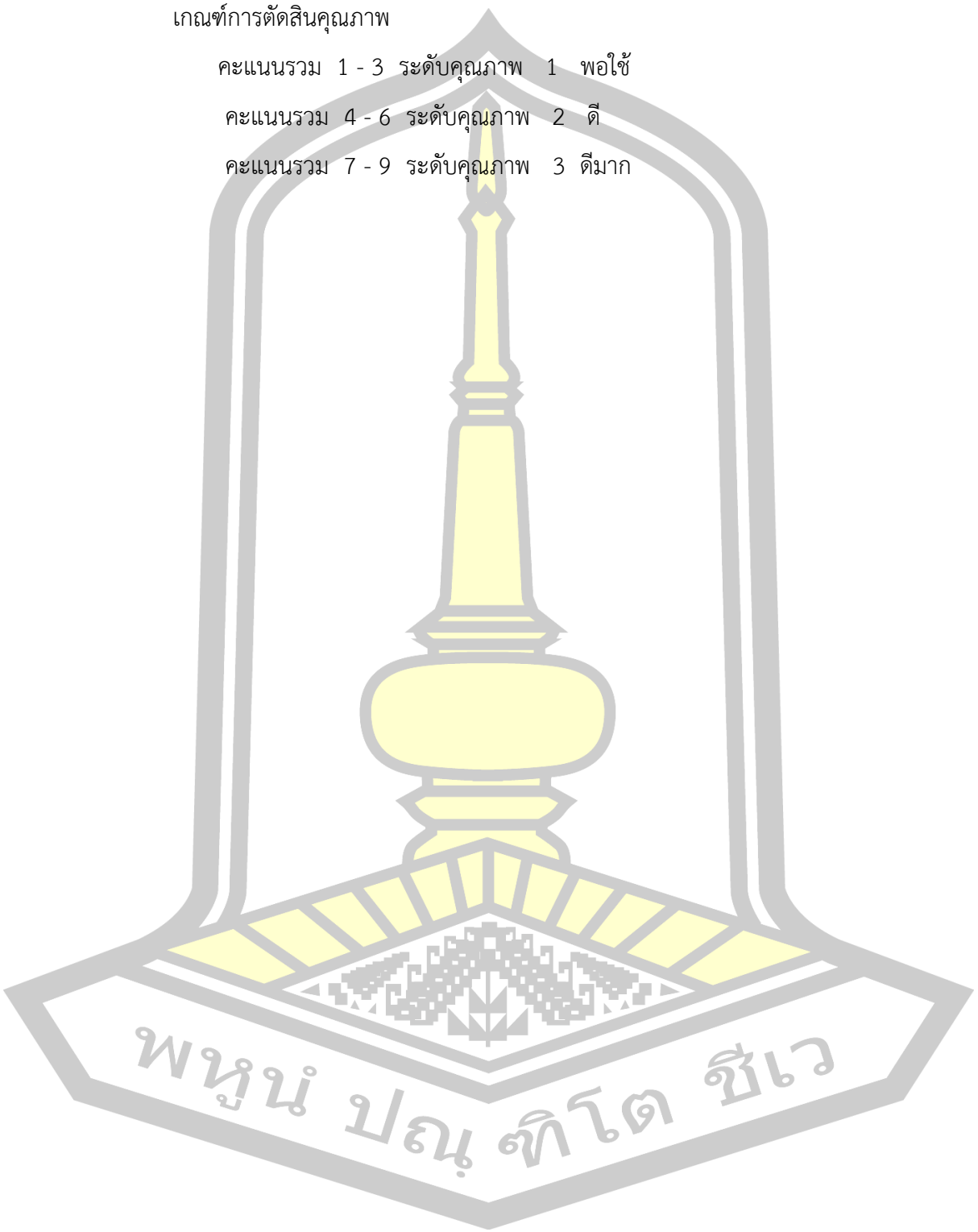
หมายเหตุ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

คะแนนรวม 1 - 3 ระดับคุณภาพ 1 พอใช้

คะแนนรวม 4 - 6 ระดับคุณภาพ 2 ดี

คะแนนรวม 7 - 9 ระดับคุณภาพ 3 ดีมาก



เกณฑ์การประเมินผลด้านคุณลักษณะ

รายการประเมิน	คำอธิบายคุณภาพ			
	3 (ดีมาก)	2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
มีความรับผิดชอบ	คิด วางแผนงานและส่งงานในการทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง และร่วมกับผู้อื่นอย่างมีขั้นตอนครบถ้วนสมบูรณ์และสำเร็จตามเป้าหมาย อย่างมีคุณค่าทั้งทางด้านงานเดี่ยวและงานกลุ่มทุกครั้ง	คิด วางแผนงานและส่งงานในการทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง และร่วมกับผู้อื่นอย่างมีขั้นตอนครบถ้วนสมบูรณ์และสำเร็จตามเป้าหมาย ทั้งทางด้านงานเดี่ยวและงานกลุ่มเป็นบางครั้ง	คิด วางแผนงานและส่งงานในการทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง และร่วมกับผู้อื่นอย่างมีขั้นตอนครบถ้วนสมบูรณ์และสำเร็จตามเป้าหมาย ทั้งทางด้านงานเดี่ยวและงานกลุ่มน้อยมาก	ไม่มีการคิดวางแผนงานและไม่ส่งงานในการทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเอง และร่วมกับผู้อื่น
มีระเบียบวินัย	เข้าเรียนตรงเวลา แต่งกายถูกระเบียบและมีความเรียบร้อยบ่อยครั้ง	เข้าเรียนตรงเวลา แต่งกายถูกระเบียบและมีความเรียบร้อยเป็นบางครั้ง	เข้าเรียนตรงเวลา แต่งกายถูกระเบียบและมีความเรียบร้อยน้อยมาก	เข้าเรียนไม่ตรงเวลา แต่งกายไม่ถูกระเบียบและไม่มีความเรียบร้อย

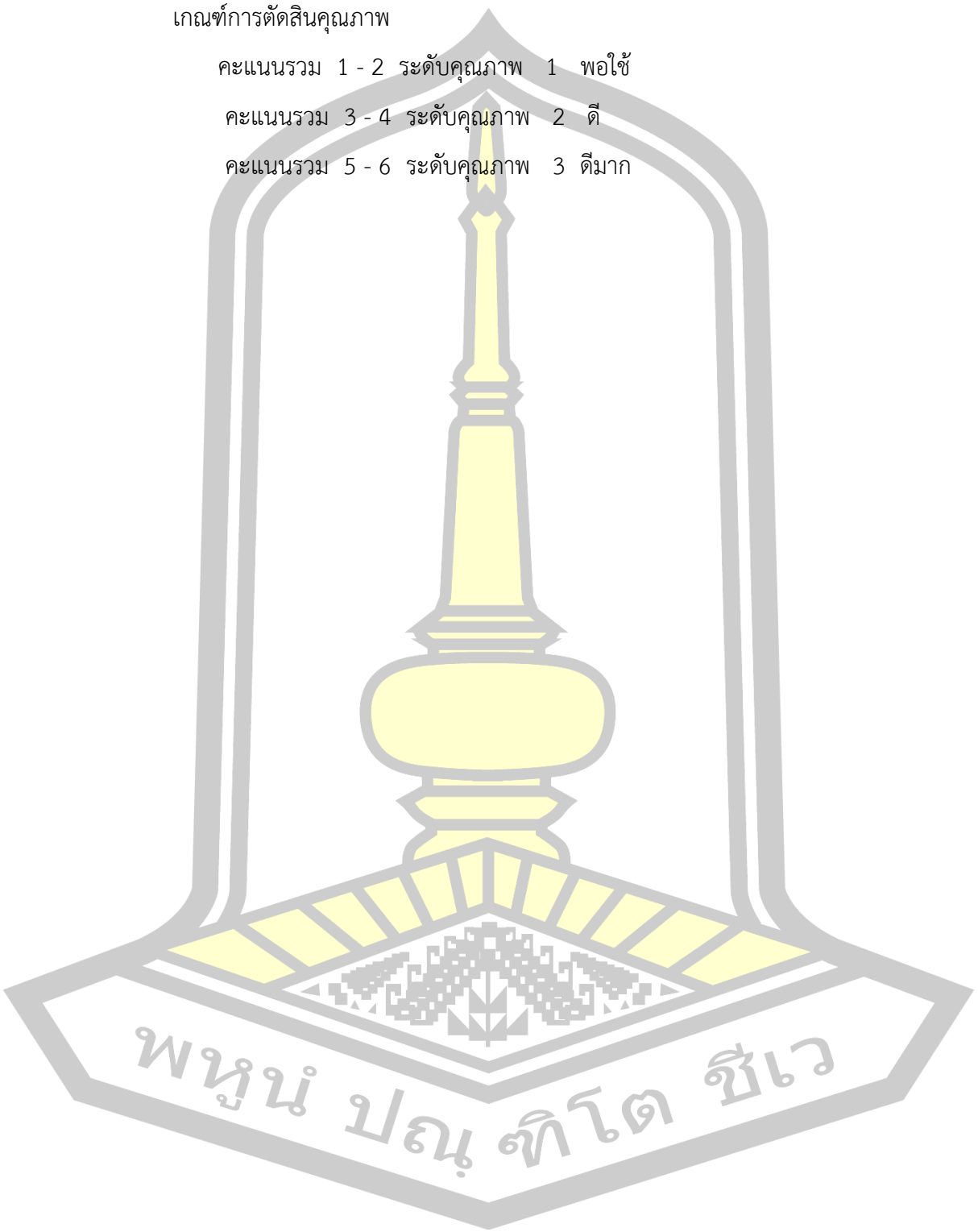
หมายเหตุ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

คะแนนรวม 1 - 2 ระดับคุณภาพ 1 พอใช้

คะแนนรวม 3 - 4 ระดับคุณภาพ 2 ดี

คะแนนรวม 5 - 6 ระดับคุณภาพ 3 ดีมาก



แบบบันทึกคะแนนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (2)

กลุ่มสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

(แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้)

	ชื่อ-สกุล	หัวข้อประเมิน							
		ใบงาน (10)	แก้ปัญหา (3)	ให้เหตุผล (3)	สื่อสาร (3)	มีความรับผิดชอบ (3)	มีระเบียบวินัย (3)	ผลการประเมินด้านทักษะ	ผลการประเมินด้านคุณลักษณะ

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....

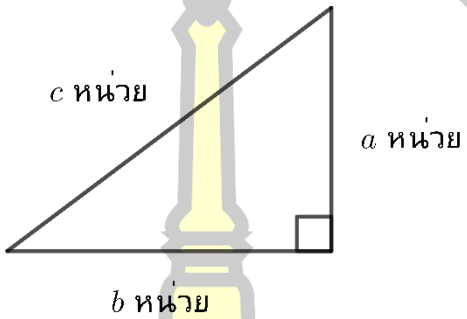
(นางสาวอุไรวรรณ คำเมือง)

ผู้จัดการเรียนรู้

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบงานที่ 4 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (1)

ถ้ากำหนดความยาวด้าน 2 ด้านใด ๆ ของสามเหลี่ยมมุมฉาก ดังแต่ละข้อต่อไปนี้ จงหาความยาวของด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส



1. $a = 7,\ b = 24$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. $a = 30,\ c = 34$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. $a = 21,\ c = 35$

.....

.....

.....

4. $a = 18,\ b = 24$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. $a = 28,\ c = 35$

.....

.....

.....

.....

.....

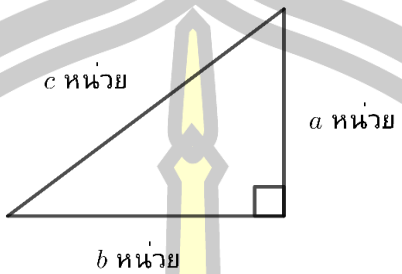
.....

.....

.....

เฉลยใบงานที่ 4 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (1)

ถ้ากำหนดความยาวด้าน 2 ด้านใด ๆ ของสามเหลี่ยมมุมฉาก ดังแต่ละข้อต่อไปนี้ จงหาความยาวของด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส



1. $a = 7,\ b = 24$

วิธีทำ ให้ c แทน ความยาวของด้านที่เหลือ ซึ่งเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่า

$$c^2 = 7^2 + 24^2$$
$$= 49 + 576$$
$$= 625$$
$$= 25 \times 25$$
$$c = 25$$

ดังนั้น ความยาวของด้านที่เหลือเท่ากับ 25 หน่วย

2. $a = 30,\ c = 34$

วิธีทำ ให้ b แทน ความยาวของด้านที่เหลือ ซึ่งเป็นด้านประกอบมุมฉาก จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่า

$$34^2 = 30^2 + b^2$$
$$1156 - 900 = b^2$$
$$b^2 = 256$$
$$= 16 \times 16$$
$$b = 16$$

ดังนั้น ความยาวของด้านที่เหลือเท่ากับ 16 หน่วย

3. $a = 21,\ c = 35$

วิธีทำ ให้ b แทน ความยาวของด้านที่เหลือ ซึ่งเป็นด้านประกอบมุมฉาก จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่า

$$35^2 = 21^2 + b^2$$
$$1225 - 441 = b^2$$
$$b^2 = 784$$
$$= 28 \times 28$$
$$b = 28$$

ดังนั้น ความยาวของด้านที่เหลือเท่ากับ 28 หน่วย

4. $a = 18,\ b = 24$

วิธีทำ ให้ c แทน ความยาวของด้านที่เหลือ ซึ่งเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่า

$$c^2 = 18^2 + 24^2$$
$$= 324 + 576$$
$$= 900$$
$$= 30 \times 30$$
$$c = 30$$

ดังนั้น ความยาวของด้านที่เหลือเท่ากับ 30 หน่วย

5. $a = 28,\ c = 35$

วิธีทำ ให้ b แทน ความยาวของด้านที่เหลือ ซึ่งเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่า

$$35^2 = 28^2 + b^2$$

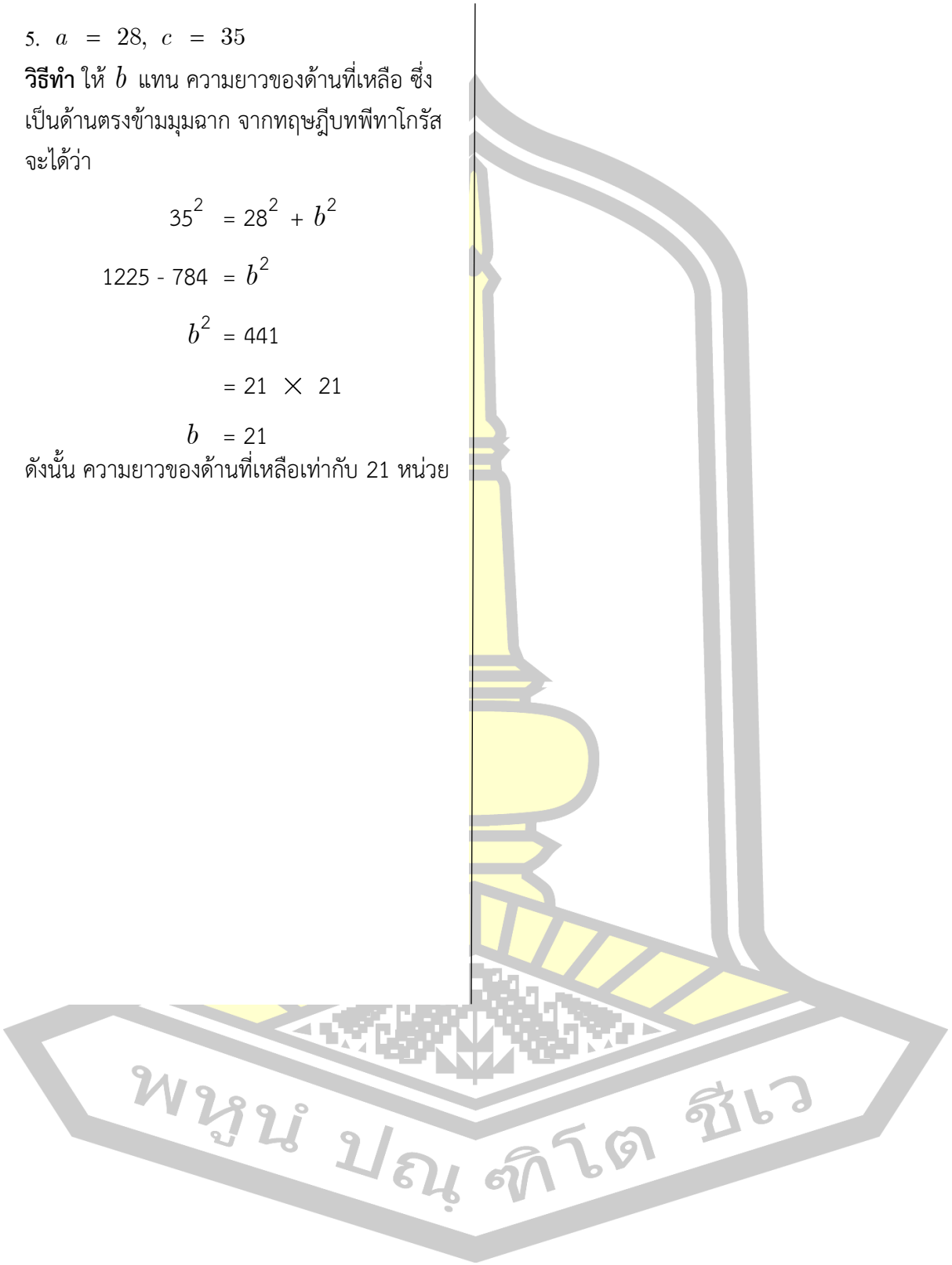
$$1225 - 784 = b^2$$

$$b^2 = 441$$

$$= 21 \times 21$$

$$b = 21$$

ดังนั้น ความยาวของด้านที่เหลือเท่ากับ 21 หน่วย



ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

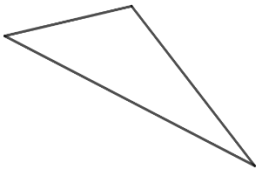
แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

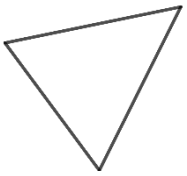
โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม
อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย ✖ ลงในกระดาษคำตอบ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

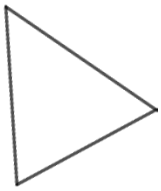
1. ข้อใดคือลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

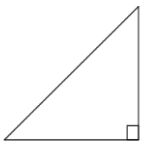
ก. ข.





ค. ง.





2. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ก. ด้านตรงข้ามมุมฉากยาวที่สุด

ข. ด้านประกอบมุมฉากยาวที่สุด

ค. ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก จะยาวกว่าความยาวของด้านประกอบมุม ฉากด้านใดด้านหนึ่งเสมอ

ง. กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

3. สามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีด้านประกอบมุมฉากยาว24 และ 32 นิ้ว แล้วความยาวด้านตรงข้ามมุมฉากยาวกี่นิ้ว

ก. 25 ข. 30

ค. 32 ง. 40

4. ถ้าด้านประกอบมุมฉากยาว x และ y หน่วย และด้านตรงข้ามมุมฉากยาว k หน่วย ข้อใดเขียนความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้อง

ก. $x^2 - y^2 = k^2$ ข. $x^2 + k^2 = y^2$

ค. $k^2 - x^2 = y^2$ ง. $x^2 + y^2 + k^2 = 0$

5. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 25 หน่วย ด้านประกอบมุมฉากด้านหนึ่งยาว 7 หน่วย ด้านประกอบมุมฉากที่เหลือยาวกี่หน่วย

ก. 13 หน่วย ข. 15 หน่วย

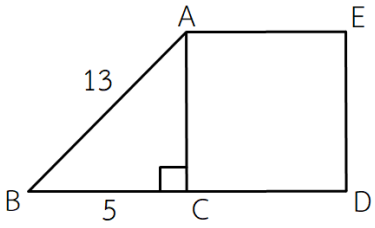
ค. 17 หน่วย ง. 24 หน่วย

6. สามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีด้านประกอบมุมฉากยาว 6 และ 8 หน่วย ตามลำดับ ถ้าต้องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากอยากทราบว่า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังกล่าวมีพื้นที่เท่าใด

ก. 96 หน่วย ข. 100 หน่วย

ค. 125 หน่วย ง. 130 หน่วย

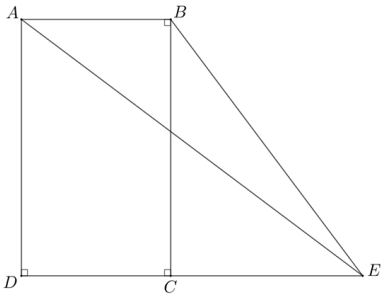
7. จากรูป ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยที่ AB = 13 หน่วย, BC = 5 หน่วย และ ACDE เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส พื้นที่ของ □ABCD เท่ากับกี่ตารางหน่วย



ก. 100 ตารางหน่วย ข. 120 ตารางหน่วย

ค. 144 ตารางหน่วย ง. 169 ตารางหน่วย

8. จากรูป $AE = 20$ นิ้ว $BE = 15$ นิ้ว $CE = 9$ นิ้ว พื้นที่ของ $\square ABCD$ เท่ากับเท่าไร



ก. 60 ตารางนิ้ว ข. 72 ตารางนิ้ว

ค. 84 ตารางนิ้ว ง. 96 ตารางนิ้ว

9. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 25 เซนติเมตร ด้านประกอบมุมฉากด้านหนึ่งยาว 15 เซนติเมตร จะมีความยาวรอบรูปกี่เซนติเมตร

ก. 40 ข. 50

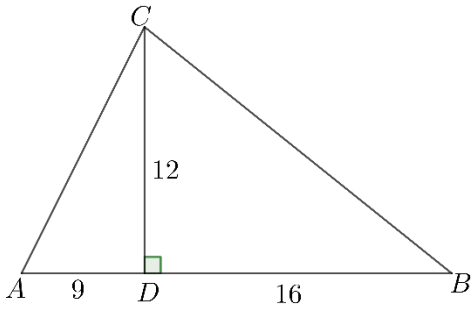
ค. 60 ง. 70

10. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 25 หน่วย ด้านประกอบมุมฉากด้านหนึ่งยาว 7 หน่วย ด้านประกอบมุมฉากที่เหลือยาวกี่หน่วย

ก. 13 หน่วย ข. 15 หน่วย

ค. 17 หน่วย ง. 24 หน่วย

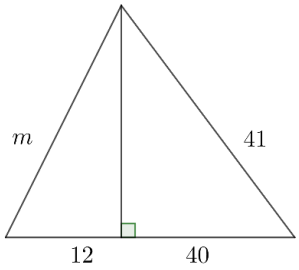
11. จากรูป จงหาความยาวรอบรูป ΔABC



ก. 50 หน่วย ข. 60 หน่วย

ค. 70 หน่วย ง. 80 หน่วย

12. จากรูป จงหาความยาวของ m



ก. 15 หน่วย ข. 16 หน่วย

ค. 17 หน่วย ง. 18 หน่วย

13. กำหนดให้สามเหลี่ยมรูปหนึ่งมีความยาวของด้านเป็น 12 และ 13 เซนติเมตร อยากทราบว่าความยาวของด้านที่เหลือจะเป็นเท่าใดที่จะทำให้สามเหลี่ยมรูปนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ก. 5 เซนติเมตร ข. 15 เซนติเมตร

ค. 10 เซนติเมตร ง. 20 เซนติเมตร

14. กำหนดความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม ข้อใด **ไม่เป็น** รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ก. 5 , 12 , 13 ข. 9 , 22 , 25

ค. 7 , 24 , 25 ง. 10 , 24 , 26

15. กำหนดความยาวด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม ให้จงตรวจสอบว่าสามเหลี่ยมใด**ไม่ใช่**รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ก. 21 , 28 , 35 ข. 18 , 24 , 36

ค. 18 , 24 , 30 ง. 2.5 , 2.4 , 0.7

16. กำหนดรูปสามเหลี่ยม 3 รูปซึ่งมีความยาวของด้านทั้งสาม เป็นดังนี้

รูปที่ 1 : 26, 25, 24

รูปที่ 2 : 9, 12, 15

รูปที่ 3 : 45, 27, 36

รูปสามเหลี่ยมรูปใดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ก. รูปที่ 1 และ รูปที่ 2 ข. รูปที่ 1 และ รูปที่ 3

ค. รูปที่ 2 และ รูปที่ 3 ง. ทั้ง 3 รูป

17. ถ้าต้องการซื้อเชือกสำหรับใช้เชิญธงชาติ ซึ่งเสาธงสูง 12 เมตร และจุดที่ยืนเชิญธงชาติห่างจากโคนเสาธง 9 เมตร จะต้องซื้อเชือกยาวอย่างน้อยกี่เมตร

ก. 20 เมตร ข. 25 เมตร

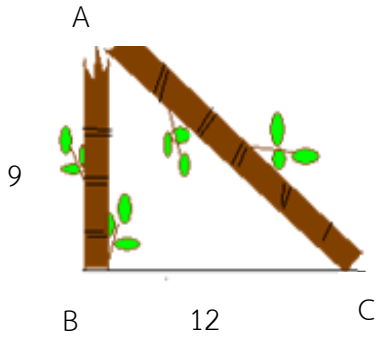
ค. 30 เมตร ง. 35 เมตร

18. ต้นไม้ต้นหนึ่งมีลวดผูกที่จุดซึ่งห่างจากยอด 3 ฟุตและดึงมาผูกที่หลัก ซึ่งห่างจากโคนต้นไม้ 15 ฟุตถ้าลวดยาว 25 ฟุต แล้วต้นไม้นี้สูงกี่ฟุต

ก. 21 ข. 22

ค. 23 ง. 25

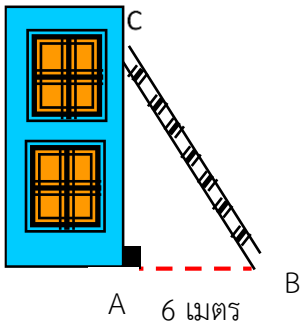
19. ต้นไม้ต้นหนึ่ง ถูกลมพายุพัดจนหักลงบนพื้นดิน ถ้ายอดไม้ที่หักลงมาอยู่บนพื้นดินห่างจากโคนต้นไม้ 12 เมตร และระยะจากโคนต้นไม้ถึงรอยหักบนลำต้นสูง 9 เมตร อยากทราบว่าต้นไม้นี้สูงกี่เมตร



ก. 24 ข. 20

ค. 18 ง. 15

20. บันไดยาว 10 เมตร วางพาดกำแพงตึกโดยห่างจากกำแพง 6 เมตร กำแพงจะสูงกี่เมตร



ก. 6 เมตร ข. 8 เมตร

ค. 10 เมตร ง. 12 เมตร

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อที่ 1	ค	ข้อที่ 11	ข
ข้อที่ 2	ข	ข้อที่ 12	ก
ข้อที่ 3	ง	ข้อที่ 13	ก
ข้อที่ 4	ค	ข้อที่ 14	ค
ข้อที่ 5	ง	ข้อที่ 15	ข
ข้อที่ 6	ข	ข้อที่ 16	ค
ข้อที่ 7	ค	ข้อที่ 17	ค
ข้อที่ 8	ค	ข้อที่ 18	ค
ข้อที่ 9	ค	ข้อที่ 19	ก
ข้อที่ 10	ง	ข้อที่ 20	ข

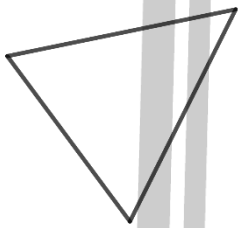
พหุ ปณ ฑิโต ชีเว

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

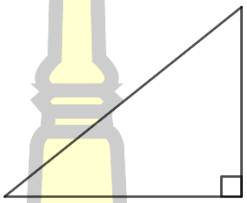
<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนแสดงวิธีการได้มาของคำตอบ โดยแสดงแนวคิด ขั้นตอนการแสดงวิธีทำ ประกอบการเขียนอธิบายแนวคิดความเข้าใจอย่างละเอียด ซึ่งอาจใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งในรูปของสมการ สัญลักษณ์ หรือภาพ และมีการสรุปคำตอบที่ได้ให้ครบถ้วน

---

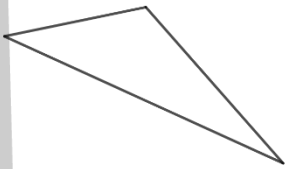
1. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ รูปใดเป็นลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เพราะเหตุใด จงอธิบาย



(รูป ก)



(รูป ข)



(รูป ค)

.....

.....

.....

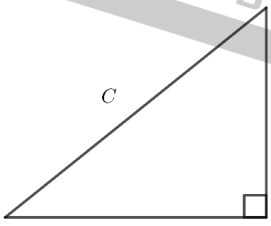
.....

.....

.....

.....

2. กำหนดความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากให้ ดังรูป ให้นักเรียนวัดความยาวของด้านที่เหลือ พร้อมตอบว่าด้านที่เหลือ เรียกว่าด้านอะไร แล้วนำความยาวของแต่ละด้านมายกกำลังสองเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก



.....

.....

.....

.....

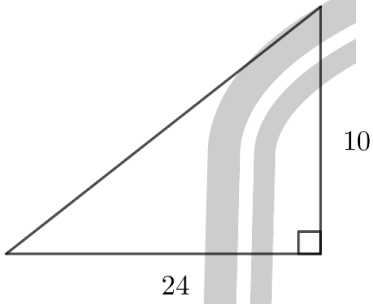
.....

.....

.....

.....

3. จากรูปที่กำหนดให้ สามารถหาความยาวของด้านที่เหลือ ได้หรือไม่ จงอธิบาย



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ถ้ากำหนดความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับ 7, 9 และ 11 ตามลำดับ สามเหลี่ยมรูปนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่ จงอธิบาย

.....

.....

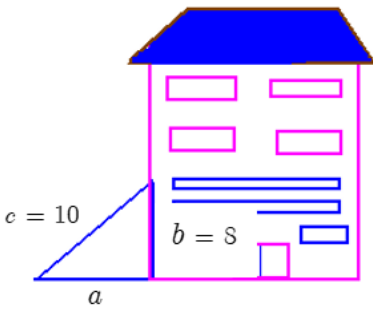
.....

.....

.....

.....

5. ชายคนหนึ่งต้องการตรวจสอบว่า ผนังของบ้านตั้งฉากกับพื้นดินหรือไม่ เขาจึงทำเครื่องหมายไว้ที่ผนังสูงจากพื้นขึ้นไป 8 ฟุต ผูกเชือกยาว 10 ฟุตกับจุดที่ทำเครื่องหมายไว้ ปลายเชือกข้างหนึ่งผูกไว้ที่หลักซึ่งปักอยู่บนพื้นดิน ระยะห่างระหว่างหลักกับบ้านควรเป็นเท่าใด จึงจะบอกได้ว่าผนังตั้งฉากกับพื้นดิน



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

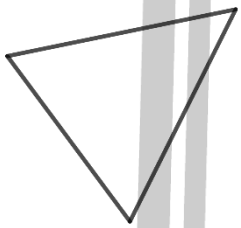
.....

เฉลยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

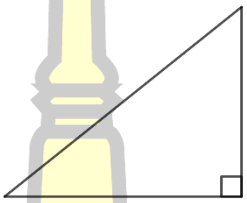
<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนแสดงวิธีการได้มาของคำตอบ โดยแสดงแนวคิด ขั้นตอนการแสดงวิธีทำ ประกอบการเขียนอธิบายแนวคิดความเข้าใจอย่างละเอียด ซึ่งอาจใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งในรูปของสมการ สัญลักษณ์ หรือภาพ และมีการสรุปคำตอบที่ได้ให้ครบถ้วน

---

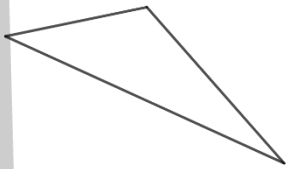
1. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ รูปใดเป็นลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เพราะเหตุใด จงอธิบาย



(รูป ก)



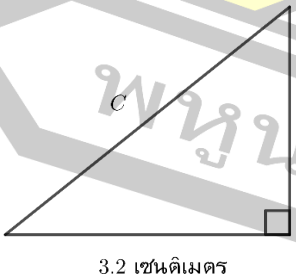
(รูป ข)



(รูป ค)

(แนวคำตอบ) รูป ข เพราะ ลักษณะของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก คือ รูปสามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉาก

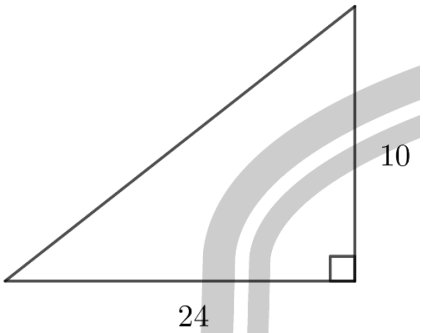
2. กำหนดความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากให้ ดังรูป ให้นักเรียนวัดความยาวของด้านที่เหลือ พร้อมตอบว่าด้านที่เหลือ เรียกว่าด้านอะไร แล้วนำความยาวของแต่ละด้านมายกกำลังสองเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก



(แนวคำตอบ) จากรูปที่กำหนดให้ ด้าน c ยาว 4 ซม. คือด้านที่ยาวที่สุด เรียกว่า ด้านตรงข้ามมุมฉาก เขียนแสดงความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ดังนี้

$$c^2 = 3.2^2 + 2.4^2$$
$$4^2 = 10.24 + 5.76$$
$$4^2 = 16$$
$$16 = 16$$

3. จากรูปที่กำหนดให้ สามารถหาความยาวของด้านที่เหลือ ได้หรือไม่ จงอธิบาย



(แนวคำตอบ) จากรูปที่กำหนดให้ เราสามารถหาความยาวของด้านสี่เหลือได้ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยให้ด้านที่ต้องการหาความยาว x หน่วย จะได้ความยาวของ x

$$\begin{aligned} \text{จาก } x^2 &= 24^2 + 10^2 \\ x^2 &= 576 + 100 \\ x^2 &= 676 \\ x^2 &= 26 \times 26 \\ \therefore \ x &= 26 \end{aligned}$$

ดังนั้น ด้านที่เหลือยาว 26 หน่วย นั่นคือ จากความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาวสองด้านให้ สามารถหาความยาวของอีกหนึ่งด้านที่เหลือได้ แสดงว่า สามเหลี่ยม นั้นเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

4. ถ้ากำหนดความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับ 7, 9 และ 11 ตามลำดับ สามเหลี่ยมรูปนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่ จงอธิบาย

(แนวคำตอบ) จากความสัมพันธ์ “สำหรับรูปสามเหลี่ยมใด ๆ ถ้ากำลังสองของความยาวของด้านหนึ่งเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านอีกสองด้านแล้วรูปสามเหลี่ยมรูปนั้นเป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก”

จากความยาวด้านที่โจทย์กำหนดให้จะทราบว่าด้านที่ยาวที่สุด ยาว 11 หน่วย และจะได้ว่า

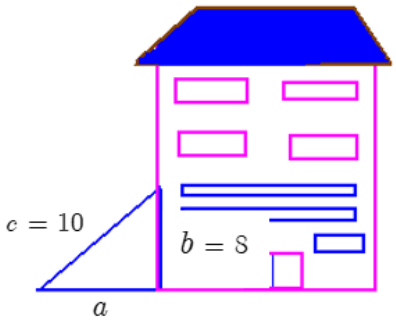
กำลังสองของด้านที่ยาวที่สุด คือ $11^2 = 121$

ผลบวกของกำลังสองของความยาวของสองด้านที่เหลือคือ $7^2 + 8^2 = 130$

ซึ่งจะเห็นว่า กำลังสองของด้านที่ยาวที่สุด ไม่เท่ากับ ผลบวกของกำลังสองของสองด้านที่เหลือ

ดังนั้น โดยบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่า สามเหลี่ยมรูปนี้ไม่ใช่รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

5. ชายคนหนึ่งต้องการตรวจสอบว่า ผนังของบ้านตั้งฉากกับพื้นดินหรือไม่ เขาจึงทำเครื่องหมายไว้ที่ผนังสูงจากพื้นขึ้นไป 8 ฟุต ผูกเชือกยาว 10 ฟุตกับจุดที่ทำเครื่องหมายไว้ ปลายเชือกข้างหนึ่งผูกไว้ที่หลักซึ่งปักอยู่บนพื้นดิน ระยะห่างระหว่างหลักกับบ้านควรเป็นเท่าใด จึงจะบอกได้ว่าผนังตั้งฉากกับพื้นดิน



(แนวคำตอบ) จากโจทย์ทราบว่าจุดที่ชายคนนี้ทำเครื่องหมายไว้สูงจากพื้น 8 ฟุต และความยาวของเชือกจากจุดที่ทำเครื่องหมายถึงหลักยาว 10 ฟุต หาระยะห่างระหว่างหลักถึงผนังบ้าน

จาก ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ จะได้

$$\begin{aligned} 10^2 &= 8^2 + a^2 \\ 100 &= 64 + a^2 \\ a^2 &= 100 - 64 \\ a^2 &= 36 \\ a &= 6 \end{aligned}$$

นั่นคือ ระยะห่างระหว่างหลักกับผนังบ้านควรยาว 6 ฟุต จึงจะทำให้ผนังบ้านตั้งฉากกับพื้นดิน

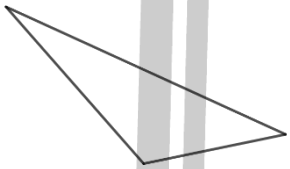
พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

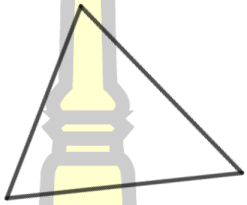
<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนแสดงวิธีการได้มาของคำตอบ โดยแสดงแนวคิด ขั้นตอนการแสดงวิธีทำ ประกอบการเขียนอธิบายเหตุผลอย่างละเอียด ซึ่งอาจใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งในรูปของสมการ สัญลักษณ์ หรือภาพ และมีการสรุปคำตอบที่ได้ให้ครบถ้วน

---

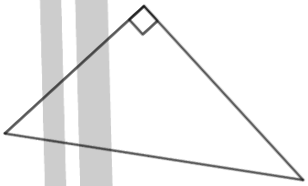
1. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ รูปใดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เพราะเหตุใดให้เหตุผลประกอบ



(รูป ก)



(รูป ข)



(รูป ค)

.....

.....

.....

.....

.....

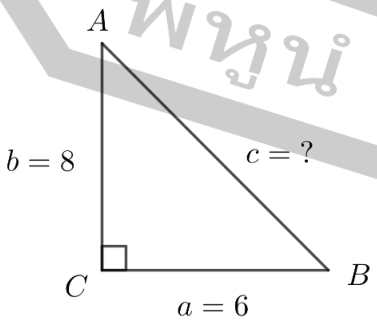
.....

.....

.....

.....

2. จากรูป เมื่อกำหนดความยาวของด้านประกอบมุมฉากให้ สามารถหาความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากได้หรือไม่ เพราะเหตุใด



.....

.....

.....

.....

.....

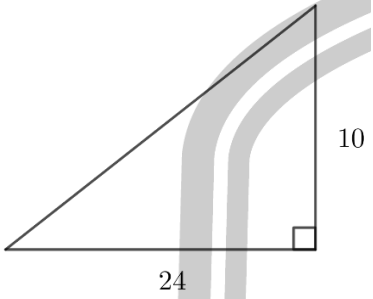
.....

.....

.....

.....

3. จากรูป เมื่อกำหนดความยาวของด้านให้สองด้าน สามารถหาความยาวของด้านที่เหลือได้หรือไม่ เพราะเหตุใด



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. กำหนดความยาวของรูปสามเหลี่ยมให้ดังนี้ $a = 6$, $b = 12$, $c = 13$ สามเหลี่ยมรูปนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงเขียนอธิบายกระบวนการหาคำตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ

สถานการณ์ : หลงทางกลางทะเลทราย

ชายสองคนหลงทางอยู่กลางทะเลทราย หลังจากถกเถียงกันว่าจะเดินทางต่อไปในทิศใด ทั้งสองตกลงกันไม่ได้ คนแรกจึงตัดสินใจเดินไปในทางทิศที่คิดว่าเป็นทิศเหนือด้วยอัตราเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คนที่สองเดินไปทางทิศที่คิดว่าเป็นทิศตะวันออกด้วยอัตราเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หลังจากชายคนแรกเดินไปได้ 2 ชั่วโมง และชายคนที่สองเดินไปได้ 1 ชั่วโมง ปรากฏว่าทั้งสองคนอยู่ห่างกัน 5 กิโลเมตร ชายทั้งสองคนออกเดินทางในทิศที่ตั้งฉากซึ่งกันและกันหรือไม่ อธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

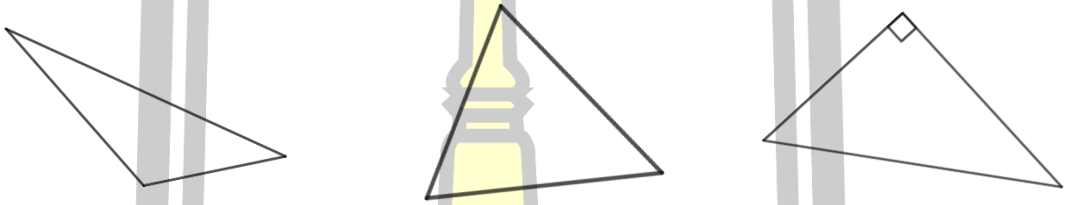
พหุน ปณฺ ฑิ โต ชีเว

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนแสดงวิธีการได้มาของคำตอบ โดยแสดงแนวคิด ขั้นตอนการแสดงวิธีทำ ประกอบการเขียนอธิบายเหตุผลอย่างละเอียด ซึ่งอาจใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งในรูปของสมการ สัญลักษณ์ หรือภาพ และมีการสรุปคำตอบที่ได้ให้ครบถ้วน

---

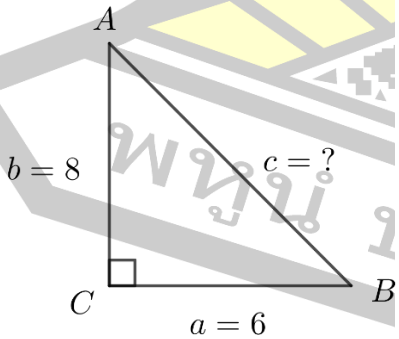
1. รูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ รูปใดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เพราะเหตุใดให้เหตุผลประกอบ



(รูป ก) (รูป ข) (รูป ค)

(แนวคำตอบ) รูป ค เหตุผลเพราะ รูป ค มีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉาก ซึ่งสอดคล้องกับนิยามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่ว่า “รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก คือ รูปสามเหลี่ยมที่มีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉาก”

2. จากรูป เมื่อกำหนดความยาวของด้านประกอบมุมฉากให้ สามารถหาความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากได้หรือไม่ เพราะเหตุใด



(แนวคำตอบ) ได้ เนื่องจากความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก สามารถหาความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

ได้ว่า $c^2 = a^2 + b^2$

$c^2 = 6^2 + 8^2$

$c^2 = 36 + 64$

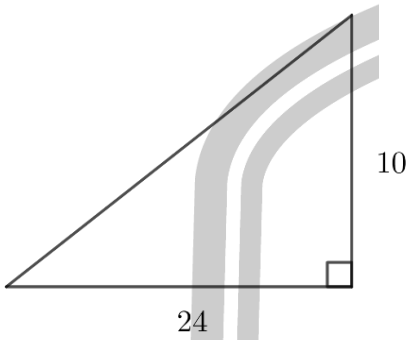
$c^2 = 100$

$c^2 = 10 \times 10$

$c = 10$

ดังนั้น เมื่อทราบความยาวของด้านประกอบมุมฉากทั้งสองด้าน เราจะสามารถหาความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากได้

3. จากรูป เมื่อกำหนดความยาวของด้านให้สองด้าน สามารถหาความยาวของด้านที่เหลือได้หรือไม่ เพราะเหตุใด



(แนวคำตอบ) สมมุติให้ด้านตรงข้ามมุมฉากยาว c หน่วย จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จะได้ว่า $c^2 = a^2 + b^2$

$$c^2 = 10^2 + 24^2$$
$$c^2 = 100 + 576$$
$$c^2 = 676$$
$$c^2 = 26 \times 26$$
$$c = 26$$

เนื่องจาก ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่าความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับ 26 หน่วย

4. กำหนดความยาวของรูปสามเหลี่ยมให้ดังนี้ $a = 6$, $b = 12$, $c = 13$ สามเหลี่ยมรูปนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่ เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ) จากโจทย์กำหนดให้

จะได้ $a^2 = 36$, $b^2 = 144$, $c^2 = 169$

จะได้ว่า $a^2 + b^2 = 36 + 144$

$= 180$

แต่ $c^2 = 169$

นั่นคือ $a^2 + b^2 \neq c^2$

ดังนั้น สามเหลี่ยมรูปนี้ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เนื่องจากไม่เป็นไปตามบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

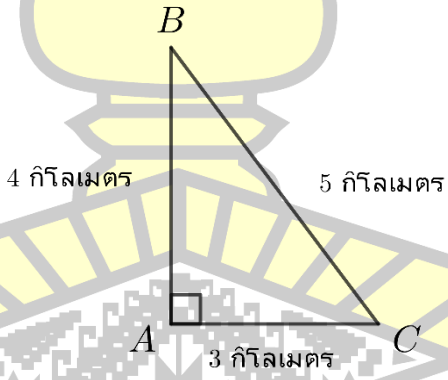
พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

5. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงเขียนอธิบายกระบวนการหาคำตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ

สถานการณ์ : หลงทางกลางทะเลทราย

ชายสองคนหลงทางอยู่กลางทะเลทราย หลังจากถกเถียงกันว่าจะเดินทางต่อไปในทิศใด ทั้งสองตกลงกันไม่ได้ คนแรกจึงตัดสินใจเดินไปในทางทิศที่คิดว่าเป็นทิศเหนือด้วยอัตราเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คนที่สองเดินไปทางทิศที่คิดว่าเป็นทิศตะวันออกด้วยอัตราเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หลังจากชายคนแรกเดินไปได้ 2 ชั่วโมง และชายคนที่สองเดินไปได้ 1 ชั่วโมง ปรากฏว่าทั้งสองคนอยู่ห่างกัน 5 กิโลเมตร ชายทั้งสองคนออกเดินทางในทิศที่ตั้งฉากซึ่งกันและกันหรือไม่ อธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ

(แนวคำตอบ) ชายทั้งสองคนออกเดินทางในทิศที่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน



ให้จุด A แทนจุดเริ่มต้นของชายทั้งสองคน

AB แทนระยะทางที่ชายคนแรกเดินไปทางทิศที่คิดว่าเป็นทิศเหนือด้วยอัตราเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเป็นเวลา 2 ชั่วโมงจะได้ AB = 4 กิโลเมตร

AC แทนระยะทางที่ชายคนคนที่สองเดินไปทางทิศที่คิดว่าเป็นทิศตะวันออกด้วยอัตราเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะได้ AC = 3 กิโลเมตร และ BC แทนระยะทางที่ชายทั้งสองอยู่ห่างกันจะได้ BC = 5 กิโลเมตร

เนื่องจาก $AB^2 = 4^2$

$= 16$

$AC^2 = 3^2$

$= 9$

$BC^2 = 5^2$

$= 25$

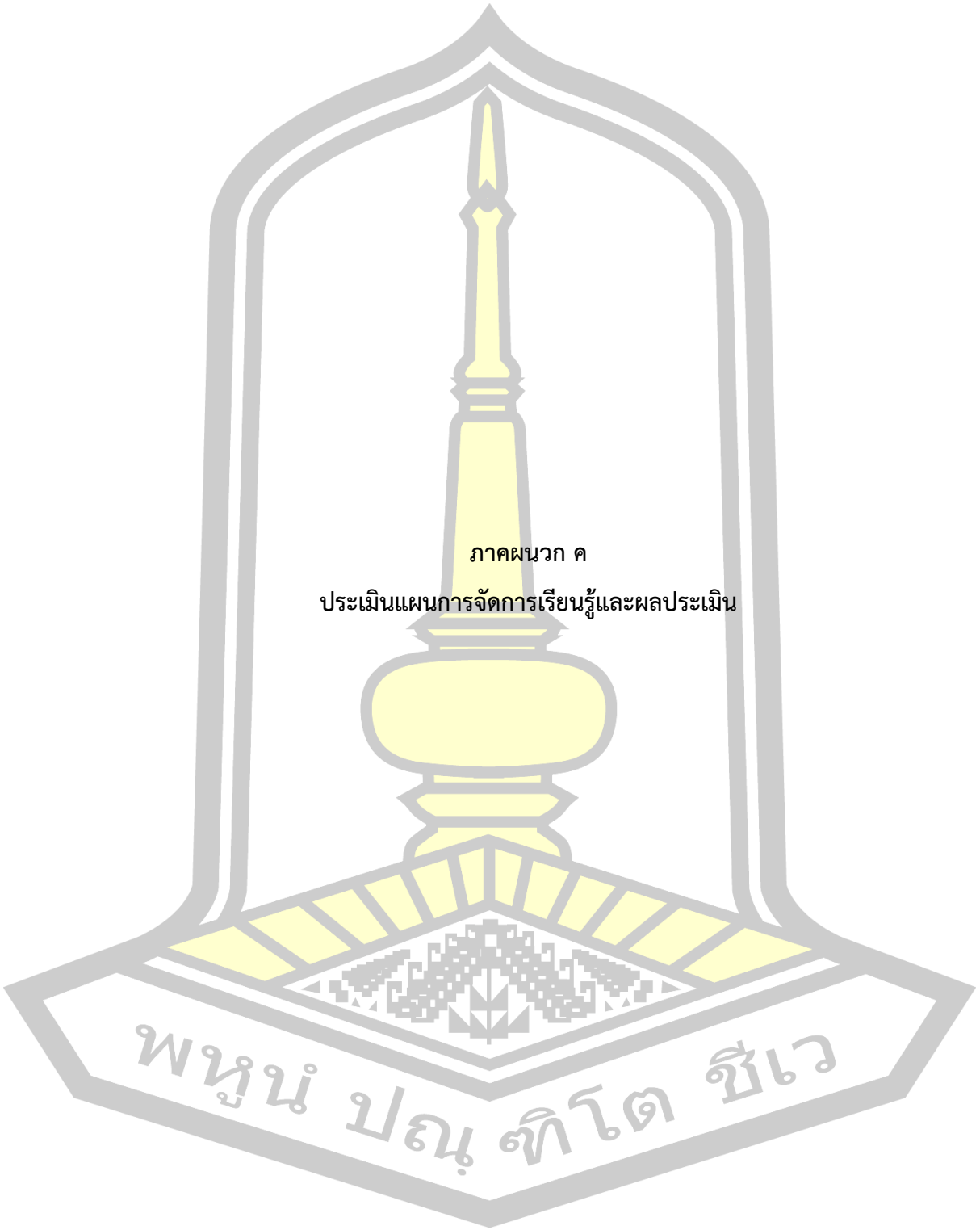
และ $25 = 16 + 9$

จะได้ $BC^2 = AB^2 + AC^2$ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขในบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ดังนั้น ΔABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

นั่นคือ ชายทั้งสองคนออกเดินทางในทิศที่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ค

ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้และผลประเมิน

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจงโปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความเห็นของท่าน ซึ่งมีระดับ 5 ระดับ คือ

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

กำหนดเกณฑ์การตัดสินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ตามเกณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
4.50 - 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.50 - 4.49	เหมาะสมมาก
2.50 - 3.49	เหมาะสมปานกลาง
1.50 - 3.49	เหมาะสมน้อย
1.00 - 1.49	เหมาะสมน้อยที่สุด

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. สาระสำคัญ 1.1 การแสดงความคิดรวบยอดเนื้อหาหรือแก่นของเรื่อง 1.2 ความสอดคล้องความสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 ความสอดคล้องกับเนื้อหาและสาระสำคัญ 2.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย 2.3 การระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ประเมินได้สาระการเรียนรู้					
3. สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ 3.3 ภาษามีความชัดเจนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
4.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4.1 ความสอดคล้องกับสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ 4.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก 4.3 ความเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน 4.4 ความน่าสนใจและอยากร่วมกิจกรรม 4.5 ความเหมาะสมกับเวลาเรียนสอน 4.6 เสริมสร้างให้นักเรียนเกิดทักษะและความรู้					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
5. สื่อการเรียนการสอน 5.1 ความเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน 5.2 ความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน 5.3 ความเหมาะสมกับเนื้อหานำไปใช้ง่าย 5.4 สื่อทำให้ประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม 5.5 ความแปลกใหม่ น่าสนใจ					
6. การวัดผลประเมินผล 6.1 วิธีวัดเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 6.2 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา 6.3 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการเรียนรู้ในกิจกรรม 6.4 วิธีวัดและเครื่องมือวัดเอื้อต่อการได้สารสนเทศสำหรับพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล					

<u>ความคิดเห็นเพิ่มเติม</u>

.....

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ)..... ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

พหุน ปณ ฑิ โต ชีเว

ตารางที่ 19 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจำนวน 18 แผน จากผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{X}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1. สาระสำคัญ						
1.1 การแสดงความคิดรวบยอดเนื้อหาหรือแก่นของเรื่อง	5.00	4.94	4.72	4.88	5.00	4.91
1.2 ความสอดคล้องความสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	4.83	5.00	4.77	4.88	4.90
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 ความสอดคล้องกับเนื้อหาและสาระสำคัญ	5.00	5.00	4.66	4.94	4.83	4.89
2.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5.00	4.94	4.94	5.00	5.00	4.98
2.3 การระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ประเมินได้สาระการเรียนรู้	5.00	4.94	4.72	4.83	4.77	4.85
3. สาระการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	4.72	4.83	5.00	4.91
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	5.00	4.72	4.83	4.94	5.00	4.90
3.3 ภาษามีความชัดเจนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	4.83	5.00	4.66	5.00	4.90
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
4.1 ความสอดคล้องกับสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	4.94	4.83	4.94	5.00	4.94
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก	5.00	4.83	4.72	4.88	5.00	4.89
4.3 ความเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน	5.00	4.55	4.94	4.77	5.00	4.85
4.4 ความน่าสนใจและอยากร่วมกิจกรรม	5.00	4.72	4.55	4.44	5.00	4.74
4.5 ความเหมาะสมกับเวลาเรียนสอน	5.00	4.66	4.55	4.55	4.72	4.70
4.6 เสริมสร้างให้นักเรียนเกิดทักษะและความรู้	5.00	4.66	4.72	5.00	5.00	4.88

ตารางที่ 19 (ต่อ)

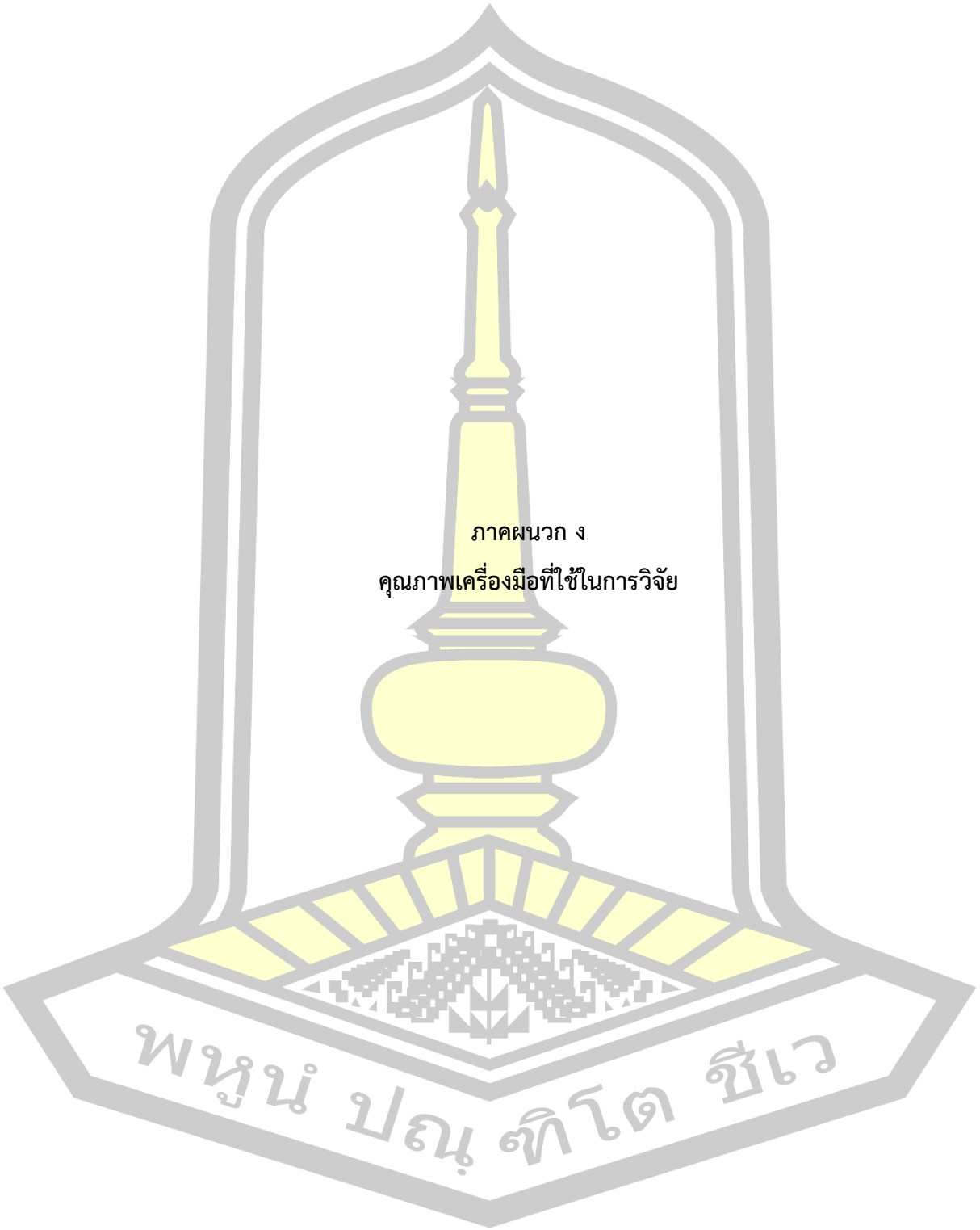
รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจำนวน 18 แผน จากผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{X}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
5. สื่อการเรียนการสอน						
5.1 ความเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5.00	4.94	4.88	5.00	4.77	4.92
5.2 ความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	5.00	4.77	4.72	4.88	4.83	4.84
5.3 ความเหมาะสมกับเนื้อหานำไปใช้ง่าย	5.00	5.00	4.94	4.88	5.00	4.96
5.4 สื่อทำให้ประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม	5.00	4.44	4.72	4.94	4.72	4.76
5.5 ความแปลกใหม่ น่าสนใจ	5.00	4.72	4.88	4.94	4.72	4.85
6. การวัดผลประเมินผล						
6.1 วิธีวัดเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	4.94	4.94	4.94	5.00	4.96
6.2 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	5.00	4.66	5.00	5.00	5.00	4.93
6.3 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการเรียนรู้ในกิจกรรม	5.00	5.00	4.94	4.94	4.94	4.96
6.4 วิธีวัดและเครื่องมือวัดเอื้อต่อการได้สารสนเทศสำหรับพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล	5.00	4.94	4.66	4.94	5.00	4.91
เฉลี่ยรวม	5.00	4.82	4.81	4.86	4.92	4.88
S.D.	0.00	0.16	0.14	0.14	0.11	0.07

ตารางที่ 20 สรุปผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย	
	ค่าเฉลี่ย	ความเหมาะสม
1. สาระสำคัญ		
1.1 การแสดงความคิดรวบยอดเนื้อหาหรือแก่นของเรื่อง	4.91	มากที่สุด
1.2 ความสอดคล้องความสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.90	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้		
2.1 ความสอดคล้องกับเนื้อหาและสาระสำคัญ	4.89	มากที่สุด
2.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.98	มากที่สุด
2.3 การระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ประเมินได้สาระการเรียนรู้	4.85	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้		
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.91	มากที่สุด
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.90	มากที่สุด
3.3 ภาษามีความชัดเจนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.90	มากที่สุด
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้		
4.1 ความสอดคล้องกับสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้	4.94	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก	4.89	มากที่สุด
4.3 ความเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน	4.85	มากที่สุด
4.4 ความน่าสนใจและอยากร่วมกิจกรรม	4.74	มากที่สุด
4.5 ความเหมาะสมกับเวลาเรียนสอน	4.70	มากที่สุด
4.6 การเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดทักษะและเกิดความรู้	4.88	มากที่สุด

ตารางที่ 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย	
	ค่าเฉลี่ย	ความเหมาะสม
5. สื่อการเรียนการสอน		
5.1 ความเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	4.92	มากที่สุด
5.2 ความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	4.84	มากที่สุด
5.3 ความเหมาะสมกับเนื้อหานำไปใช้ง่าย	4.96	มากที่สุด
5.4 สื่อทำให้ประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม	4.76	มากที่สุด
5.5 ความแปลกใหม่ น่าสนใจ	4.85	มากที่สุด
6. การวัดผลประเมินผล		
6.1 วิธีวัดเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.96	มากที่สุด
6.2 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	4.93	มากที่สุด
6.3 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการเรียนรู้ในกิจกรรม	4.96	มากที่สุด
6.4 วิธีวัดและเครื่องมือวัดเอื้อต่อการได้สารสนเทศสำหรับพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล	4.91	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.88	มากที่สุด



ภาคผนวก ง

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผลการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	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	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	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	0	+1	+1	4	0.80	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

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
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

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 22 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล
1	0.625	0.550	ใช้ได้
2	0.650	0.100	ใช้ไม่ได้**
3	0.500	0.600	ใช้ได้
4	0.475	0.250	ใช้ได้**
5	0.550	0.500	ใช้ได้
6	0.425	0.150	ใช้ไม่ได้**
7	0.600	0.300	ใช้ได้
8	0.525	0.350	ใช้ได้
9	0.550	0.300	ใช้ได้
10	0.550	0.300	ใช้ได้
11	0.600	0.300	ใช้ได้
12	0.450	0.200	ใช้ได้**
13	0.400	0.200	ใช้ได้**
14	0.600	0.100	ใช้ไม่ได้**
15	0.525	0.450	ใช้ได้
16	0.450	0.600	ใช้ได้
17	0.500	0.200	ใช้ได้**
18	0.450	0.200	ใช้ได้**
19	0.525	0.750	ใช้ได้
20	0.600	0.200	ใช้ได้**
21	0.450	0.600	ใช้ได้
22	0.450	0.500	ใช้ได้
23	0.575	-0.150	ใช้ไม่ได้**
24	0.525	0.650	ใช้ได้
25	0.300	0.200	ใช้ได้**

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ข้อ	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล
26	0.500	0.200	ใช้ได้**
27	0.550	0.600	ใช้ได้
28	0.400	0.600	ใช้ได้
29	0.575	0.150	ใช้ไม่ได้**
30	0.400	0.300	ใช้ได้**
31	0.450	0.800	ใช้ได้
32	0.450	0.600	ใช้ได้
33	0.500	0.400	ใช้ได้
34	0.525	0.250	ใช้ได้
35	0.375	0.150	ใช้ไม่ได้**
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ 0.928			

** หมายถึง ข้อที่เลือกตัดออก

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 24 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล
1	0.600	0.600	ใช้ได้
2	0.500	0.600	ใช้ได้**
3	0.550	0.600	ใช้ได้
4	0.550	0.400	ใช้ได้**
5	0.500	0.400	ใช้ได้**
6	0.425	0.650	ใช้ได้
7	0.350	0.400	ใช้ได้**
8	0.475	0.550	ใช้ได้
9	0.450	0.700	ใช้ได้
10	0.550	0.500	ใช้ได้**
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (α) เท่ากับ 0.832			

**หมายถึง ข้อที่เลือกตัดออก

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

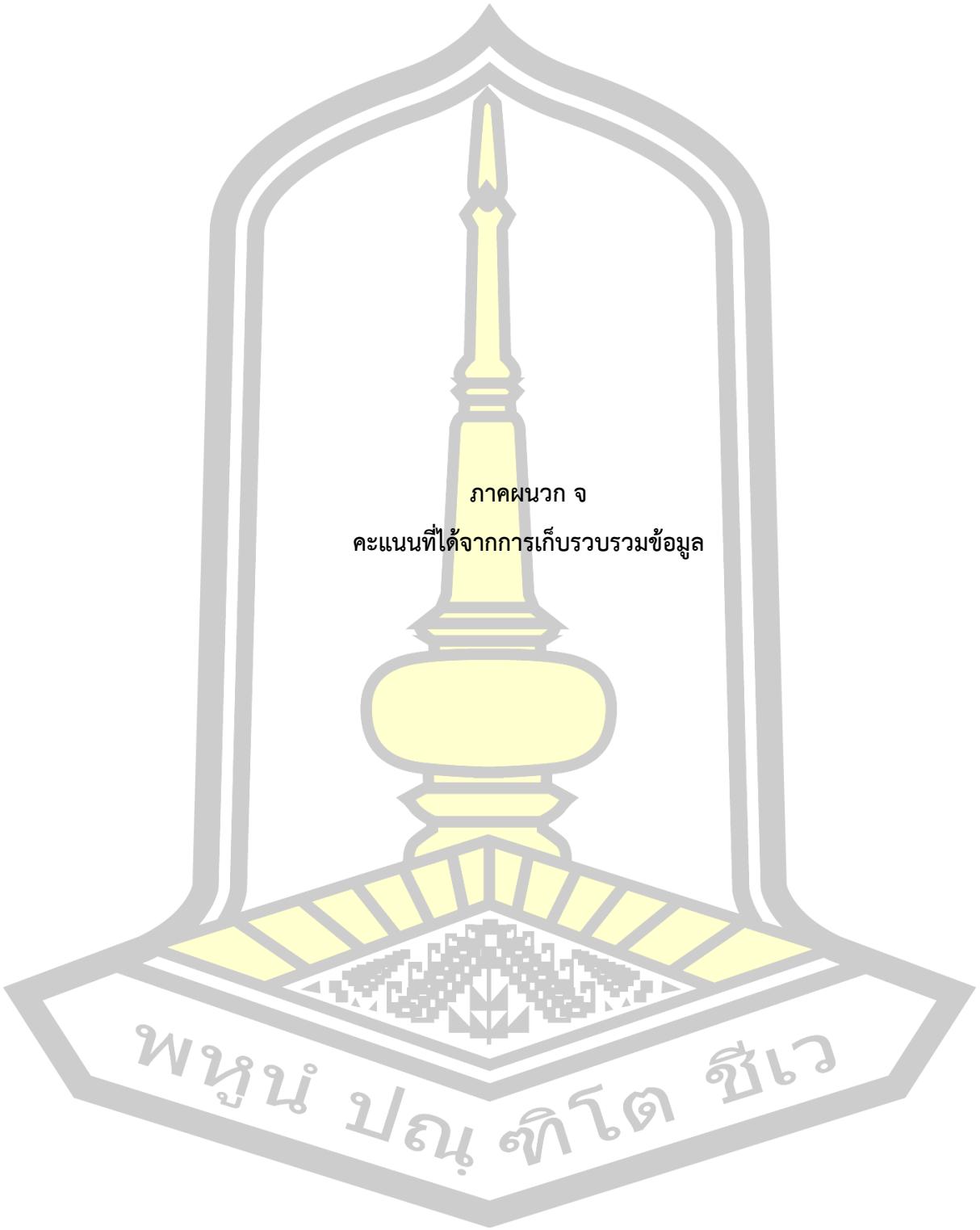
พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 26 ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	แปลผล
1	0.525	0.450	ใช้ได้
2	0.500	0.600	ใช้ได้**
3	0.350	0.500	ใช้ได้
4	0.525	0.650	ใช้ได้**
5	0.475	0.750	ใช้ได้**
6	0.450	0.500	ใช้ได้
7	0.500	0.500	ใช้ได้**
8	0.400	0.500	ใช้ได้
9	0.600	0.600	ใช้ได้**
10	0.500	0.700	ใช้ได้
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (α) เท่ากับ 0.844			

**หมายถึง ข้อที่เลือกตัดออก

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก จ

คะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 27 คะแนนด้านความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

เลขที่	คะแนนด้านความรู้																		**รวม** (183)
	แผน 1 (8)	แผน 2 (8)	แผน 3 (14)	แผน 4 (10)	แผน 5 (10)	แผน 6 (10)	แผน 7 (10)	แผน 8 (10)	แผน 9 (6)	แผน 10 (15)	แผน 11 (10)	แผน 12 (10)	แผน 13 (10)	แผน 14 (10)	แผน 15 (10)	แผน 16 (12)	แผน 17 (10)	แผน 18 (10)	
1	7	7	13	7	7	6	9	6	6	14	7	8	7	8	8	4	8	9	141
2	6	8	12	6	7	7	8	8	4	12	6	8	7	7	9	5	7	7	134
3	7	6	14	6	9	8	9	8	5	11	7	8	6	7	8	6	9	9	143
4	6	8	13	7	7	6	7	6	6	15	8	7	9	8	8	4	8	8	141
5	8	6	12	9	7	7	6	8	5	12	7	6	7	7	8	4	8	8	135
6	7	7	13	8	7	8	8	6	4	11	7	9	7	7	7	3	10	9	138
7	6	7	12	7	8	7	6	8	5	13	7	8	7	9	6	4	9	9	138
8	8	6	11	6	7	8	9	6	5	10	6	7	6	7	8	5	8	7	130
9	8	6	10	7	8	6	8	7	5	13	7	9	7	6	8	4	7	8	134
10	7	8	14	8	7	6	8	7	4	12	9	9	7	7	9	5	10	8	145
11	6	8	11	8	6	6	6	8	5	15	9	6	6	7	9	4	10	8	138
12	7	7	11	7	7	9	7	8	4	12	8	9	7	9	6	5	9	9	141
13	7	8	12	7	8	8	6	8	5	11	7	8	6	7	8	5	7	9	137

ตารางที่ 27 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนด้านความรู้																		**รวม** (183)
	แผน 1 (8)	แผน 2 (8)	แผน 3 (14)	แผน 4 (10)	แผน 5 (10)	แผน 6 (10)	แผน 7 (10)	แผน 8 (10)	แผน 9 (6)	แผน 10 (15)	แผน 11 (10)	แผน 12 (10)	แผน 13 (10)	แผน 14 (10)	แผน 15 (10)	แผน 16 (12)	แผน 17 (10)	แผน 18 (10)	
14	7	7	13	7	6	6	8	8	6	11	8	7	8	8	7	6	9	8	140
15	7	8	11	7	7	8	7	9	4	10	6	7	9	7	6	4	9	10	136
16	6	8	12	8	6	8	7	7	6	11	8	7	9	7	8	3	7	9	137
17	6	7	10	7	8	8	8	9	5	10	9	8	7	9	6	4	8	9	138
18	7	7	11	7	7	7	6	6	6	10	7	8	9	9	8	4	9	9	137
19	8	7	11	7	9	7	8	8	4	11	9	7	7	8	7	5	9	7	139
20	7	6	11	7	7	6	7	6	5	13	8	8	6	8	8	4	9	10	136
21	8	6	13	7	9	9	9	7	5	15	9	8	7	7	9	3	8	9	148
22	7	6	14	8	7	7	7	6	5	13	8	7	6	7	7	4	9	8	136
23	7	6	11	8	7	6	7	9	4	14	8	6	7	9	8	5	7	8	137
24	7	8	13	8	7	7	8	7	5	11	8	7	8	8	8	4	9	8	141
25	8	7	10	8	7	6	8	7	6	12	8	9	8	8	7	5	10	8	142
26	8	8	14	7	8	9	8	7	5	14	8	8	7	6	6	4	8	9	144

ตารางที่ 27 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนด้านความรู้																		**รวม** (183)
	แผน 1 (8)	แผน 2 (8)	แผน 3 (14)	แผน 4 (10)	แผน 5 (10)	แผน 6 (10)	แผน 7 (10)	แผน 8 (10)	แผน 9 (6)	แผน 10 (15)	แผน 11 (10)	แผน 12 (10)	แผน 13 (10)	แผน 14 (10)	แผน 15 (10)	แผน 16 (12)	แผน 17 (10)	แผน 18 (10)	
27	8	7	14	7	7	8	8	6	4	14	7	9	7	8	8	5	8	8	143
28	7	7	11	9	8	7	9	6	6	12	8	8	7	9	9	5	8	7	143
29	7	7	13	7	6	8	6	7	4	15	8	6	7	8	8	6	9	9	141
30	6	7	11	8	8	8	6	6	5	14	9	8	7	7	9	6	8	9	142
31	7	8	13	8	9	8	8	7	5	12	7	9	6	8	9	4	8	9	145
32	7	6	12	7	6	9	8	6	4	15	9	9	7	7	7	5	8	9	141
33	8	7	11	8	8	9	6	8	4	11	7	7	7	8	7	6	9	8	139
34	6	7	10	7	7	8	8	7	5	13	9	6	8	8	7	4	8	9	137
35	7	8	13	8	7	6	6	8	5	12	6	7	7	8	6	4	8	8	134
36	8	8	13	6	6	8	7	9	6	11	8	7	7	8	7	6	8	10	143
37	7	6	13	7	7	6	8	8	5	11	8	6	7	9	9	4	7	7	135
38	8	8	13	6	8	6	9	6	4	10	8	7	8	7	6	5	10	9	138

ตารางที่ 27 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนด้านความรู้																		**รวม** (183)
	แผน 1 (8)	แผน 2 (8)	แผน 3 (14)	แผน 4 (10)	แผน 5 (10)	แผน 6 (10)	แผน 7 (10)	แผน 8 (10)	แผน 9 (6)	แผน 10 (15)	แผน 11 (10)	แผน 12 (10)	แผน 13 (10)	แผน 14 (10)	แผน 15 (10)	แผน 16 (12)	แผน 17 (10)	แผน 18 (10)	
39	8	6	12	6	7	7	7	9	5	11	6	6	6	6	8	4	8	9	131
40	6	7	11	8	9	7	8	7	4	14	6	7	9	8	7	4	8	9	139

ตารางที่ 28 คะแนนทักษะกระบวนการของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการ																		**รวม** (162)
	แผน 1 (9)	แผน 2 (9)	แผน 3 (9)	แผน 4 (9)	แผน 5 (9)	แผน 6 (9)	แผน 7 (9)	แผน 8 (9)	แผน 9 (9)	แผน 10 (9)	แผน 11 (9)	แผน 12 (9)	แผน 13 (9)	แผน 14 (9)	แผน 15 (9)	แผน 16 (9)	แผน 17 (9)	แผน 18 (9)	
1	7	8	7	8	8	7	9	8	8	9	8	7	7	8	8	8	9	7	141
2	8	7	8	8	7	8	7	7	6	6	6	8	7	8	7	6	9	8	131
3	8	8	7	8	7	6	7	7	8	9	9	6	9	6	7	8	7	9	136
4	6	9	8	8	9	6	8	7	8	7	8	8	7	6	8	7	7	7	134
5	8	7	6	7	8	8	8	8	8	9	8	7	7	8	7	6	8	8	136
6	7	7	7	8	6	8	6	9	9	8	8	8	7	7	6	9	6	9	135
7	7	9	9	9	6	8	8	8	7	6	7	9	7	7	8	9	8	6	138
8	8	8	7	9	6	8	6	8	6	9	8	6	7	9	6	8	7	8	134
9	8	6	6	9	8	8	6	9	7	6	7	7	8	7	9	7	6	7	131
10	7	9	8	8	7	9	7	7	6	8	7	7	8	7	9	8	8	7	137
11	8	8	9	7	7	8	8	8	8	8	9	6	7	7	8	8	7	8	139
12	8	8	8	8	7	8	9	8	8	7	7	8	7	6	8	6	7	6	134
13	9	8	7	7	7	9	7	9	7	8	7	8	8	8	7	8	6	7	137

ตารางที่ 28 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการ																		**รวม** (162)
	แผน 1 (9)	แผน 2 (9)	แผน 3 (9)	แผน 4 (9)	แผน 5 (9)	แผน 6 (9)	แผน 7 (9)	แผน 8 (9)	แผน 9 (9)	แผน 10 (9)	แผน 11 (9)	แผน 12 (9)	แผน 13 (9)	แผน 14 (9)	แผน 15 (9)	แผน 16 (9)	แผน 17 (9)	แผน 18 (9)	
14	6	9	7	7	6	7	6	7	8	7	8	6	6	6	7	8	9	7	127
15	8	7	9	8	7	8	8	7	7	6	6	8	8	6	8	8	7	7	133
16	7	7	6	9	9	6	8	8	9	8	8	7	8	7	9	8	6	8	138
17	8	8	6	8	8	7	9	8	7	8	7	7	7	8	7	7	7	6	133
18	8	6	8	7	9	7	6	8	8	8	8	9	7	7	8	8	7	7	136
19	6	8	6	8	7	7	7	6	7	8	8	8	8	7	6	8	7	9	131
20	8	8	8	7	7	8	8	8	9	6	9	9	7	7	7	7	6	8	137
21	6	8	7	8	6	8	6	7	7	7	8	7	7	7	8	9	9	7	132
22	7	8	6	8	7	9	8	8	8	8	7	7	6	7	8	8	8	6	134
23	6	8	7	6	9	7	6	6	8	8	8	7	7	9	7	6	7	9	131
24	6	8	7	7	7	6	8	7	9	7	7	8	8	7	7	8	8	7	132
25	8	9	8	6	9	8	7	6	9	7	7	8	9	9	8	6	8	8	140
26	8	8	6	8	9	7	6	6	7	8	8	7	7	6	9	8	8	8	134

ตารางที่ 28 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการ																		**รวม** (162)
	แผน 1 (9)	แผน 2 (9)	แผน 3 (9)	แผน 4 (9)	แผน 5 (9)	แผน 6 (9)	แผน 7 (9)	แผน 8 (9)	แผน 9 (9)	แผน 10 (9)	แผน 11 (9)	แผน 12 (9)	แผน 13 (9)	แผน 14 (9)	แผน 15 (9)	แผน 16 (9)	แผน 17 (9)	แผน 18 (9)	
27	8	7	7	8	7	7	8	6	6	8	8	8	7	6	8	8	8	7	132
28	7	7	8	8	8	8	8	9	7	8	6	7	6	9	8	7	7	7	135
29	7	7	8	6	9	9	7	6	9	7	7	7	8	8	9	8		8	138
30	7	6	8	6	9	7	8	7	8	7	9	7	8	9	7	8	8	9	138
31	9	7	9	9	7	7	9	7	9	7	8	9	6	8	7	8	8	7	141
32	7	7	7	8	7	8	9	8	8	7	7	7	8	7	9	8	8	6	136
33	8	7	8	6	8	8	7	6	8	8	7	8	6	7	8	8	7	9	134
34	6	7	8	9	6	8	6	7	7	8	8	6	7	9	8	9	7	7	133
35	6	7	9	6	7	7	7	7	6	8	8	7	6	9	9	7	7	9	132
36	6	9	6	7	6	6	8	7	9	7	9	7	9	9	7	7	8	7	134
37	6	6	8	8	9	8	8	9	7	8	9	8	9	7	9	6	8	6	139
38	8	6	8	8	9	9	7	8	9	9	8	9	8	8	7	9	7	7	144
39	7	8	6	9	6	6	9	6	8	6	6	7	7	8	6	7	8	7	127

ตารางที่ 28 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทักษะกระบวนการ																		**รวม** (162)
	แผน 1 (9)	แผน 2 (9)	แผน 3 (9)	แผน 4 (9)	แผน 5 (9)	แผน 6 (9)	แผน 7 (9)	แผน 8 (9)	แผน 9 (9)	แผน 10 (9)	แผน 11 (9)	แผน 12 (9)	แผน 13 (9)	แผน 14 (9)	แผน 15 (9)	แผน 16 (9)	แผน 17 (9)	แผน 18 (9)	
40	9	7	7	8	7	8	7	7	7	9	7	8	9	8	8	7	8	9	140

ตารางที่ 29 คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

เลขที่	คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์																		**รวม** (108)
	แผน 1 (6)	แผน 2 (6)	แผน 3 (6)	แผน 4 (6)	แผน 5 (6)	แผน 6 (6)	แผน 7 (6)	แผน 8 (6)	แผน 9 (6)	แผน 10 (6)	แผน 11 (6)	แผน 12 (6)	แผน 13 (6)	แผน 14 (6)	แผน 15 (6)	แผน 16 (6)	แผน 17 (6)	แผน 18 (6)	
1	5	6	5	6	5	6	5	6	6	6	6	5	4	5	5	6	6	6	99
2	5	6	6	5	5	5	5	6	5	6	5	6	5	6	4	6	6	5	97
3	5	6	6	5	6	6	6	5	5	5	5	5	6	6	5	6	5	5	98
4	5	6	6	5	6	5	5	5	5	6	6	6	6	5	6	6	5	5	99
5	4	6	6	5	6	6	5	5	5	5	6	6	6	6	5	5	5	5	97
6	5	6	6	5	6	5	6	6	5	6	5	6	6	5	5	6	5	5	99
7	6	5	6	5	6	5	6	6	5	6	6	5	6	6	6	5	6	5	101
8	6	5	6	6	6	6	6	5	5	6	5	5	5	6	6	6	6	5	101
9	4	5	6	6	5	5	6	6	5	5	5	5	5	6	6	5	6	5	96
10	4	6	6	5	5	5	5	5	5	6	6	6	5	5	6	5	6	5	96
11	5	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	6	4	6	5	5	6	6	99
12	6	5	6	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	4	5	5	5	97
13	6	5	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	6	6	5	5	5	5	100

ตารางที่ 29 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์																		**รวม** (108)
	แผน 1 (6)	แผน 2 (6)	แผน 3 (6)	แผน 4 (6)	แผน 5 (6)	แผน 6 (6)	แผน 7 (6)	แผน 8 (6)	แผน 9 (6)	แผน 10 (6)	แผน 11 (6)	แผน 12 (6)	แผน 13 (6)	แผน 14 (6)	แผน 15 (6)	แผน 16 (6)	แผน 17 (6)	แผน 18 (6)	
14	6	5	6	5	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	98
15	4	6	6	5	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	6	6	5	99
16	5	6	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	103
17	5	6	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	6	6	95
18	5	5	6	5	6	6	6	6	5	5	5	5	5	6	5	6	5	6	98
19	5	5	5	5	5	6	6	6	6	5	5	5	4	5	4	6	6	6	95
20	5	6	6	6	6	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	5	5	6	101
21	5	5	5	6	6	5	5	5	5	6	6	6	6	6	5	5	5	5	97
22	4	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	5	94
23	6	6	6	5	6	6	6	6	5	5	5	5	6	5	6	6	6	6	102
24	4	5	6	5	6	6	6	6	5	5	5	6	6	5	6	6	6	5	99
25	6	5	6	5	5	6	6	6	5	5	5	5	6	5	6	5	6	6	99
26	6	5	6	5	5	6	5	6	6	5	5	5	6	5	5	5	6	5	97

ตารางที่ 29 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์																		**รวม** (108)
	แผน 1 (6)	แผน 2 (6)	แผน 3 (6)	แผน 4 (6)	แผน 5 (6)	แผน 6 (6)	แผน 7 (6)	แผน 8 (6)	แผน 9 (6)	แผน 10 (6)	แผน 11 (6)	แผน 12 (6)	แผน 13 (6)	แผน 14 (6)	แผน 15 (6)	แผน 16 (6)	แผน 17 (6)	แผน 18 (6)	
27	6	5	6	5	6	6	5	5	6	6	6	6	6	5	6	5	5	6	101
28	6	5	6	6	5	5	6	6	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	96
29	6	5	6	5	5	5	6	6	6	5	5	5	5	5	6	5	5	6	97
30	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	5	4	5	4	5	6	6	93
31	6	6	5	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	6	6	6	6	5	101
32	4	6	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	93
33	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	6	5	103
34	6	6	5	5	6	6	6	5	5	5	5	6	5	5	5	5	6	6	98
35	6	5	6	5	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	6	5	98
36	6	5	5	5	6	5	6	6	6	5	5	5	5	6	6	5	6	6	99
37	6	5	6	5	6	5	5	5	5	6	5	5	6	6	5	5	6	5	97
38	4	6	5	5	6	6	6	6	6	6	5	5	4	6	5	5	6	6	98
39	5	5	6	6	6	5	6	5	6	5	6	6	5	6	5	6	5	5	99

ตารางที่ 29 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์																		**รวม** (108)
	แผน 1 (6)	แผน 2 (6)	แผน 3 (6)	แผน 4 (6)	แผน 5 (6)	แผน 6 (6)	แผน 7 (6)	แผน 8 (6)	แผน 9 (6)	แผน 10 (6)	แผน 11 (6)	แผน 12 (6)	แผน 13 (6)	แผน 14 (6)	แผน 15 (6)	แผน 16 (6)	แผน 17 (6)	แผน 18 (6)	
40	5	6	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	5	5	5	6	6	6	99

ตารางที่ 30 คะแนนทดสอบย่อยของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบอุปนัยเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

เลขที่	คะแนนทดสอบย่อย					รวม (30)
	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 1 แผนที่ 1-3 (5)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 2 แผนที่ 4-8 (5)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 3 แผนที่ 9-12 (5)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 4 แผนที่ 13-14 (10)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 5 แผนที่ 15-18 (5)	
1	4	4	4	7	4	23
2	4	4	4	8	4	24
3	4	5	5	8	3	25
4	5	4	3	6	4	22
5	4	4	4	8	3	23
6	3	3	4	7	4	21
7	3	3	4	7	4	21
8	4	4	3	8	4	23
9	4	4	3	7	3	21
10	5	3	4	6	4	22
11	4	5	3	8	3	23
12	4	4	4	6	4	22
13	4	4	4	7	3	22
14	3	5	4	8	3	23
15	4	3	4	6	3	20
16	4	3	3	7	4	21
17	4	3	5	7	4	23
18	3	4	4	8	3	22
19	3	4	4	6	4	21
20	3	4	3	8	4	22
21	4	3	4	7	4	22
22	3	4	4	7	4	22

ตารางที่ 30 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทดสอบย่อย					รวม (30)
	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 1 แผนที่ 1-3 (5)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 2 แผนที่ 4-8 (5)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 3 แผนที่ 9-12 (5)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 4 แผนที่ 13-14 (10)	ทดสอบย่อย ครั้งที่ 5 แผนที่ 15-18 (5)	
23	3	4	4	7	3	21
24	3	3	3	7	4	20
25	5	5	4	6	4	24
26	4	3	3	7	3	20
27	4	4	4	6	4	22
28	4	4	4	7	4	23
29	5	4	4	8	4	25
30	4	5	3	7	4	23
31	4	3	3	8	3	21
32	5	5	4	9	3	26
33	4	4	4	8	4	24
34	5	5	4	8	4	26
35	4	4	3	7	4	22
36	3	5	4	7	4	23
37	3	4	4	7	4	22
38	3	4	3	8	3	21
39	4	5	4	8	3	24
40	4	3	4	6	4	21

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีว

ตารางที่ 31 แสดงคะแนนการทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน
1	5	11	73.33
2	4	13	86.67
3	5	12	80.00
4	5	13	86.67
5	6	14	93.33
6	4	12	80.00
7	5	12	80.00
8	4	13	86.67
9	3	14	93.33
10	5	11	73.33
11	5	12	80.00
12	4	13	86.67
13	2	13	86.67
14	4	14	93.33
15	5	14	93.33
16	3	11	73.33
17	4	12	80.00
18	4	14	93.33
19	5	12	80.00
20	3	12	80.00
21	4	13	86.67
22	5	13	86.67
23	3	10	66.67
24	4	11	73.33
25	4	11	73.33
26	3	12	80.00

ตารางที่ 31 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน
27	3	13	86.67
28	4	14	93.33
29	4	12	80.00
30	5	13	86.67
31	5	11	73.33
32	4	14	93.33
33	5	14	93.33
34	4	13	86.67
35	3	14	93.33
36	5	10	66.67
37	5	11	73.33
38	4	11	73.33
39	2	12	80.00
40	5	13	86.67
รวม	166	497	3313.33
เฉลี่ย	4.15	12.43	82.83

จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป เท่ากับ 38 คน คิดเป็นร้อยละ 82.83 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 32 แสดงคะแนนการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

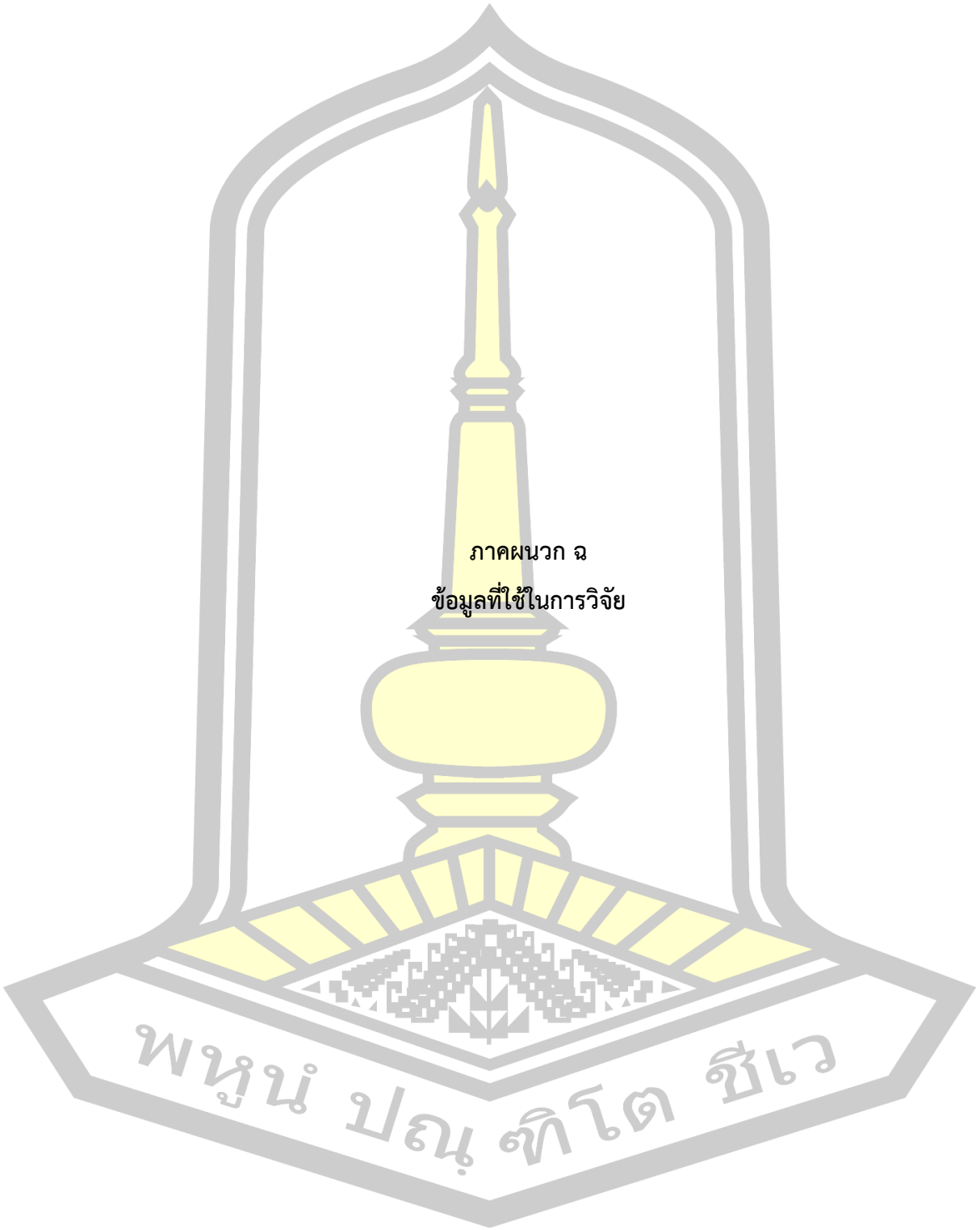
เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน
1	6	13	86.67
2	5	13	86.67
3	5	12	80.00
4	4	13	86.67
5	5	14	93.33
6	5	12	80.00
7	5	14	93.33
8	4	13	86.67
9	4	12	80.00
10	5	11	73.33
11	5	13	86.67
12	4	14	93.33
13	5	14	93.33
14	5	13	86.67
15	4	13	86.67
16	4	10	66.67
17	3	14	93.33
18	5	14	93.33
19	5	13	86.67
20	3	13	86.67
21	4	12	80.00
22	4	14	93.33
23	4	14	93.33
24	4	11	73.33
25	5	11	73.33
26	3	13	86.67

ตารางที่ 32 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ร้อยละของคะแนนหลังเรียน
27	5	14	93.33
28	3	12	80.00
29	5	12	80.00
30	3	13	86.67
31	5	14	93.33
32	4	10	66.67
33	4	13	86.67
34	4	13	86.67
35	4	13	86.67
36	3	14	93.33
37	4	12	80.00
38	5	11	73.33
39	5	13	86.67
40	4	14	93.33
รวม	173	511	3406.67
เฉลี่ย	4.33	12.78	85.17

จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป เท่ากับ 38 คน คิดเป็นร้อยละ 85.17 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ฉ

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 33 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ที่จัดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	รวมคะแนนระหว่างเรียน (70:30)			ทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)
		ใบงาน (70 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (30 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
1	7	59	23	82	17
2	8	56	24	80	16
3	5	59	25	84	14
4	6	58	22	80	15
5	9	57	23	80	15
6	9	58	21	79	17
7	8	59	21	80	15
8	9	57	23	80	15
9	7	56	21	77	17
10	7	59	22	81	16
11	7	59	23	82	16
12	8	58	22	80	16
13	8	58	22	80	16
14	9	57	23	80	15
15	9	59	23	82	17
16	7	56	24	80	16
17	9	59	25	84	14
18	9	58	22	80	15
19	9	57	20	77	14
20	9	59	21	80	15
21	9	57	23	80	16
22	9	58	22	80	15
23	9	57	21	78	17
24	8	58	22	80	15
25	8	59	22	81	13

ตารางที่ 33 (ต่อ)

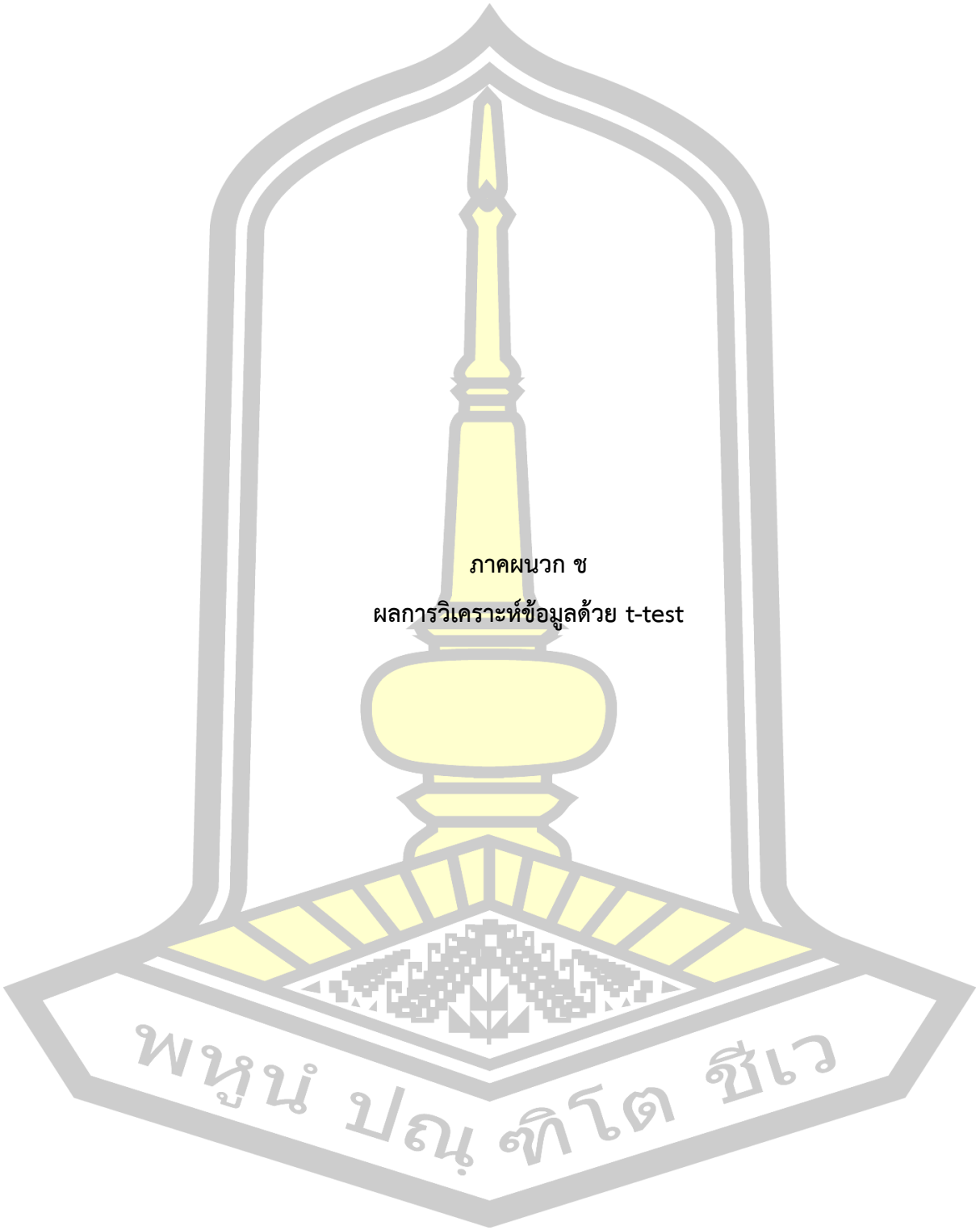
เลขที่	ทดสอบ ก่อนเรียน (20 คะแนน)	รวมคะแนนระหว่างเรียน (70:30)			ทดสอบ หลังเรียน (20 คะแนน)
		ใบงาน (70 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (30 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
26	9	57	22	79	14
27	9	58	21	79	17
28	8	58	20	78	17
29	10	59	24	83	18
30	9	58	20	78	16
31	8	59	22	81	14
32	8	58	23	81	13
33	9	59	25	84	14
34	9	58	23	81	15
35	8	60	21	81	16
36	9	57	26	83	17
37	9	59	24	83	18
38	9	57	26	83	16
39	7	57	22	79	17
40	9	59	23	82	14
รวม	332	2321	896	3217	621
ค่าเฉลี่ย	8.3	58	22	80	16
S.D.	1.02	0.96	1.52	1.67	1.28
ร้อยละ	41.5	82.88	74.67	80.41	77.63

พหุน ปณ ฑิโต ชิเว

ตารางที่ 34 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน	
			ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน
แบบอุปนัย	40	20	332	621

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ช

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย t-test

ผลการทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
มโนทัศน์	40	12.43	1.196	.189

One-Sample Test

	Test Value = 11					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
มโนทัศน์	7.536	39	.000	1.425	1.04	1.81

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ผลการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

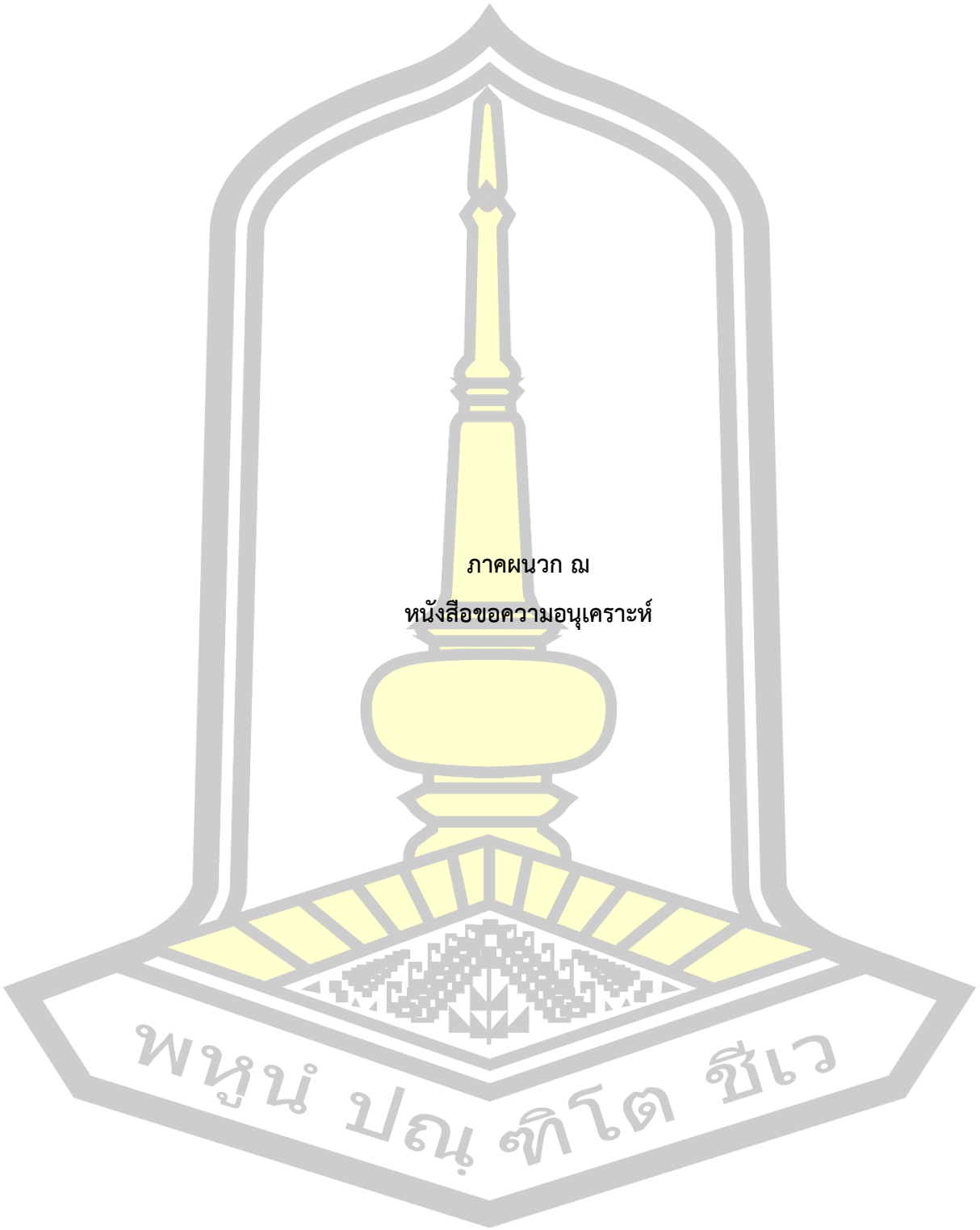
One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ให้เหตุผล	40	12.78	1.143	.181

One-Sample Test

	Test Value = 11					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ให้เหตุผล	9.819	39	.000	1.775	1.41	2.14

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ฌ

หนังสือขอความอนุเคราะห์

ที่ ศธ 0530.4(2)/ ๑๙๔๑

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

25 ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ภานุวัชร ปุรณะศิริ

ด้วย นางสาวอุไรวรรณ คำเมือง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ อ.มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์
โทร./ โทรสาร. 0-4375-4244

ที่ ศธ 0530.4(2)/ว ๕๔๑

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๒๕ ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์วชิราลักษณ์ โอรสรัมย์

ด้วย นางสาวอุไรวรรณ คำเมือง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ อ.มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์
โทร./ โทรสาร. 0-4375-4244

ที่ ศธ 0530.4(2)/ ๑ ๓๔๑

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๒๕ ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ไพรัชช์ จันทร์งาม

ด้วย นางสาวอุไรวรรณ คำเมือง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ อ.มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์
โทร./ โทรสาร. 0-4375-4244

ที่ ศธ 0530.4(2)/ ๑๖๔๙

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๒๕ ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณครูอัครณัฐ บุญมะยา ครูชำนาญการพิเศษ

ด้วย นางสาวอุไรวรรณ์ คำเมือง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ อ.มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์
โทร./ โทรสาร. 0-4375-4244

ที่ ศธ 0530.4(2)/ ๑๗๑๙

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

๒๐ ธันวาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณครูณัฐพร นวนสาย ครูชำนาญการพิเศษ

ด้วย นางสาวอุไรวรรณ คำเมือง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ อ.มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์
โทร./ โทรสาร. 0-4375-4244

ที่ ศธ 0530.4(2)/ ๐๖๔

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

22 มกราคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

ด้วย นางสาวอุไรวรรณ คำเมือง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ อาจารย์มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวอุไรวรรณ คำเมือง ทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งอยู่ในโรงเรียนของท่าน ทั้งนี้จะทดลองใช้เครื่องมือระหว่างวันที่ 24 มกราคม 2562 ถึงวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า จักได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

28 ม.ค. 2562

ภาควิชาคณิตศาสตร์
โทร./โทรสาร. 0-4374-5244

455
18 ก.พ. 2562
15.39

ที่ ศธ 0530.4(2) / ว 95

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

20 ก.พ. 2562

7 กุมภาพันธ์ 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

ด้วย นางสาวอุไรวรรณ คำเมือง นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง "ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) โดยมี ผศ.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ อาจารย์มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัยในครั้งนี้

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวอุไรวรรณ คำเมือง ใช้เครื่องมือในการสอนเพื่อการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งอยู่ในโรงเรียนของท่าน ตั้งแต่วันที่ 8 – 28 กุมภาพันธ์ 2562

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

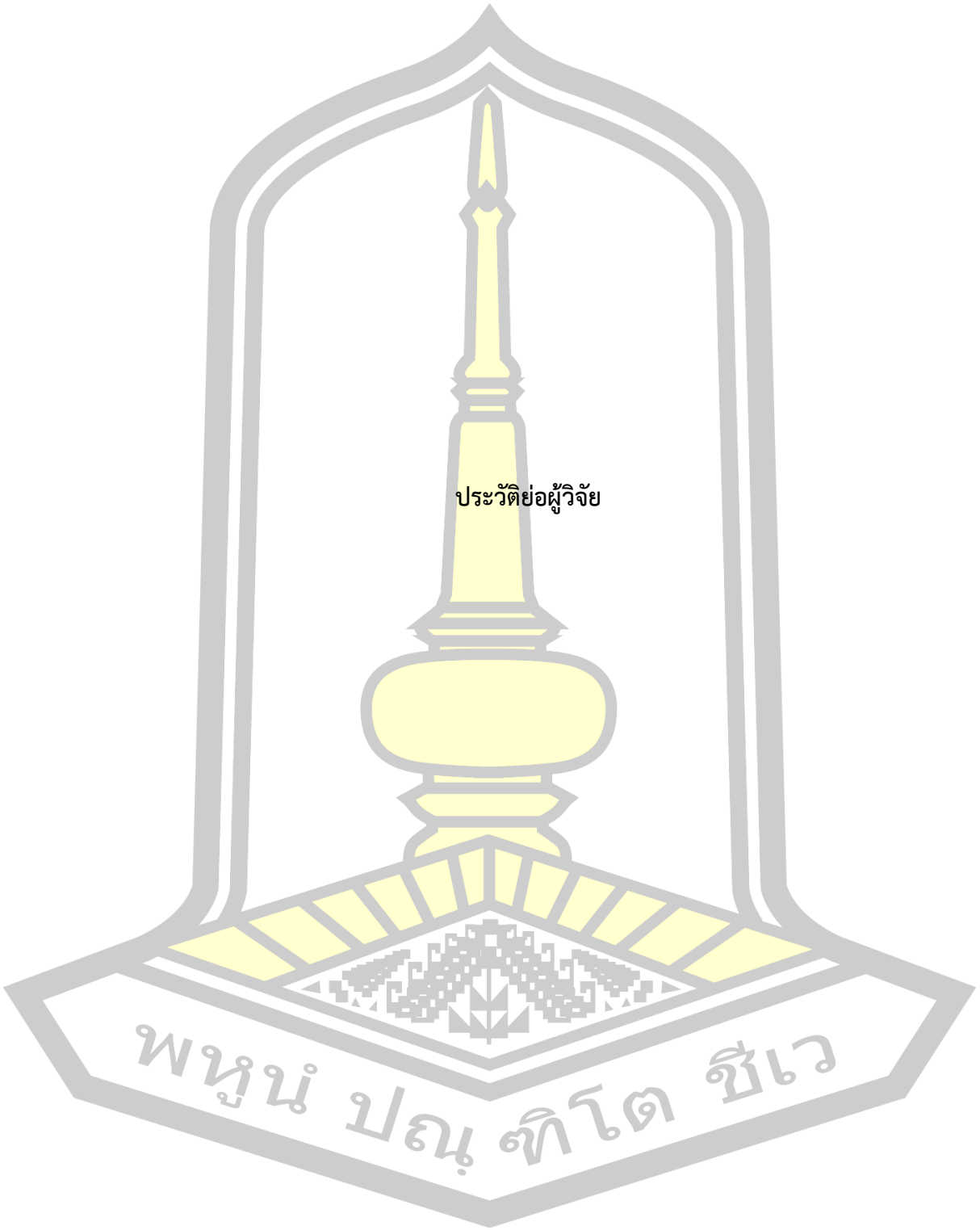
ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

18 ก.พ. 2562

ภาควิชาคณิตศาสตร์
โทร./โทรสาร. 0-4374-5244

(นายปิณฑิต วิวัตรชัย)
ผู้อำนวยการโรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาค
18 ก.พ. 2562



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวอุไรวรรณ คำเมือง
วันเกิด	13 ธันวาคม 2535
สถานที่เกิด	จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	33 หมู่ 1 ตำบลไทยเจริญ อำเภอปะคำ จังหวัดบุรีรัมย์ 31220
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ข้าราชการครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2548 ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านไทยเจริญ อำเภอปะคำ จังหวัดบุรีรัมย์ 31220
	พ.ศ.2554 มัธยมศึกษา โรงเรียนไทยเจริญวิทยา อำเภอปะคำ จังหวัดบุรีรัมย์ 31220
	พ.ศ.2558 ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (คบ.) สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
	พ.ศ.2562 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว