



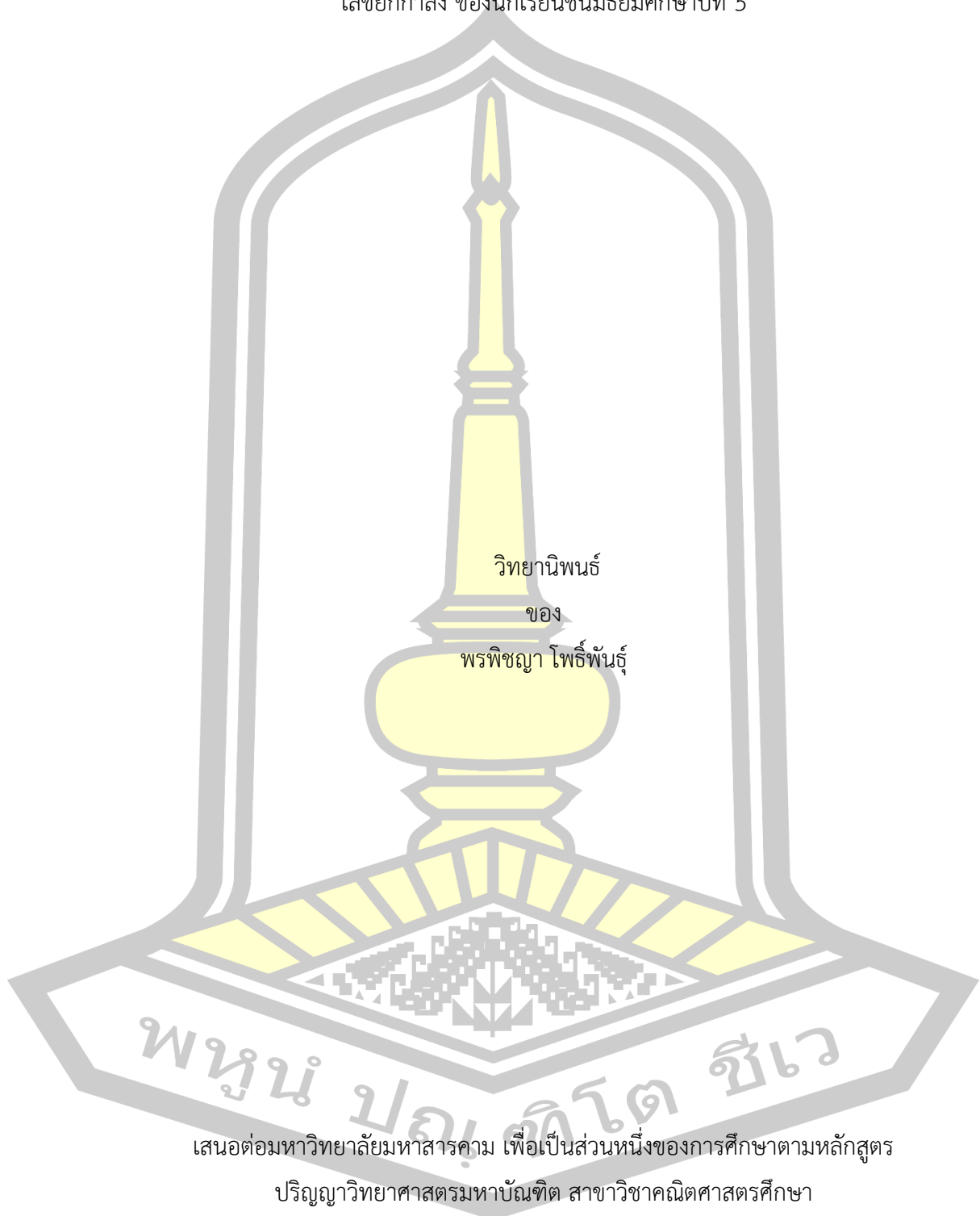
การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์
ของ
พรพิชญา โพธิ์พันธุ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
มิถุนายน 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

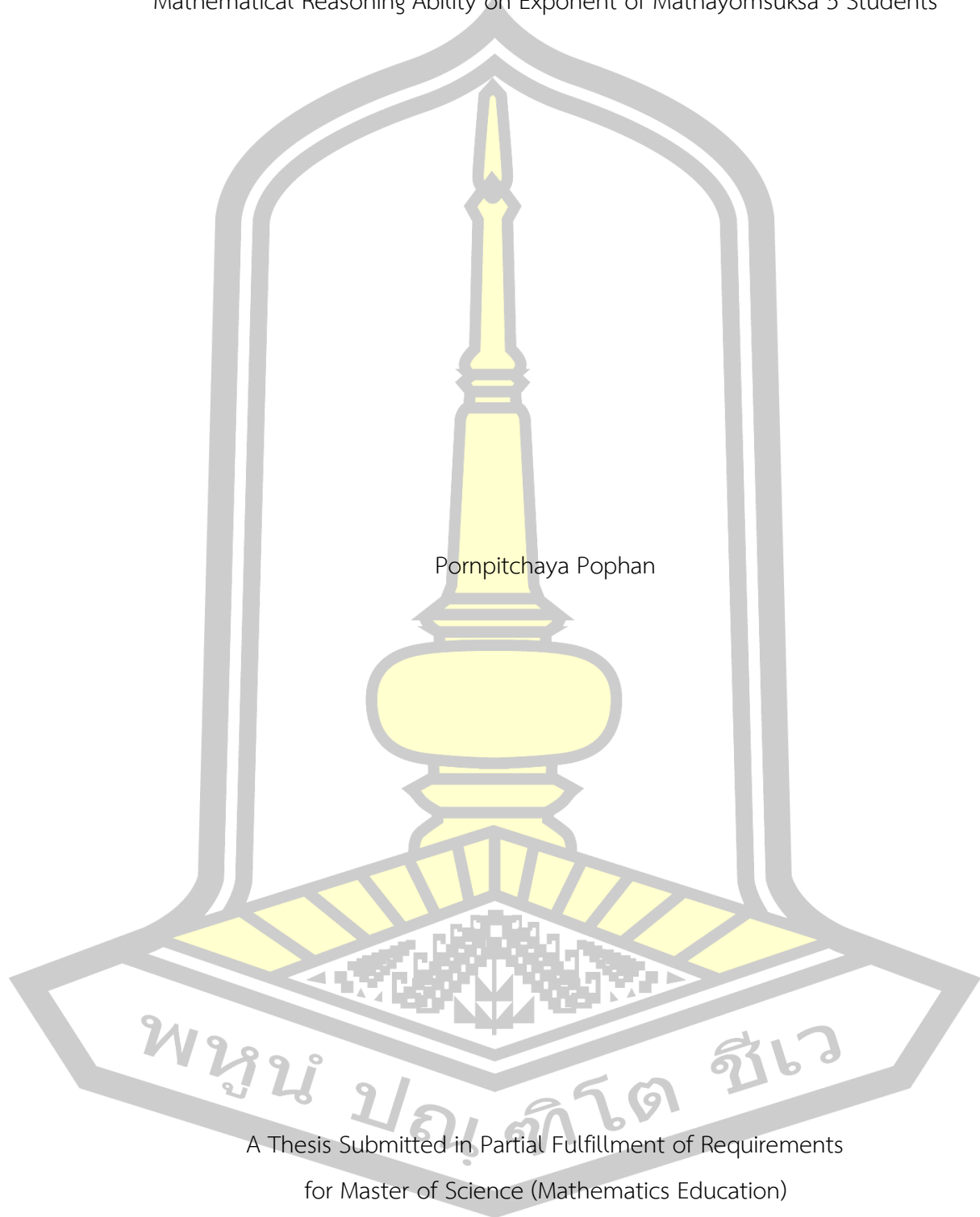


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

มิถุนายน 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Learning Management Based on Inductive Method to Enhance
Mathematical Reasoning Ability on Exponent of Mathayomsuksa 5 Students



Pornpitchaya Pophan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Science (Mathematics Education)

June 2021

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวพรพิชญา โพธิ์พันธ์
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. สุพจน์ สีบุตร)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. นงลักษณ์ วิริยะพงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผศ. ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์)

กรรมการ

(รศ. ดร. ชวลิต บุญปก)

กรรมการ

(ผศ. ดร. มนต์รี ทองมูล)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พหุบัณฑิต ชีวะ

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		
ผู้วิจัย	พรพิชญา โพธิ์พันธ์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2564

บทคัดย่อ

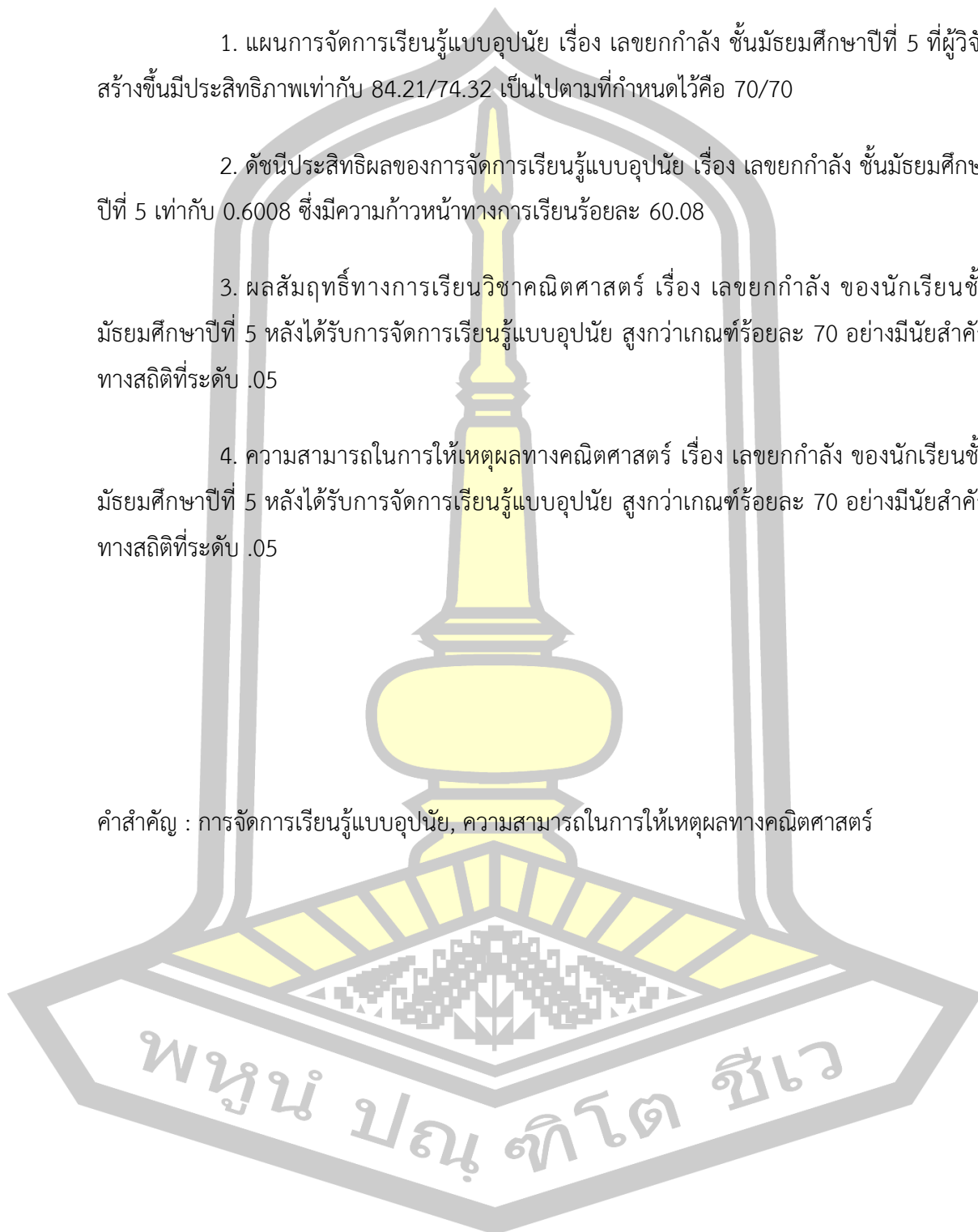
การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด จำนวน 37 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยแต่ละห้องเรียนจัดการเรียนรู้แบบอิสระความสามารถ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.60 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.72 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง อัตนัยแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.45 ถึง 0.72 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.63 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.76 สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ z - test for one sample

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.21/74.32 เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 70/70
2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.6008 ซึ่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 60.08
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย, ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์



TITLE	Development of Learning Management Based on Inductive Method to Enhance Mathematical Reasoning Ability on Exponent of Mathayomsuksa 5 Students		
AUTHOR	Pornpitchaya Pophan		
ADVISORS	Assistant Professor Nongluk Viriyapong , Ph.D. Assistant Professor Monchaya Chiangpradit , Ph.D.		
DEGREE	Master of Science	MAJOR	Mathematics Education
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2021

ABSTRACT

This purposes of this research were 1) to develop the inductive lesson plan which encourage the mathematical reasoning ability on Exponent of Mathayomsuksa 5 students based on 70/70 criteria, 2) to study the effectiveness index of learning management based on inductive method on Exponent of Mathayomsuksa 5, 3) to compare mathematics learning achievement on Exponent of Mathayomsuksa 5 students after learning management based on inductive method with 70 percent criteria, 4) to compare the mathematical reasoning ability on Exponent of Mathayomsuksa 5 students after learning management based on inductive method with 70 percent criteria.

The subjects of this study were 37 students (1 classes) in the 2nd semester of academic year 2020 at Triam Udomsuksa Pattanakan Roiet school, Roiet, the secondary educational service area office Roi Et. The 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) 15 lesson plans of the mathematics learning management base on Exponent of Mathayomsuksa 5 2) the achievement test were 20 four alternative items of mathematics, it has difficulty (p) from 0.20 to 0.80 the discrimination (r) from 0.20 to 0.60 the reliability at 0.72 3) 5 items of the subjective

exam writing of mathematic reasoning ability on Exponent of Mathayomsuksa 5, it has difficulty (p) from 0.45 to 0.72 the discrimination (r) from 0.40 to 0.63 the reliability at 0.76. statistics used in the research include: a percentage, a mean, a standard deviation and z – test for one sample.

The research findings were as follows;

1. The inductive lesson plan which encourage the mathematical reasoning ability on Exponent of Mathayomsuksa 5 students found that its efficiency were 84.21/74.32. It was in the setting criteria 70/70.

2. The effectiveness index of learning management based on inductive method on Exponent of Mathayomsuksa 5 found that there were 0.6008. it showed that students had learning progress were 60.08.

3. The mathematics learning achievement on Exponent of Mathayomsuksa 5 students after learning management based on inductive method was statistically higher 70 percent criterion at 0.5 level.

4. The mathematical reasoning ability on Exponent of Mathayomsuksa 5 students after learning management based on inductive method was statistically higher 70 percent criterion at 0.5 level.

Keyword : Learning management based on inductive method, Mathematical reasoning ability

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จและสมบูรณ์ได้ด้วยความเมตตากรุณาและได้รับความช่วยเหลือแนะนำความรู้อันมีค่าอย่างยิ่งตลอดการทำวิทยานิพนธ์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนชยา เจียงประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ สีบุตร ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต บุญปก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล กรรมการสอบ ที่ได้เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือแนะนำให้คำปรึกษา ชี้แนะ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอวารวรรณ อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อาจารย์ ดร.ฉลองชัย กล้าณรงค์ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ว่าที่ร้อยตรี ดร.พรเทพ โพธิ์พันธ์ุ นายณรงค์ จุมพล และนางฉวีวรรณ จุฑา ผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร คณะครูและนักเรียนโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ดทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อพรเทพ โพธิ์พันธ์ุ คุณแม่พัชรา โพธิ์พันธ์ุ นางสาวประจงจิต อุปจันโท ตลอดจนญาติพี่น้องและเพื่อน ๆ ที่ให้ความรักความห่วงใย ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ สนับสนุนกำลังทรัพย์และกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ทั้งหลายของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา บูรพาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ให้ความรักความเมตตา และสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

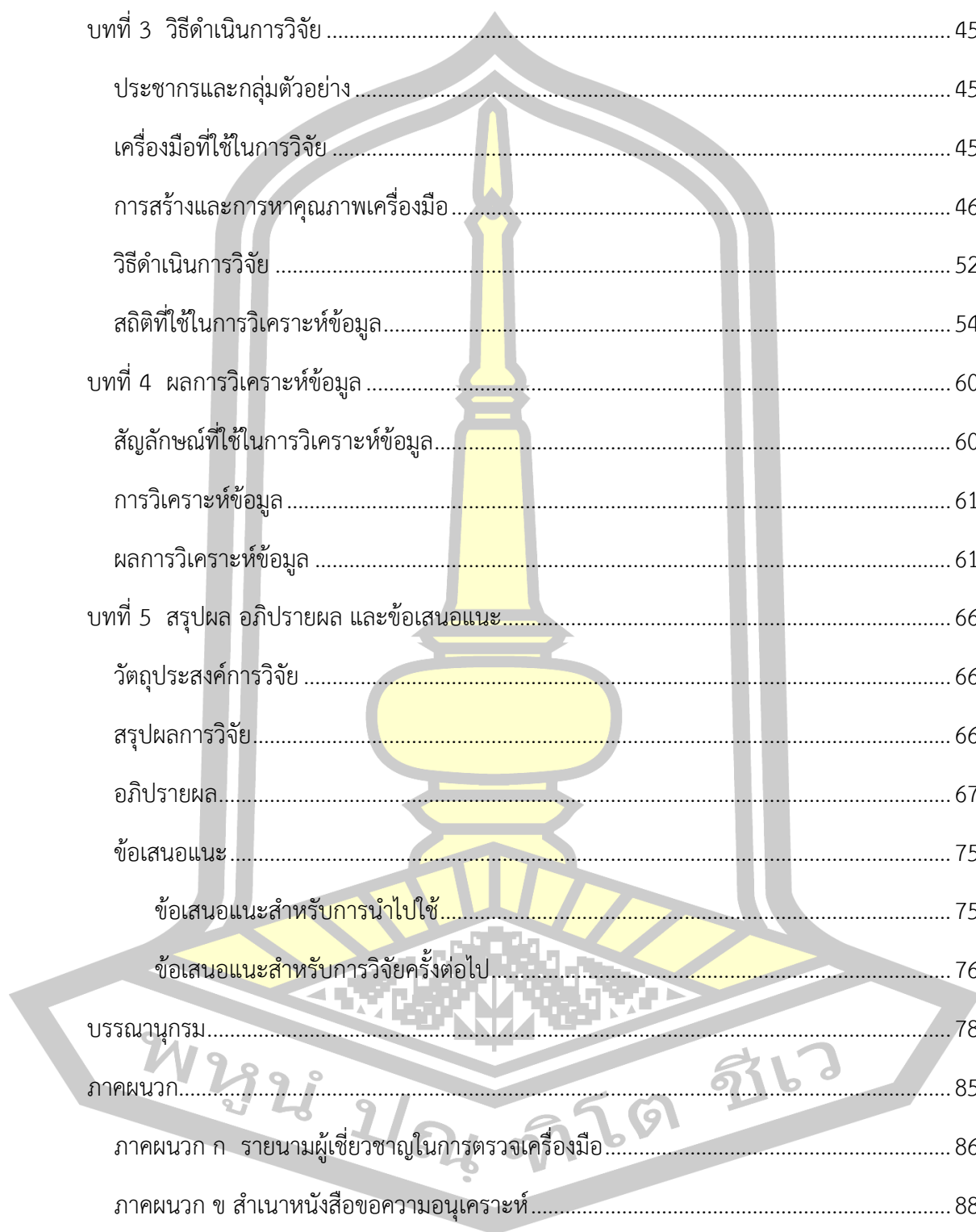
พูนุ ปณุกิตโต ชิว

พรพิชญา โพธิ์พันธ์ุ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพประกอบ.....	ท
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	3
สมมติฐานของงานวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	8
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	14
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย.....	28
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	32
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้.....	37
ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้.....	39

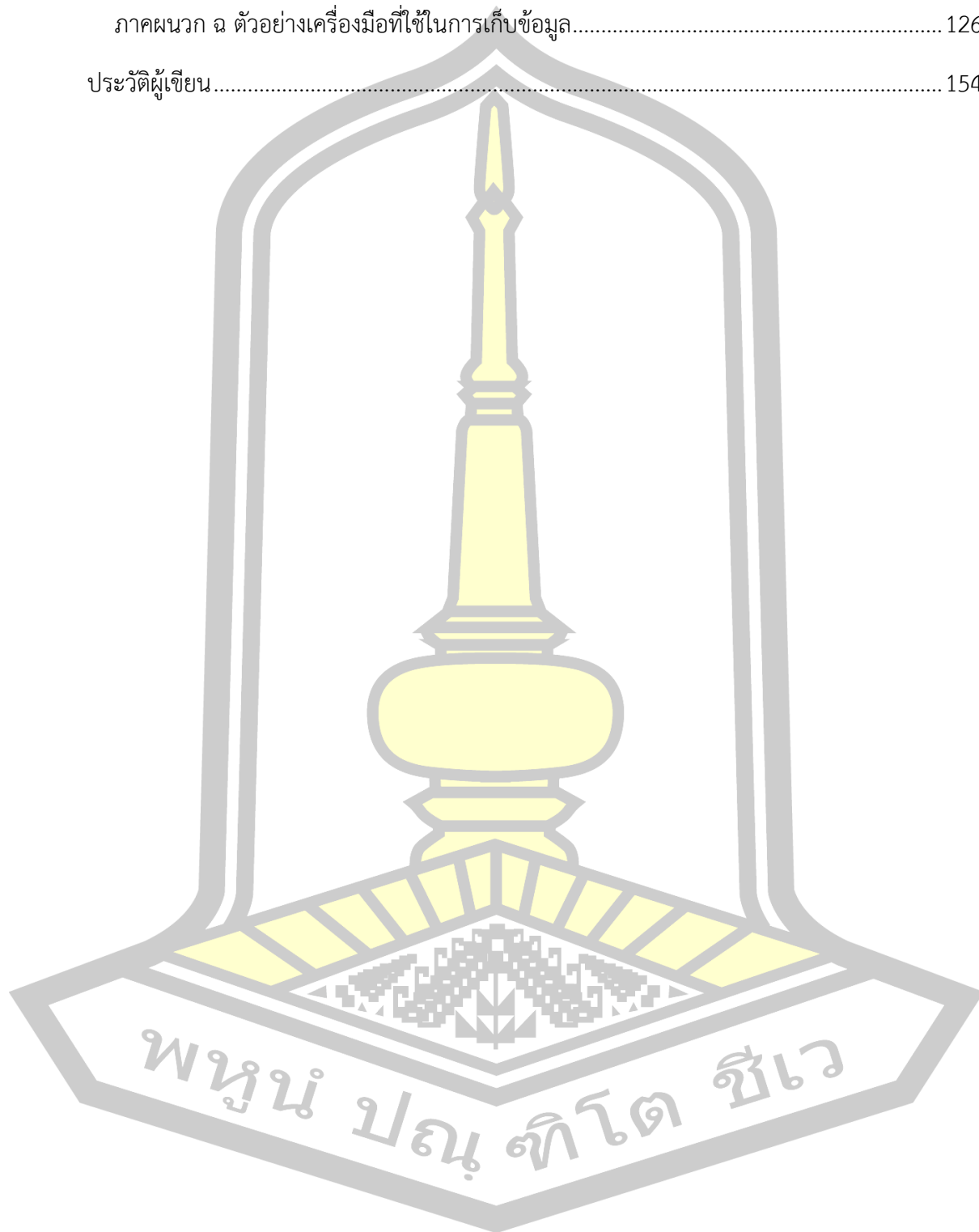
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	40
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	45
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	45
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	45
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ	46
วิธีดำเนินการวิจัย	52
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	54
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	60
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	60
การวิเคราะห์ข้อมูล	61
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	61
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	66
วัตถุประสงค์การวิจัย	66
สรุปผลการวิจัย	66
อภิปรายผล	67
ข้อเสนอแนะ	75
ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้	75
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	76
บรรณานุกรม	78
ภาคผนวก	85
ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ	86
ภาคผนวก ข สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์	88
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	95
ภาคผนวก ง คະแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล	104



ภาคผนวก จ ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย..... 122

ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล..... 126

ประวัติผู้เขียน..... 154

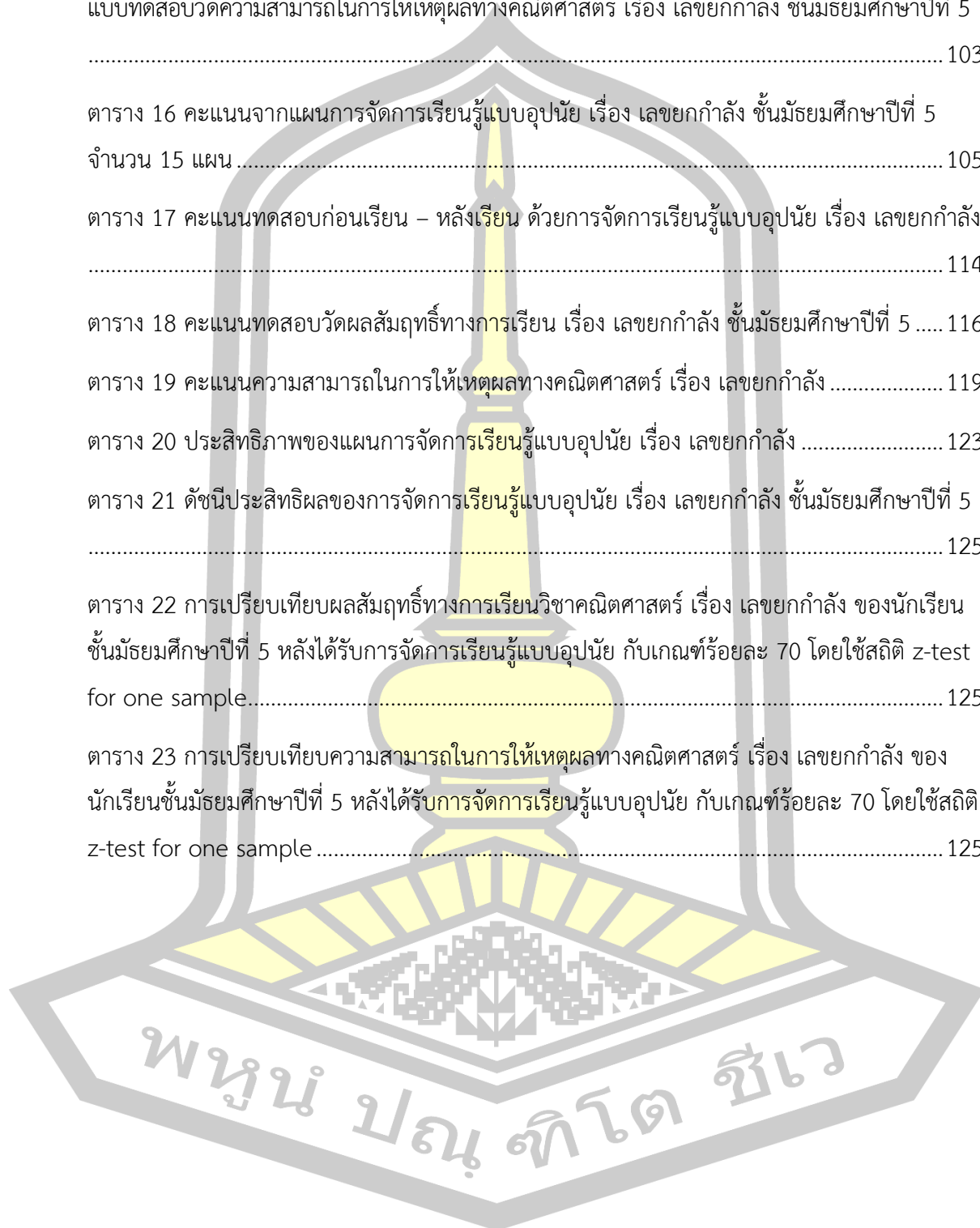


สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนการทำข้อสอบแบบอัตนัย ทักษะ/กระบวนการ การให้เหตุผล	27
ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	28
ตาราง 3 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงสอน เรื่อง เลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	46
ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ	49
ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบอัตนัย เรื่อง เลขยก กำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	51
ตาราง 6 แบบแผนการวิจัย (One Group Pretest - Posttest Design).....	53
ตาราง 7 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	62
ตาราง 8 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง	64
ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	64
ตาราง 10 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70	65
ตาราง 11 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง	96
ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	98
ตาราง 13 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .	100
ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	102

ตาราง 15 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	103
ตาราง 16 คะแนนจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 แผน	105
ตาราง 17 คะแนนทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง	114
ตาราง 18 คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	116
ตาราง 19 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง	119
ตาราง 20 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง	123
ตาราง 21 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	125
ตาราง 22 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ z-test for one sample.....	125
ตาราง 23 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ z-test for one sample	125



สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ถูกต้อง สมบูรณ์.....	70
ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่มี ข้อผิดพลาด ข้อที่ 1.....	71
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่มี ข้อผิดพลาด ข้อที่ 2.....	71
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่มี ข้อผิดพลาด ข้อที่ 3.....	72
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มี ข้อผิดพลาด ข้อที่ 4.....	73
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่มี ข้อผิดพลาด ข้อที่ 5.....	74



บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มีการกำหนดกรอบสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดตามชั้นปี ที่คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือการเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน 5 ทักษะ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์แห่งการคิดและเป็นเครื่องมือสำคัญต่อการพัฒนาศักยภาพของสมองในด้านทักษะและกระบวนการคิด และเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของวิชาอื่นหรือใช้เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่สำคัญซึ่งถูกบรรจุไว้ในหลักสูตรเสมอมา (สุวร กาญจนมยุร, 2544) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์จึงต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และพัฒนาการทางสมองเน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้ และคุณธรรม (กรมวิชาการ, 2546) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้การเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ดังนั้นเพื่อเป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงจัดเป็น 3 สาระ ซึ่งประกอบด้วย จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และ

สถิติและความน่าจะเป็น โดยบทเรียน เรื่องเลขยกกำลัง เป็นหน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต ซึ่งเป็นพื้นฐานในการคำนวณและใช้ประโยชน์ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ ดังนั้นหากนักเรียนขาดความรู้และทักษะกระบวนการในเรื่องเลขยกกำลัง จะส่งผลให้การเรียนรู้ในเรื่องอื่นที่เกี่ยวข้องไม่ประสบความสำเร็จตามไปด้วย ซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาของการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากพบว่าในปีการศึกษาที่ผ่านมาตลอดระยะเวลาหลายปี มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด มีความบกพร่องในการใช้ความรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ต้องนำมาใช้ในการเรียนรู้บทเรียนอื่น ๆ เช่น ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความน่าจะเป็น ในส่วนของการหาจำนวนวิธีที่จะเกิดขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาคือ ไม่สามารถคำนวณจำนวนวิธีที่จะเกิดขึ้นได้เพราะไม่ทราบความหมายของเลขยกกำลัง และไม่สามารถดำเนินการเลขยกกำลังให้ถูกต้องได้ เป็นต้น

ทั้งจากปัญหาที่พบว่านักเรียนมักใช้เครื่องคิดเลข เพราะทำให้ได้คำตอบรวดเร็ว เมื่อใช้เครื่องคิดเลขจนติดเป็นนิสัยจึงส่งผลให้ลืมวิธีการคำนวณและขาดการคิดอย่างเป็นกระบวนการ ไม่สามารถอธิบายหรือถ่ายทอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจถึงความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ หรือสาเหตุหนึ่งเกิดจากปัญหาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียน ซึ่งครูผู้สอนมักเน้นให้นักเรียนใช้ความจำมากกว่ากระบวนการคิด เป็นการอธิบายและแสดงเหตุผลกำกับไว้โดยหนังสือเรียนและครูผู้สอนเอง ทำให้การดำเนินการสอนของครูเป็นลักษณะของรูปแบบการสื่อสารทางเดียวเท่านั้น ขาดการปลูกฝังให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต รู้จักการสำรวจ การตั้งข้อคาดการณ์พร้อมทั้งให้เหตุผลเชิงพิสูจน์ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำนานมากขึ้นอีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนแบบอุปนัย เป็นกิจกรรมการสอนรูปแบบหนึ่งที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นวิธีการสอนที่ผู้สอนต้องนำเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างที่มีหลักการที่ผู้สอนต้องการ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นรูปแบบและได้เรียนรู้โดยอาศัยการสังเกตเปรียบเทียบสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันแล้วสามารถสรุปเป็นความคิดรวบยอดจากตัวอย่างต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง โดยขั้นตอนการสอนแบบอุปนัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1.) ขั้นเตรียม เป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะเรียน

โดยการทบทวนความรู้เดิม ให้พร้อมที่จะใช้ในการเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ และบอกจุดประสงค์ในการเรียนให้เข้าใจ 2.) ชั้นกิจกรรม เป็นชั้นที่ครูนำเสนอตัวอย่างหรือกรณีต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้พิจารณา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบลักษณะร่วมที่สำคัญเป็นกฎเกณฑ์ได้ สำหรับการนำเสนอตัวอย่างนั้นควรเสนอหลาย ๆ ตัวอย่างให้มากพอที่จะทำให้ผู้เรียนสรุปเป็นกฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเอง 3.) ชั้นเปรียบเทียบ เป็นการให้ผู้เรียนพิจารณาองค์ประกอบร่วมที่คล้ายคลึงในตัวอย่างที่ครูนำเสนอเพื่อเตรียมไว้เป็นข้อมูลในการสรุปเป็นกฎเกณฑ์ต่อไป 4.) ชั้นสรุป เป็นการนำผลการเปรียบเทียบและค้นหาลักษณะร่วมที่ได้ดำเนินการไว้มาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตรด้วยตัวผู้เรียนเอง 5.) ชั้นนำความรู้ไปใช้เป็นการทดสอบความเข้าใจนักเรียนเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตรที่ผู้เรียนสรุปได้ว่าสามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาได้หรือไม่ โดยการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหรือทำแบบฝึกหัด (ทศนา แคมมณี, 2556)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยสนใจที่จะนำวิธีการสอนแบบอุปนัย มาใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพราะเป็นเนื้อหาที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความบกพร่อง และครูผู้สอนมักเน้นให้นักเรียนเรียนรู้โดยใช้ความจำจากในหนังสือเรียนมากกว่าส่งเสริมกระบวนการคิด ทำให้ความรู้ที่นักเรียนได้รับนั้นเป็นความจำระยะสั้น นอกจากนี้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีดังกล่าวยังส่งเสริมให้เรียนรู้โดยเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายากเพื่อเป็นการช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเป็นขั้นตอน นั่นคือผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลก็สามารถศึกษาในส่วนเนื้อหาที่เหมาะสมกับตนเองและเลือกวิธีการให้เหตุผล อธิบาย ถ่ายทอด ให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างเป็นธรรมชาติ สร้างกำลังใจ และเป็นการช่วยเหลือให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ทั้งนี้ตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องควบคุมไม่ให้ผู้เรียนใช้เครื่องคิดเลข หรืออุปกรณ์ในการคำนวณต่าง ๆ จึงจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของงานวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง เลขยกกำลัง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย มีความสามารถในการให้เหตุผลทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเตรียม
อุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 112 คน
จาก 4 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบอิสระความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนเตรียม
อุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 37 คน
ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม
จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบอิสระความสามารถ

ขอบเขตทางด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ

การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

ตัวแปรตาม

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เรื่อง เลขยกกำลัง ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อยจำนวน 15 คาบ ดังนี้

- เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	5	คาบ
- เรื่อง รากที่ n ของจำนวนจริง	6	คาบ
- เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	4	คาบ

ขอบเขตด้านระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาในการทำวิจัย 17 คาบ ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนการสอน 15 คาบ และทำการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน 2 คาบ โดยผู้วิจัยสอนด้วยตนเอง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง เลขยกกำลัง ที่สูงขึ้น
2. ผู้สอนได้แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ ของนักเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย หมายถึง การสอนที่นำผู้เรียนไปสู่การพิสูจน์ข้อเท็จจริง หลักการหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ โดยการให้ตัวอย่างเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกสังเกต เปรียบเทียบสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันในตัวอย่างเพื่อที่จะได้นำลักษณะดังกล่าวมาสรุปเป็นความคิดรวบยอด ซึ่งแบ่งการจัดการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการทบทวนความรู้เดิม ระบุแนวทางการทำกิจกรรม เพื่อที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายนั้น
2. ขั้นนำเสนอตัวอย่าง เป็นการยกตัวอย่างที่มีหลักการตามจุดประสงค์การเรียนรู้ นั้น ให้ได้พิจารณาหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อพิจารณาเปรียบเทียบสรุปเป็นหลักการ แนวคิด หรือ

กฎเกณฑ์ ซึ่งการนำเสนอตัวอย่างควรเสนอหลาย ๆ ตัวอย่างให้มากพอที่ผู้เรียนสามารถสรุปเป็นหลักการหรือหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ได้

3. **ขั้นเปรียบเทียบ** เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำการสังเกต ค้นคว้า วิเคราะห์ รวบรวม เปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันขององค์ประกอบในตัวอย่าง แยกแยะข้อแตกต่าง มองเห็นความสัมพันธ์ในรายละเอียดที่เหมือนกันหรือต่างกัน

4. **ขั้นสรุป** เป็นการให้ผู้เรียนนำข้อสังเกตต่าง ๆ จากตัวอย่างมาสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือนิยามด้วยตัวผู้เรียนเอง

5. **ขั้นนำไปใช้** ในขั้นนี้ผู้สอนจะเตรียมตัวอย่างข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์หรือความคิดใหม่ ๆ ที่หลากหลายมาให้ผู้เรียนใช้ในการฝึกความรู้ ข้อสรุปไปใช้ หรือผู้สอนอาจให้โอกาสผู้เรียนช่วยกันยกตัวอย่างจากประสบการณ์ของผู้เรียนเองเปรียบเทียบก็ได้ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวัน และจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น รวมทั้งเป็นการทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอีกด้วย

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายให้เหตุผลเกี่ยวกับเงื่อนไข สาเหตุปัญหา วิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง เลขยกกำลัง เพื่อประโยชน์ในการดำเนินการแก้ปัญหา การตัดสินใจ การประเมินคุณค่าของคำตอบและสร้างความรู้ใหม่ของผู้เรียนด้วยการวิเคราะห์หลักการ กฎเกณฑ์ การสรุปความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้และตรวจสอบความถูกต้องของการดำเนินการแก้ปัญหา ด้วยความรู้ความเข้าใจอย่างมีเหตุผล วัดโดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบอัตนัยเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ

ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 70/70 ดังนี้

70 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน การทำใบกิจกรรม และการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

70 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการประเมินการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

ดัชนีประสิทธิผล (E.I) หมายถึง ค่าที่แสดงถึงความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนทดสอบก่อนเรียน กับคะแนนทดสอบหลังเรียน และคะแนนเต็มหรือคะแนนสูงสุด กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน

เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ โดยผู้วิจัยกำหนดผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนรู้ของเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) ดังนี้

- 80 – 100 หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม
- 75 – 79 หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดีมาก
- 70 – 74 หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดี
- 65 – 69 หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ค่อนข้างดี
- 60 – 64 หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ปานกลาง
- 55 – 59 หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ พอใช้
- 50 – 54 หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ผ่านเกณฑ์

ขั้นต่ำ

- 0 – 49 หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์ หากจะกล่าวได้ว่า ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 หมายความว่า ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ

70 คะแนน

พหุ ประถมศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหา และแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการวิจัย โดยมีรายละเอียดเนื้อหาครอบคลุมในเรื่อง ดังต่อไปนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
6. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1. งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2. งานวิจัยต่างประเทศ

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

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้องตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

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

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

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

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้เสนอว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

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

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง
2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาพ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน
3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง
4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ
5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

กรมวิชาการ (2544) ได้กล่าวถึงแนวการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่จำเป็น มีดังนี้

1. การพัฒนาทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา การพัฒนาทักษะและกระบวนการด้านนี้ นับว่าเป็นเรื่องยากพอสมควรสำหรับผู้สอน นักเรียนส่วนใหญ่จะพัฒนาได้ดีในทักษะการคิดคำนวณ แต่เมื่อพบโจทย์ปัญหา มักจะไม่สามารถดำเนินการวิเคราะห์โจทย์ รวมถึงการหารูปแบบแนวคิดในการแก้ปัญหานั้น ดังนั้นการพัฒนาทักษะและกระบวนการในด้านนี้ ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือเกมที่น่าสนใจ ทำท่ายให้อยากคิด เริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับ ศักยภาพของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่ม โดยเริ่มจากปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมา ประยุกต์ก่อน ต่อจากนั้นเพิ่มสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา ในการเริ่มต้นพัฒนา ผู้เรียนให้มีทักษะในกระบวนการแก้ปัญหา และผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับ กระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนก่อน แล้วจึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ในการจัดให้เรียนรู้ กระบวนการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอนนั้น เมื่อผู้เรียนเข้าใจกระบวนการแล้ว การพัฒนาให้มีทักษะ

ผู้สอนควรเน้นฝึกการวิเคราะห์แนวคิดอย่างหลากหลายในชั้นวางแผนแก้ปัญหาให้มาก เพราะเป็นขั้นตอนที่สำคัญและยากสำหรับผู้เรียน

2. การพัฒนาทักษะและกระบวนการให้เหตุผลการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ และสามารถสอดแทรกได้ในการเรียนทุกเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ด้วย องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักให้เหตุผล มีดังนี้

2.1 ให้ผู้เรียนได้พบโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจเป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้

2.2 ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง

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

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

3.1 กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

3.2 ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะแนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอการฝึกทักษะกระบวนการนี้ ต้องทำอย่างต่อเนื่องโดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนคิดตลอดเวลาที่

เห็นปัญหา ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร เขียนรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพตาราง หรือกราฟใดช่วยในการสื่อสารความหมาย

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

4.1 มีแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น

4.2 มีความรู้เนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี

4.3 มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยง ระหว่างความรู้และทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง

4.4 มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย

4.5 มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้ หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ได้พัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอเพื่อให้ผู้เรียนเห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติจริง และมีทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนไปศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้นแล้วนำเสนองานต่อผู้สอน และผู้เรียนได้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

5. การพัฒนาทักษะและกระบวนการความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ บรรยากาศที่ช่วยส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้แก่การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ ภายใต้การให้คำแนะนำปรึกษาของครูผู้สอนการแก้ปัญหาควรจัดในลักษณะร่วมกันแก้ปัญหา อภิปรายร่วมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอแนวคิดที่หลากหลายปัญหาปลายเปิดนับเป็นปัญหาที่ช่วยสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน และครูต้องยอมรับแนวคิดหรือวิธีการที่หลากหลายของผู้เรียน นอกจากนี้การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างปัญหาขึ้นเอง ให้มีโครงสร้างของปัญหาล้ำกับ

ปัญหาเดิม ที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาแล้ว จะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหาเดิมอย่างแท้จริง และเป็นการช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนอีกด้วย

การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ มีทักษะและกระบวนการ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ผู้สอนจะต้องบูรณาการเนื้อหาและทักษะกระบวนการ เข้าด้วยกัน ตลอดจน จัดกิจกรรมสร้างเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ ฝึกการทำงานที่เป็นระบบ มีระเบียบวินัย รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ นักการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้พยายามชี้ให้เห็นว่าการให้เหตุผลและการคิดมีส่วนเกี่ยวข้องกัน โดยได้มีผู้ให้ความหมายของคำทั้งสองไว้ดังนี้

O'Daffer (1990) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ และเป็นการคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิดสำหรับการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจรูปแบบ แนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนั้น อีกทั้งการคิดทางคณิตศาสตร์ยังทำให้เกิดวิธีการเชิงระบบสำหรับปัญหาเชิงปริมาณ และได้กล่าวย้ำเพิ่มเติมว่าถ้าการเรียนเน้นที่การเรียนรู้มากกว่าการมุ่งหาคำตอบหรือผลลัพธ์เพียงอย่างเดียว ไม่เพียงแต่เป็นประโยชน์ด้านเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิด และให้เหตุผลได้ด้วย

Krulik, S. and Rudnick (1995) ได้กล่าวถึง การให้เหตุผลว่าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดเช่นเดียวกับ O'Daffer โดยให้ความเห็นว่าเป็นการคิดที่อยู่เหนือระดับของการคิดขั้นระลึกได้ (recal) ซึ่งการให้เหตุผลจะประกอบด้วย การคิดขั้นพื้นฐาน (Basic thinking) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) และความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) และกล่าวว่า การคิดหมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด ซึ่งนักเรียนต้องสร้างความคาดการณ์หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผลพร้อมทั้งอธิบายข้อสรุปและข้อยืนยันนั้น ข้อสรุปดังกล่าวเป็นการนำมารวมกันจนกลายเป็นความรู้ใหม่ได้

Baroody (1993) ได้กล่าวถึง การให้เหตุผลที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ว่ามี 3 ประเภท โดยเพิ่มการให้เหตุผลแบบสามัญสำนึก (Intuitive reasoning) เป็นอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ (Insight) หรือเกิดจากกลางสังหรณ์ ไม่ได้มีข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดในการตัดสินใจ หรือตัดสินใจจากสิ่งที่เห็นได้ไม่ได้ชัดเจน หรือจากความรู้สึกภายในส่วนอีก 2 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัยเช่นเดียวกับของ O'Daffer เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทั้ง 3 ประเภท Baroody กล่าวว่า ในกระบวนการการสืบค้นทางคณิตศาสตร์มักเริ่มด้วยการสรุปจาก การให้เหตุผลแบบอุปนัยที่เรียกว่าการสร้างข้อคาดเดา (Conjecture) แล้วตรวจสอบข้อคาดเดาโดยการพิสูจน์ซึ่งก็คือการให้เหตุผลแบบนิรนัยนั่นเอง

ขอบใจ สาสิทธิ์ (2545) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลเพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถสรุปความคิดรวบยอดแล้วขยายหลักการไปสู่สิ่งอื่น

วิสุดา รักชู (2547) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง การแสดงแนวคิดเกี่ยวกับ การสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้เสนอไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

ทิตินา แคมมณี และคณะ (2544) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลว่า เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักเหตุผล โดยสามารถจำแนกข้อมูลที่ เป็นข้อเท็จจริง และพิจารณาเรื่องที่คิดบนพื้นฐานของข้อเท็จจริงโดยใช้หลักเหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ ดังนี้

- 1) สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้
- 2) สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัยหรืออุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้
- 3) สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและอุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้

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

ศศิธร แม่นสงวน (2556) ได้ให้ความหมายโดยสรุปว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์

และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

จากความหมายดังที่ได้กล่าวมา สรุปเป็นความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเหตุและผล เพื่อหาคำตอบ หรือข้อสรุปเป็นความคิดรวบยอดที่สมเหตุสมผล มีการอธิบายหรือการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และขยายหลักการไปสู่ความคิดอื่น

2. ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

วิสุตา รักชู (2547) ได้สรุปประเภทการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการอ้างอิงความรู้ ข้อมูล หรือประสบการณ์เดิมซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง แล้วนำไปสู่ข้อสรุป 2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้รูปแบบการลงความเห็นที่สมเหตุสมผล ในการสรุป โดยจะนำเอาอนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ และหลักทางตรรกศาสตร์มาช่วยให้ได้ผลสรุป

เลิศ สิทธิโกศล (2540) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยสรุปผลจากเหตุย่อย ๆ หลาย ๆ เหตุหรือความรู้อย่อย ๆ หลาย ๆ ความรู้ โดยที่แต่ละเหตุหรือความรู้นั้นเป็นอิสระต่อกัน 2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผลโดยสรุปผลจากเหตุใหญ่ หรือความรู้ใหญ่ มาเป็นความรู้อย่อย ผลสรุปจะเห็นได้ว่า ผลสรุปที่ได้จากการให้เหตุผลแบบนิรนัยนี้ ถูกบังคับจากเหตุหรือความรู้เดิมที่ยอมรับกันมาแล้วอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้น ผลสรุปที่ได้จึงอยู่ในวงจำกัดเฉพาะเหตุเท่านั้นจะสรุปผลกว้างกว่านี้ไม่ได้ การให้เหตุผลแบบนี้พบมากในวิชาคณิตศาสตร์ โดยจะนำเอาอนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ และหลักทางตรรกศาสตร์มาช่วยให้ได้ผลสรุปซึ่งถ้าหากสรุปสมเหตุสมผล (valid) ก็จะเกิดเป็นกฎ (law) หรือทฤษฎีบท (theorem) ตามมา

Eysenck, H.J., Wurzburg, W.A. and Berne (1972) ได้แบ่งการให้เหตุผล ออกเป็น 2 วิธี คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย ดังนี้ 1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) เป็นความสามารถในการหาเหตุผลจากหลักใหญ่ไปหาหลักย่อย หมายความว่า เป็นการนำเอาความรู้เดิมที่เป็นส่วนใหญ่มาเป็นข้ออ้าง แล้วดูความสัมพันธ์ ความสอดคล้องหรือคล้ายตาม เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ ที่เป็นส่วนย่อยซึ่งเป็นผลสรุปที่สมเหตุสมผล 2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) เป็นความสามารถในการหาเหตุผลจากหลักย่อย

ไปหาหลักใหญ่ เป็นการสรุปจากข้อเท็จจริงย่อย ๆ แล้วหากฎหรือเกณฑ์ทั่วไปในการรวมส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นเข้าด้วยกัน

Baroody, A.J. and Coslick (1993) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่ามี 3 ประเภท โดยเพิ่มการให้เหตุผลเชิงหยั่งรู้ (Intuitive reasoning) ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ (Insight) หรือเกิดจากกลางสังหรณ์ ไม่ได้มีข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดในการตัดสินใจ จึงตัดสินใจจากข้อมูลที่เห็นหรือจากความรู้สึกภายใน เหตุผลเชิงหยั่งรู้จึงเป็นเหตุผลที่วางอยู่บนสิ่งที่ปรากฏหรือข้อสมมติฐาน ซึ่งสิ่งที่ปรากฏอาจถูกหรือผิดก็ได้ ส่วนอีก 2 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัยเช่นเดียวกับ Eysenck and others (1972)

3. องค์ประกอบที่ช่วยในการให้เหตุผล

องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักให้เหตุผล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) มีดังนี้

- 3.1 ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้
- 3.2 ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง
- 3.3 ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร การเริ่มต้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้และเกิดทักษะในการให้เหตุผล ผู้สอน ควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน และคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะอย่างกว้าง ๆ โดยใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” เป็นต้น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้าแล้วผู้เรียนคิดว่า จะเป็นอย่างไร” ผู้เรียนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินใจด้วย คำว่า “ไม่ถูกต้อง” แต่อาจใช้คำพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่าคำตอบที่ผู้เรียนตอบมามีบางส่วนถูกต้อง ผู้เรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น

4. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

- 4.1 ลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีผู้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

กรมวิชาการ (2544) ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่เหมาะสมที่จะใช้วัด ความสามารถในการ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ว่าควรใช้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ ควรเป็นปัญหา ปลายเปิด ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็น หรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

วิสุตา รักชู (2547) แบบทดสอบที่จะใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ยังนิยมใช้แบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ และควรจะใช้แบบทดสอบเขียนตอบควบคู่ กัน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแบบทดสอบที่จะใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำมาปรับสร้างเป็นแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

5. ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาและการอธิบาย ขอบเขตของปรากฏการณ์ บุคคลที่สามารถคิดและวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลจะสามารถมองเห็น รูปแบบ โครงสร้าง หรือลักษณะของสถานการณ์ทั้งในโลกแห่งความจริงและสิ่งของที่เป็นสัญลักษณ์ คนที่คิดและวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลจะตั้งคำถามเมื่อพบรูปแบบที่มีความคลาดเคลื่อน หรือเมื่อเกิดข้อ สงสัยต้องการเหตุผล บุคคลเหล่านี้ก็จะคาดคะเนและพิสูจน์ข้อคาดคะเนนั้น จนกระทั่งได้ข้อสรุปที่ สมเหตุสมผล ดังนั้นการให้เหตุผลจึงจำเป็นต่อทั้งการเรียนคณิตศาสตร์และการนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน ซึ่ง Baroody, A.J. and Coslick (1998) กล่าวว่า การให้เหตุผลจำเป็นต่อการทำงาน ทางคณิตศาสตร์เพราะ

- 1) การให้เหตุผลสามารถส่งเสริมอำนาจทางคณิตศาสตร์ ด้วยการช่วยให้นักเรียน มองเห็นว่าคณิตศาสตร์มีความเป็นเหตุเป็นผลและสามารถทำความเข้าใจได้
- 2) การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนการสอนและการใช้ชีวิต การค้นพบ รูปแบบและการใช้เหตุผล “ถ้า...แล้ว..” สามารถนำไปใช้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และเนื้อหาอื่น ๆ ได้ นอกจากนี้การประเมินข้อโต้แย้งยังเป็นสิ่งจำเป็นในการตัดสินใจอีกด้วย ข้อมูลจากการให้เหตุผลของ นักเรียนมีความสำคัญโดยอาจทำให้ครูสามารถ ดำเนินการในสิ่งต่อไปนี้ (อัมพร ม้าคนอง, 2547)

- 2.1 อธิบายระดับพัฒนาการของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์หนึ่ง ๆ
- 2.2 ระบุความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรืออุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียน พร้อมทั้งเหตุผล
- 2.3 วิเคราะห์แนวคิดใหม่ (emerging ideas) ที่เกิดจากการให้เหตุผลของ นักเรียนเพื่อที่จะขยายความและอภิปรายร่วมกับนักเรียนคนอื่น ๆ
- 2.4 ระบุโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (mathematical structures) หรือ

ประเภทของปัญหาที่จำเป็นสำหรับการสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมายของนักเรียน

2.5 จัดหาสถานการณ์ที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน

2.6 ตรวจสอบผลของสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมในห้องเรียนที่มีต่อความคิดและความเข้าใจของนักเรียน

นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Stiggins (1994) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าการทำความเข้าใจโดยใช้เหตุผลช่วยให้นักเรียนเป็นนักคิดที่ดี ในบางโอกาสเราต้องให้การให้เหตุผลในลักษณะการวิเคราะห์เพื่อจะดูว่าส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ เข้ากับภาพโดยรวมของสิ่งนั้นหรือไม่ ในบางโอกาสเราต้องให้การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจความเหมือนกับความแตกต่าง

Artzt & Shirel (1999) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหาวิเคราะห์ปัญหาหรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้หากปราศจากการให้เหตุผล กล่าวได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ทักษะหนึ่ง ที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเพราะเป็นการฝึกฝนให้เกิดทักษะหรือความชำนาญ ไม่ใช่เพียงเป็นเรื่องของการหาค่าความจริงที่เป็นจริงหรือเท็จเท่านั้น ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเรื่องที่นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในการเรียนการทำงานหรือในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น ซึ่งเราไม่สามารถดำเนินการในคณิตศาสตร์โดยปราศจากเหตุผลซึ่งกระบวนการคิดในลักษณะนี้นักเรียนต้องใช้ในการคิดหลากหลายลักษณะ นักเรียนต้องใช้ในการคิดที่หลากหลาย เช่น การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้เสนอถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิด อย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต ดังนั้นการคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์

จากความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อ

การเรียนรู้ของนักเรียนทำให้นักเรียนเป็นนักคิดที่มีเหตุผล สามารถวิเคราะห์สาเหตุปัญหาและผลที่จะเกิดขึ้นของปัญหานั้น ๆ และวางแผนในการแก้ปัญหาได้ในชีวิตจริง

6. แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถใช้เหตุผลและสืบเสาะข้อาคัดคะเน พัฒนาและประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเลือกและใช้วิธีการให้เหตุผลและการพิสูจน์ได้ หลากหลายนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Rowan & Morrow (1993) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญมาก ครูต้องจัดบรรยากาศที่แสดงให้นักเรียนเห็นว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้องซึ่งบรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว เป็นบรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดได้กระทำและสรุปพร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดสั้น ๆ

Baroody, A.J. and Coslick (1998) กล่าวว่า การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

- 1) การให้เหตุผลควรบูรณาการอยู่ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทุกระดับชั้น นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้ใช้การให้เหตุผลแบบหยั่งรู้และแบบอุปนัยเพื่อคาดการณ์และการใช้เหตุผลแบบนิรนัยง่าย ๆ เช่น การใช้เหตุผล “ถ้า...แล้ว..”
- 2) ช่วยให้นักเรียนเห็นว่า มีรูปแบบที่แตกต่างกันมากมาย ทั้งกฎเกณฑ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ สิ่งของ และจำนวน
- 3) ใช้กิจกรรมที่มีการจำแนกชัดเจนก่อน
- 4) ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินการคาดการณ์และการนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน

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) ยังได้เสนอถึงสิ่งที่ผู้สอนควรดำเนินการมีดังนี้

1. ตั้งเป้าหมายให้ชัดเจน ครูควรพิจารณาในรายละเอียดว่าระดับชั้นนั้นต้องการให้นักเรียนมีความสามารถอะไรบ้าง เช่น การให้เหตุผล การมีทักษะ การนำไปใช้ การตัดสินใจ และ สรุปผลได้มากน้อยเพียงใด ครูควรตระหนักว่าเป้าหมายนั้นมีความสำคัญ มีคุณค่าในชีวิตของนักเรียน และต้องกำหนดการประเมินให้บรรลุเป้าหมาย

2. ปรับแนวคิดในการสอน การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลสามารถทำควบคู่ไปกับการสอนได้ทุกอย่างโดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดเองมากขึ้น เช่น จัดให้มีการอภิปราย ถามให้นักเรียนเล่าความคิด ชี้แจงเหตุผลประกอบ ซึ่งเป็นการแสดงเหตุผลอย่างง่าย ๆ เพื่อให้นักเรียน ได้เคยชินกับการคิดอย่างมีเหตุผล และการชี้แจงนี้จะเป็นโอกาสให้นักเรียนได้ย้อนกลับมาพิจารณา แนวคิดของตนเอง ทำความเข้าใจให้แจ่มชัดขึ้น และปรับแต่งแนวคิดได้อย่างมีเหตุผลตลอดจน ประเมินเหตุผลของผู้อื่นว่าควรเชื่อถือหรือไม่ เมื่อนักเรียนแสดงเหตุผล ครูควรอาศัยการสรุปเหตุผลของนักเรียน ปรับแต่งเหตุผลนั้นให้รัดกุม เพื่อให้นักเรียนได้ซึมซับวิธีการให้เหตุผลที่ดี

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

อัมพร ม้าคนอง (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 และที่สำคัญนักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจความถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ของตนเองมากกว่าการที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอกหรือตามหนังสือเขียนไว้

ศศิธร แม้นสงวน (2556) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า ควรเริ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การวิเคราะห์ และการสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผลภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดและแก้ปัญหา ร่วมกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลว่าควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1) ให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีเหตุผล
- 2) ให้นักเรียนฝึกคิดอย่างมีเหตุผล
- 3) ให้นักเรียนฝึกเป็นผู้ให้เหตุผล
- 4) ให้นักเรียนฝึกเขียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนทำเพื่อหาคำตอบ
- 5) ให้นักเรียนฝึกให้เหตุผลในการอธิบายหรืออภิปราย
- 6) ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ประเมินการให้เหตุผลของผู้อื่น
- 7) ให้นักเรียนรู้จักใช้เหตุผลเป็นเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบหรือ

พิจารณา ความถูกต้อง

- 8) ให้นักเรียนได้อาศัยการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผล

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า การให้เหตุผลและการคิดมีส่วนสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด อีกทั้งยังเป็น พื้นฐานที่สำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ นักการศึกษาจึงให้ความสนใจและพยายามศึกษา ทดลองเพื่อหาว่าทักษะการคิดอะไรที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล สอนอย่างไรจึงจะทำให้เกิดทักษะที่ต้องการเหล่านั้น โดย Brandt (1984) ได้กล่าวถึง การสอนเกี่ยวกับ การคิดไว้ดังนี้

- 1) การสอนเพื่อการคิด (Teaching for thinking) เป็นการสอนที่เน้นด้านเนื้อหาวิชาการ โดยการสร้างสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียนและโรงเรียน เช่น การสร้างห้องสมุดที่มีหนังสือ แหล่งความรู้ คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต ที่นักเรียนสามารถสืบค้นหาความรู้ได้ และมุมหนังสือในห้องเรียน เพื่อเป็นการส่งเสริมการศึกษาหาความรู้ สนับสนุนการคิด ทำให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญาและนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการคิด

- 2) การสอนการคิด (Teaching of thinking) เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการทางสมอง เป็นการปลูกฝังทักษะการคิดโดยตรง เนื้อหาที่นำมาสอนอาจจะไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่นักเรียนเรียนอยู่ในโรงเรียน แต่การเรียนเนื้อหานี้จะทำให้นักเรียนได้ใช้การคิดเชิงตรรกะ การคิดวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ การตัดสินใจและ การสื่อสาร

- 3) การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about thinking) เป็นการสอนที่เน้นการ

ใช้ทักษะการคิด ทำให้นักเรียนตระหนักในกระบวนการคิดของตน เกิดทักษะกระบวนการคิดที่เรียกว่า metacognition โดย นักเรียนทราบว่าคุณจะรู้อะไร ต้องการทราบอะไร และยังไม่รู้อะไรสามารถค้นหา ข้อบกพร่องของตนได้และแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องนั้น

4) การสอนด้วยการคิด (Teaching with thinking) เป็นการสอนที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) โดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในงานที่ได้รับมอบหมายได้ช่วยกัน คิด ช่วยกันทำ ทำให้ได้ เรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีความชำนาญในการคิดมากขึ้น และการสอนด้วยวิธีนี้ยัง ช่วยพัฒนาทักษะทางด้านสังคมอีกด้วย

Guilford, J.P. (1971) ได้กล่าวไว้ว่าการพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการ ให้เหตุผลนั้นต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลเป็น สิ่งจำเป็นที่โรงเรียนควรจัดทำ และเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยสอนควบคู่กับวิชาปกติ หรือสถานการณ์ ต่าง ๆ ที่เหมาะสม

กรมวิชาการ (2545) ที่กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลว่า การฝึก ให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้นสามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาวิชา ของคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ด้วย นอกจากนี้ยังได้เสนอองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริม ให้ผู้เรียน สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักการให้เหตุผลดังนี้

1. ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ ยากเกิน ความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผล
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการ ให้เหตุผลของตัวเอง
3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้อง ตามหลักเกณฑ์ หรือไม่ขาดตกบกพร่องอย่างไร

Lappan, G. & Schram (1989) ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการคิดและการให้ เหตุผล เป็นทักษะที่ต้องใช้การฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลาย และควรได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง จากบรรยากาศของชั้นเรียนที่สนับสนุนให้มีการอธิบายแลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผล และ แก้ปัญหาร่วมกัน ดังนั้น ในการพัฒนาทักษะในการคิดและการให้เหตุผล ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียน ได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหา วิธีการพิสูจน์ สังเกต แบบรูป ชี้แจง เหตุผลของแนวคิดโดยการอธิบายแบบรูป แสดงด้วยภาพหรือแบบจำลองและตอบคำถามต่าง ๆ การสร้างข้อความคาดการณ์ การกำหนดแบบจำลอง และการอธิบาย ซึ่งเป็น ลักษณะของการให้ เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์จากคำกล่าวที่ว่า “คณิตศาสตร์ คือ การให้เหตุผล” และการให้เหตุผลเป็น เครื่องมือที่สำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์

จากแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนควรจัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการคิด มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายเพื่อหาข้อสรุปพร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้น ๆ

7. การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้เสนอเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลไว้ดังนี้

Krulik, S. and Rudnick (1993) ได้อธิบายถึงเทคนิคการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.1 การสังเกต โดยครูควรเดินรอบ ๆ ห้อง เพื่อสังเกตความสามารถในการให้เหตุผลขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาในกลุ่มเพื่อนในห้อง

1.2 การทดสอบ ไม่ควรใช้ข้อสอบเลือกตอบ แต่ควรเป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล เพื่อดูการตัดสินใจของนักเรียน ซึ่งควรเป็นคำถามปลายเปิด

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

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้เสนอถึงการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลว่าสามารถประเมินโดยใช้แบบทดสอบ โดยที่นักเรียนสามารถหาคำตอบ และมีการเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล และนอกจากจะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผล ผู้ประเมินควรคำนึงถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้ด้วย

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

ในการประเมินผลควรจะคำนึงถึงจุดมุ่งหมายในการประเมินว่าประเมินเพื่ออะไร เช่น

- 4.1 ประเมินเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ เพื่อให้รู้ว่า

นักเรียนพร้อมที่จะเรียนคณิตศาสตร์เรื่องนั้น ๆ หรือไม่ เพื่อนำมาใช้คาดการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนแล้วนำมาออกแบบกิจกรรม การประเมินเพื่อจุดประสงค์ในลักษณะนี้ จะประเมินด้วยการวิเคราะห์ เก็บข้อมูลเป็นรายละเอียดในแง่มุมต่าง ๆ ตามที่ต้องการทราบ

4.2 ประเมินเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผล การประเมินเพื่อจุดประสงค์นี้เป็นการให้คะแนนทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ซึ่งครูอาจใช้การประเมินแบบองค์รวม โดยใช้เกณฑ์ที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วหรืออาจจะตั้งเกณฑ์ขึ้นเองจาก ประสบการณ์จริงที่พบได้จากนักเรียน

จากแนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้างต้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย

8. เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Goodrich (1997) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้การให้คะแนนแบบรูบริคเป็นสิ่งน่าสนใจสำหรับครูและนักเรียน ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการสอนสามารถสะท้อนและช่วยให้นักเรียนปรับปรุงการทำงานได้ตลอดเวลาเหมือนกับการตรวจตราของครู เกณฑ์ที่สร้างขึ้นจะช่วยให้นักเรียนได้นักเรียนเห็นถึงแนวทางในการทำงานที่จะทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายของเนื้อหานั้น ๆ ได้ดีขึ้น ดังนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดของการให้คะแนนแบบรูบริคก็คือการนิยามเกณฑ์หรือระดับของคุณภาพ

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค จะทำให้นักเรียนมีความละเอียดรอบคอบในการตัดสินคุณภาพของตนเองและผู้อื่น ทำให้ตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างงานที่เสร็จและงานที่มีคุณภาพ

3. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคจะช่วยลดเวลาของครูในการประเมินชิ้นงาน และเมื่อมีเกณฑ์ที่ชัดเจน นักเรียนก็สามารถวิเคราะห์และประเมินชิ้นงานของตนเองและผู้อื่นได้อย่างเที่ยงตรง มีความยุติธรรม เป็นที่ยอมรับของคนอื่นในชั้นเรียน

4. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคเป็นสิ่งที่ยากต่อการใช้และการอธิบายแก่ผู้อื่น ให้เข้าใจการประเมินหรือการให้คะแนนของตนเอง

เวซฤทธิ อังกะนภัทรขจร (2555) ได้อธิบายถึง เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคว่า โดยทั่วไปเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคมี 2 รูปแบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้และผลงานของนักเรียนโดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือ

พฤติกรรมของนักเรียนเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน

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

จากรายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการข้างต้น ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนน ความสามารถในการให้เหตุผลแบบภาพรวม (Holistic scoring) ซึ่งมีผู้ให้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลแบบบูรณาการ ดังนี้

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

ระดับ 6 ตอบแบบชัดเจน (Exemplary response) โดยให้คำตอบสมบูรณ์ ชัดเจน มีเหตุมีผล ไม่คลุมเครือและอธิบายได้ดีเยี่ยม ซึ่งรวมถึงการใช้แผนผังประกอบการอธิบาย ชัดเจน อ่านง่าย สามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เพื่อตอบคำถาม จำแนกส่วนประกอบสำคัญทั้งหมดของปัญหา ยกตัวอย่างที่ใช้และไม่ใช้ 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 แสดงออกถึง ความไม่เข้าใจ แนวคิดหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คำวนผิด นำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ ไปใช้ผิดแก้ปัญหาคิดวิธี

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

ตาราง 1 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 คำตอบอย่างชัดเจนได้ดังตาราง 2

พหุ ประถมศึกษา

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 : ดี	คำตอบถูกต้อง มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผล
2 : ผ่าน	คำตอบถูกต้อง มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผลบางส่วนหรือคำตอบผิดแต่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผล
1 : ปรับปรุง	ตอบถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดหรือเสนอแนวคิดประกอบไม่สมเหตุสมผล หรือคำตอบผิดแต่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบสมเหตุสมผลบางส่วน
0	คำตอบผิดและอธิบายผิดหรือไม่ตอบ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

1. ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

มีผู้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ ดังนี้
 ยุพิน พิพิธกุล (2530) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นวิธีการที่ครูจะยกตัวอย่างหลายๆตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนเห็นรูปแบบ เมื่อนักเรียนใช้การสังเกตเปรียบเทียบดูสิ่งที่มีลักษณะร่วมกัน สามารถนำไปสู่ข้อสรุปได้

วีณา ประชากุล และประสาธต์ เนื่องเฉลิม (2554) ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นการสอนจากรายละเอียดปลีกย่อยไปหากฎเกณฑ์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนรู้จักค้นหาข้อเท็จจริง และหลักการต่าง ๆ จากการสังเกตตัวอย่างที่สัมพันธ์กันอย่างเพียงพอ

ทิตินา แคมมณี (2556) ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการนำตัวอย่างข้อมูลความคิดเหตุการณ์สถานการณ์ปรากฏการณ์ที่มีหลักการแนวคิดที่ต้องการสอนให้แก่แก่นักเรียนแฝงอยู่มาให้นักเรียนตีความวิเคราะห์จนสามารถดึงหลักการแนวคิดที่แฝงอยู่ออกมาเพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไปกล่าวอย่างสั้น ๆ ได้ว่าเป็นการสอนที่ให้นักเรียนสรุปหลักการจากตัวอย่างต่าง ๆ ด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย หมายถึง การสอนที่ผู้สอนต้องนำเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างที่มีหลักการที่ผู้สอนต้องการ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นรูปแบบและ

ได้เรียนรู้โดยอาศัยการสังเกตเปรียบเทียบดูสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันแล้วสามารถสรุปเป็นความคิดรวบยอดจากตัวอย่างต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

2. ทฤษฎี/หลักการ

ทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบของบรูเนอร์ (Jerome Bruner) บรูเนอร์ เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ประมวลข้อมูลข่าวสารจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และสำรวจสิ่งแวดล้อม การรับรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่เลือกหรือสิ่งที่รับรู้ขึ้นกับความใส่ใจของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ การเรียนรู้จะเกิดจากการค้นพบ เนื่องจากผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้เกิดพฤติกรรมสำรวจสภาพสิ่งแวดล้อมและเกิดการเรียนรู้โดยการค้นพบขึ้น (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของแจมมณี (2556) เสนอว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนสามารถค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย (Inductive Method)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยมีลำดับขั้นตอนแตกต่างไปจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอื่น ๆ ได้มีผู้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ดังนี้

สนอง อินละคร (2544) เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียม คือการเตรียมตัวของนักเรียน เป็นการทบทวนความรู้เดิม กำหนดจุดมุ่งหมายและอธิบายความมุ่งหมายให้นักเรียนเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง
2. ขั้นสอนหรือขั้นแสดง คือการเสนอตัวอย่างหรือกรณีต่าง ๆ ให้นักเรียนพิจารณา
3. ขั้นเปรียบเทียบและรวบรวม เป็นขั้นองค์ประกอบรวม คือการที่นักเรียนได้มีโอกาสพิจารณาความคล้ายคลึงกันขององค์ประกอบในตัวอย่างเพื่อเตรียมสรุปกฎเกณฑ์ไม่ควรรีบร้อนหรือเร่งรีบเกินไป
4. ขั้นสรุป คือการนำข้อสังเกตต่าง ๆ จากตัวอย่างมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ นิยามหลักการ หรือสูตรด้วยตัวนักเรียนเอง
5. ขั้นนำไปใช้ คือขั้นทดลองความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกฎเกณฑ์หรือข้อสรุปที่ได้ว่าจะนำไปใช้แก้ปัญหาหรือทำแบบฝึกหัดอื่น ๆ ได้หรือไม่

วิชา ประชากร และประสาท เมืองเฉลิม (2554) เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียม เป็นขั้นนำผู้เรียนเข้าสู่บทเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับที่จะรับความรู้ใหม่ก่อนที่จะเรียน

ขั้นที่ 2 การสอน ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ตัวอย่างแก่ผู้เรียนจำนวนหลาย ๆ ตัวอย่างให้มากพอที่ผู้เรียนจะสังเกต พิจารณาและหาข้อสรุปจากตัวอย่างนั้น ๆ ได้ นอกจากการให้ตัวอย่างแล้วผู้สอนอาจจะให้ผู้เรียนสังเกตจากการทดลองด้วยตัวเองก็ได้

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้จากการพิจารณาสังเกตตัวอย่างต่าง ๆ หรือจากการทดลองมาวิเคราะห์ แยกแยะข้อแตกต่าง เพื่อเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ของรายละเอียดในส่วนที่เหมือนกัน เพื่อนำไปสู่การสรุป การให้คำนิยามและการตั้งเป็นกฎเกณฑ์ไว้

ขั้นที่ 4 การสรุป ขั้นนี้เป็นการสรุปจากตัวอย่างต่าง ๆ หรือการทดลองมาเป็นกฎเกณฑ์ นิยาม หรือสูตร

ขั้นที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นทดสอบผู้เรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในกฎเกณฑ์หรือขั้นที่สรุปได้ว่าจะสามารถนำไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดหรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันได้หรือไม่

ทิศนา ขัมมณี (2556) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยดังนี้

1. ผู้สอนและ/หรือนักเรียนยกตัวอย่าง/ข้อมูล/สถานการณ์/เหตุการณ์ปรากฏการณ์/ความคิดที่เป็นลักษณะย่อยของสิ่งที่จะเรียนรู้
2. ผู้เรียนศึกษาและวิเคราะห์หาหลักการที่แฝงอยู่ในตัวอย่างนั้น
3. ผู้เรียนสรุปหลักการ/แนวคิดที่ได้จากตัวอย่างนั้น
4. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากเอกสารที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะเรียนโดยการทบทวนความรู้เดิมให้พร้อมที่จะใช้ในการเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ บอกจุดประสงค์ในการเรียนให้เข้าใจ
2. ขั้นนำเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ครูนำเสนอตัวอย่างหรือกรณีต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้

พิจารณา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบลักษณะร่วมที่สำคัญเป็นกฎเกณฑ์ได้ สำหรับการนำเสนอ ตัวอย่างนั้นควรเสนอหลาย ๆ ตัวอย่างให้มากที่สุดที่จะทำให้ผู้เรียนสรุปเป็นกฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเอง

3. ขั้นเปรียบเทียบ เป็นการให้ผู้เรียนพิจารณาองค์ประกอบร่วมที่คล้ายคลึงใน ตัวอย่างที่ครูนำเสนอเพื่อเตรียมไว้เป็นข้อมูลในการสรุปเป็นกฎเกณฑ์ต่อไป
4. ขั้นสรุป เป็นการนำผลการเปรียบเทียบและค้นหาลักษณะร่วมที่ได้ดำเนินการไว้มาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตรด้วยตัวผู้เรียนเอง
5. ขั้นนำไปใช้ เป็นการทดสอบความเข้าใจนักเรียนเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตร ที่ผู้เรียนสรุปได้ว่าสามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาได้หรือไม่ โดยการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหรือทำแบบฝึกหัด

4. คุณค่าหรือประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ดังนี้

สิริพร ทิพย์คง (2546) ได้สรุปข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ว่า วิธีสอนแบบอุปนัย ช่วยทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิด มีความเข้าใจอย่างต่อเนื่องมีความสนใจในการติดตาม ค้นหาเหตุผลและค้นพบข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ทำให้มีความเข้าใจอย่างชัดเจนและจดจำได้นาน และสามารถนำวิธีการนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

วิณา ประชากุล และประสาท เนื่องเฉลิม (2554) เสนอว่าข้อดีของวิธีการสอนแบบอุปนัยไว้ว่าช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ มีความเข้าใจอย่างต่อเนื่องมีความสนใจในการติดตาม ค้นหาและค้นพบข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งชัดเจน และสามารถจดจำได้ยาวนาน นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

จากเอกสารที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ได้แก่ ผู้เรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล การสังเกตเปรียบเทียบเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ทำให้แก้ออกข้อสงสัยต่าง ๆ ได้ จึงสามารถจำได้นาน คิดหาเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ และผู้เรียนได้มีความเชื่อมั่นในตนเองที่จะทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง มีประสบการณ์ที่ตรูู้จักคิดหาคำตอบด้วยตนเอง

5. ข้อจำกัด

นักวิชาการได้สรุปข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยดังนี้
 สิริพร ทิพย์คง (2546) ได้สรุปข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
 อุปนัยดังนี้ วิธีสอนแบบอุปนัย ครูจะต้องเตรียมการสอนอย่างดีจึงต้องใช้เวลาในการเตรียมตัวมาก
 ครูจะต้องเข้าใจวิธีการสอนแบบนี้ดีและชัดเจน สามารถยกตัวอย่างได้มากพอที่จะทำให้นักเรียน
 ได้สังเกต คิด พิจารณาหาเหตุผลและสรุปเป็นนัยทั่วไปได้ แต่ถ้าครูเตรียมตัวในการสอนไม่ดีก็จะทำให้
 เสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ นักเรียนจะไม่เข้าใจบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่และทำให้นักเรียนเกิด
 ความเบื่อหน่ายได้

สรุปได้ว่า ข้อจำกัด คือเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เวลามากหากนักเรียนขาด
 ทักษะการคิด ไม่เหมาะสมกับปัญหาทุกเรื่อง ดังนั้น ครูผู้สอนต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา เพราะ
 ถ้าครูขาดความเข้าใจในการเตรียมตัวอย่าง การสอนอาจไม่ประสบผลสำเร็จได้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์ (2556) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ว่าหมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลด้านความรู้
 ความจำ ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็น
 คุณลักษณะหรือความสามารถอันเกิดจากการจัดการเรียนรู้ของครู ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงจัดเป็น
 เกณฑ์อย่างหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพในการสอนของครู และเป็นเครื่องชี้วัด
 ความสามารถนักเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา
 (Cognitive Domain) ในการเรียนทางคณิตศาสตร์ Wilson (1971) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึง
 ประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับคือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึก
 ได้ถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว การวิเคราะห์พฤติกรรมมี 3 ด้าน คือ

1.1.1. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Fact) คำถามที่วัดความสามารถระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาานาน

1.1.2. ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์หรือนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.1.3. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนมากกว่า แบ่งได้เป็น 6 ชั้น ดังนี้

1.2.1. ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะความคิดรวบยอดเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของความคิดรวบยอดนั้นโดยใช้คำพูดของตนเอง หรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปแบบหรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

1.2.2. ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการกฎและการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles Rule and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการกฎและความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์

1.2.3. ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

1.2.4. ความสามารถในการเปลี่ยนรูปปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถ

ในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

1.2.5. ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุและผล (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจอยู่ในรูปของตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

1.2.6. ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการเปลี่ยนภาษาจากข้อความมาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

1.3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ ภูมิ หลักการข้อเท็จจริง สูตรทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จการวัดพฤติกรรมมี 4 ชั้นคือ

1.3.1. ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

1.3.2. ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการคิดค้นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจจะต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

1.3.3. ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอันใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

1.3.4. ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns Isomorphism and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกรับถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัด

กระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดให้จากโจทย์ปัญหาให้พบ

1.4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์ปัญหาพลิกแพลงแต่ก็ยังคงอยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูงแบ่งเป็น 5 ขั้นดังนี้

1.4.1. ความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Routine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ ความคิดรวบยอด นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้ว

1.4.2. ความสามารถการค้นหาค่าความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่

1.4.3. ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

1.4.4. ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องให้มีผลใช้ได้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalization) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหาและพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

1.4.5. ความสามารถในการกำหนดและหาความเที่ยงตรงในการสรุป

2. องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Prescott (1961) กล่าวว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในและนอกห้องเรียนประกอบด้วย ลักษณะต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกายและสุขภาพกาย ข้อบกพร่องทางร่างกาย และบุคลิกท่าทาง

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

นั่นคือ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ด้วย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุด

3. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

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

คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีมี 10 ประการ คือ

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของการทดสอบ

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงเส้นคงวาไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดยการเดา

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

5. ความขี้ขลาด (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลิน ไม่เบื่อหน่าย

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทาง การถามตอบชัดเจน ไม่คลุมเครือไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง

7. ความเป็นปรนัย (Objective) แบบทดสอบชนิดใดจะเป็นปรนัยจะต้องมี คุณสมบัติ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจสอบให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคน

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอประมาณ ใช้เวลาสอบพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีตตรวจให้คะแนนได้ รวดเร็ว รวมถึงสิ่งแวดลอมในการสอบที่ดี

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกผู้สอบ ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง

10. ความยาก (Difficulty) ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ตามทฤษฎีการวัดผล แบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป หรือมีความยากง่ายพอเหมาะ ส่วน ทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์นั้นความยากง่ายไม่ใช่สิ่งสำคัญ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบนั้นได้ใน จุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดีได้ แม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ ง่ายก็ตาม

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากความรู้ความเข้าใจและความสามารถตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ใน บทเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ซึ่งวัด ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้มีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach) และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตาม วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) ทั้งสองวิธีนี้ ควรทำความเข้าใจจะมั่นใจ ว่าสื่อหรือเทคโนโลยีการเรียนที่ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพจะเป็นที่ยอมรับได้ ควรมี รายละเอียด (เผชญ กิจระการ, 2544) ดังนี้

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

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

เมื่อ CVR แทน ประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach)

N_e แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

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

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

ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ และประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการเรียนระหว่างเรียน หรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงค่าเป็น 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 90/90$ เป็นต้น เกณฑ์ประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 70/70$ มีความหมายแตกต่างกัน หลายลักษณะ ในกรณีนี้จะยกตัวอย่าง $E_1/E_2 = 70/70$

เกณฑ์ $70/70$ ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 70 ตัวแรก E_1 คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 70 ทุกคน ส่วนตัวเลข 70 ตัวหลัง E_2 คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

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

เกณฑ์ 70/70 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 70 ตัวแรก E_1 คือ จำนวนนักเรียน ร้อยละ 70 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ส่วนตัวเลข 70 ตัวหลัง E_2 คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน โดยเทียบกับคะแนนที่ทำได้ ก่อนเรียน

เกณฑ์ 70/70 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 70 ตัวแรก E_1 คือ จำนวนนักเรียน ร้อยละ 70 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ทุกคน ส่วนตัวเลข 70 ตัวหลัง E_2 คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อมีจำนวนร้อยละ 70 (ถ้านักเรียนทำข้อใดถูก มีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 70 แสดงว่าสื่อไม่มีประสิทธิภาพ และชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับ ข้อนั้นมีควมบกพร่อง)

ในงานวิจัยนี้ใช้ความหมายในลักษณะที่ 1 คือ เกณฑ์ 70/70 ตัวเลข 70 ตัวแรก E_1 คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบย่อยและผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียน ได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 70 ทุกคน ส่วนตัวเลข 70 ตัวหลัง E_2 คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบ หลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้

การพิจารณาว่าแผนการเรียนหรือสื่อที่สร้างขึ้น ยังมีคุณภาพในแง่มุมมองอื่นอีกหรือไม่ สามารถพิจารณาได้โดยดูพัฒนาการของนักเรียน คือพิจารณาก่อนและหลังเรียนในเรื่องใด ๆ นักเรียนได้พัฒนาหรือมีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ หรือเพิ่มขึ้นเท่าไร โดยใช้สูตร (เผชญิ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี, 2545) ดังนี้

การหาดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index) โดยใช้สูตรดังนี้

$$E.I. = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{คะแนนเต็ม} \times \text{จำนวนนักเรียน}) - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับค่าดัชนีประสิทธิผล

เมธา พงศ์ศาสตร์ (2549) ได้ให้ข้อสังเกตดังนี้

1. ถ้าดัชนีประสิทธิผลมีค่าเป็นลบ จะเกิดขึ้นได้ในกรณีที่ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคนมีค่าน้อยกว่าผลรวมของคะแนนก่อนเรียน ซึ่งหมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้ของเรา ไม่มีประสิทธิภาพเพราะทำให้ผู้เรียนสับสนและยังไปทำลายความรู้เดิมของผู้เรียนอีกด้วย จึงไม่มีความก้าวหน้าทางการเรียน

2. ถ้าดัชนีประสิทธิผลมีค่าเป็นศูนย์ จะเกิดขึ้นในกรณีที่ผลรวมของคะแนนหลัง

เรียนทุกคนมีค่าเท่ากับผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน ซึ่งหมายความว่า ก่อนเรียนผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานติดตัวมาอยู่ระดับหนึ่งตามคะแนนที่ทำได้ในการสอบก่อนเรียนหลังจากการเรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้ของเราแล้วสอบหลังเรียน ปรากฏว่าผลรวมของคะแนนสอบหลังเรียนทุกคนเท่ากับผลรวมของคะแนนสอบก่อนเรียนทุกคน สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ของเราไม่มีประสิทธิภาพ เพราะความรู้ของผู้เรียนไม่มีความก้าวหน้าขึ้นเลย ถึงแม้ว่าจะไม่ไปทำลายความรู้เดิมของผู้เรียนเหมือนกรณีแรกก็ตาม

3. ถ้าดัชนีประสิทธิผลมีค่าเป็นบวก จะเกิดขึ้นในกรณีที่ผลรวมของคะแนนหลังเรียนมีค่ามากกว่าผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน ซึ่งเราต้องการประเด็นนี้มากที่สุด เพราะสรุปได้ว่าแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ของเรามีประสิทธิภาพ คือ ผลการสอบหลังเรียนสูงกว่าการสอบก่อนเรียน แสดงว่าหลังจากการเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เราจัดให้ทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน

4. ดัชนีประสิทธิผลมีค่าสูงสุด เมื่อคะแนนสอบหลังเรียนของผู้เรียนได้เต็มทุกคน ไม่ว่าคะแนนสอบก่อนเรียนของผู้เรียนทุกคนจะได้เท่าไรก็ตาม ซึ่งจะทำให้ ค่าดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ 1.00 หรือคิดเป็นร้อยละ 100

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ประสงค์ กรุงเก่า (2552) ได้ศึกษาผลการพัฒนาบทเรียนสื่อประสม เรื่อง เลขยกกำลัง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังทางการเรียนด้วยบทเรียนสื่อประสม เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนบ้านหลุมอินทรราชภูริบำรุง กลุ่มเครือข่ายพัฒนาการศึกษาโสมพะมิตร จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 27 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1. บทเรียนสื่อประสม เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.61 ค่าความเชื่อมั่น 0.90 3. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนสื่อประสมที่ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.66 มีค่าความเชื่อมั่น 0.80 ผลการวิจัย พบว่า บทเรียนสื่อประสม เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.44/76.30 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5695 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนสื่อประสม เรื่องเลขยกกำลัง โดยรวมอยู่ในระดับมาก

สุดารัตน์ หมื่นไธสง (2553) ได้ศึกษาผลการใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ ประกอบการสอนแบบอุปนัย ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสตรีศึกษา 2 จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 32 คน ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้มี 3 ชนิด ได้แก่ 1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องเลขยกกำลัง จำนวน 5 แผน 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเลขยกกำลัง ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งมีความยาก(P) ตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.76 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.66 มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 3. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.66 ถึง 0.98 และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.96 ผลการวิจัย พบว่า 1. แผนการจัดการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องเลขยกกำลัง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.69/76.98 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 2. ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องเลขยกกำลัง ที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ ประกอบการสอนแบบอุปนัย เท่ากับ 0.6123 หรือคิดเป็นร้อยละ 61.23 3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องเลขยกกำลัง ที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ ประกอบการสอนแบบอุปนัย มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยสรุป แผนการจัดการเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องเลขยกกำลัง ที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ ประกอบการสอนแบบอุปนัย มีประสิทธิภาพเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้นได้

ไพรวลัย สงวนแก้ว (2555) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนบ้านยะวิก (ผจกราชภัฏวิทยาคาร) อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 26 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย จำนวน 10 แผน 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งมีความอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.96 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.89 และ 3. แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีความอำนาจจำแนกรายข้อ ตั้งแต่ 2.13 ถึง 6.55 ความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.88 ผลการวิจัย พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ(E_1/E_2) เท่ากับ 85.96/82.07 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.6286 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมโดยรวมและเป็นรายด้าน 4 ด้าน คือ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผลอยู่ในระดับมาก

สุกัญญา เนื่องแก้ว (2556) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนเพ็ญพิทยาคม อำเภอเพ็ญ จังหวัดอุดรธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 20 จำนวน 39 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย จำนวน 13 แผน 2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเลขยกกำลัง แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเลขยกกำลัง ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัย ได้คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 10.12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 34.35 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 22.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุไรวรรณ คำเมือง (2562) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1. แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบอุปนัย รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 18 แผน 2. แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ 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. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อดนัยแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.425 ถึง 0.6 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตั้งแต่ 0.55 ถึง 0.7 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.832 4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อดนัยแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.35 ถึง 0.525 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) ตั้งแต่ 0.450 ถึง 0.7 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.844 ผลการวิจัย พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทาง

คณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.41/77.63 เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 75/75 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบอุปนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 0.6175 ซึ่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 61.75 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Wong, Ngai-Ying; Lam, Chi-Chung; Sun, XuHua; Chan, Anna Mei Yan (2009) ได้ศึกษาวงรอบหลักสูตรการปรับปรุงเกี่ยวกับการเรียนการสอนอุปนัย เรื่อง เศษส่วน, ความเร็ว, และปริมาณ โดยเรียนรู้แนวคิด และทัศนคติต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อเทียบกับการใช้ตำรามาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่เรียนแบบอุปนัย ดีกว่าผู้เรียนใช้ตำรามาตรฐาน การเรียนรู้ของผู้เรียนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

Canadas, Maria C., Encarnacion Castro. and Enrique (2009) ได้ศึกษาผลการวิจัยเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหาจำนวนเชิงเส้นและสมการ มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายลักษณะการให้เหตุผลอุปนัยของผู้เรียนสเปนอายุ 9 ปีและ 10 ปี ทดสอบการแก้ปัญหา 6 ลักษณะที่แตกต่างกัน โดยใช้เหตุผลแบบอุปนัยเจ็ดขั้นตอน เพื่อวิเคราะห์การตอบสนองของผู้เรียน สรุปได้ว่ารูปแบบการให้เหตุผลอุปนัยเป็นประโยชน์ในการอธิบายการทำงานของนักเรียน และผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้นในระยะยาว

Wessa, Patrick (2009) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน โดยอาศัยกระบวนการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่สนับสนุนการเรียนรู้ที่ไม่ใช่ท่องจำ การจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบอุปนัยผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์นี้ ผู้เรียนที่เรียนสามารถโต้ตอบและคิดคำนวณได้จากการใช้เทคโนโลยีต้นแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดการเรียนรู้ และการทำงานร่วมกัน สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบอุปนัยที่ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จริง เป็นการเรียนรู้ที่ไม่ใช่การท่องจำ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

Petr Emanosky, Jiri Brehovsky (2010) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบอุปนัย ในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยในการเพิ่มความรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบอุปนัยมีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนดีกว่าทดสอบ

ก่อนเรียน สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานคือ T-test และ F-test สรุปได้ว่า วิธีการสอนแบบอุปนัย ทำให้วิธีการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยม มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นและน่าสนใจสำหรับผู้เรียนมากกว่าวิธีการสอนแบบเดิม

Molnar, Gyongyver (2011) ได้ศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกอบรมในการให้เหตุผลแบบอุปนัยสำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่แรกและนำเสนอผลโดยตรงที่เป็นผลกระทบระยะยาวของการศึกษาการประเมินผล โปรแกรมการฝึกอบรมประกอบด้วย 120 ปัญหาที่จะสามารถแก้ไขได้ โดยผ่านการให้เหตุผลอุปนัย เครื่องมือสำหรับการฝึกอบรมได้รับเลือกให้สอดคล้องกับอายุของกลุ่มเป้าหมาย กลุ่มทดลองในการศึกษา 90 คนจากกลุ่มตัวอย่าง 162 คน การทดสอบการให้เหตุผลอุปนัยถูกใช้ในการทดสอบก่อนและหลังการอบรมและจากการศึกษาติดตาม ภายหลังจากหนึ่งปีเมื่อทดสอบหลังเรียน กลุ่มทดลองทำคะแนนมีประสิทธิภาพสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญ การพัฒนาที่เห็นได้ชัดที่สุดที่พบในการสร้างระบบ ไม้มีความแตกต่างในเรื่องเพศ ดังนั้นผลการฝึกอบรมพิสูจน์แล้วว่าจะมีเสถียรภาพในช่วงเวลาที่เป็นอิสระจากระดับเดิม ผลการวิจัยปรากฏว่าการให้เหตุผลอุปนัยจะสามารถพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากในวัยเริ่มต้น

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือวิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่มีกฎเกณฑ์ และเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด เพื่อจะได้นำผลจากการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางพัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

พูนุ ปณฺ ทิโต ชิว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัย ซึ่งจะกล่าวเป็นรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

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

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 112 คน จาก 4 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

- 2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวม 15 ชั่วโมง
- 2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำหรับใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีจำนวน 20 ข้อ
- 2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง แบบอัตนัย 1 ชุด จำนวน 5 ข้อ

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

3.1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.1.3 ศึกษาคู่มือครู หนังสือเรียนและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เลขยกกำลัง ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

3.1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงสอน เรื่อง เลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 หัวข้อ ดังตาราง 3
ตาราง 3 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงสอน เรื่อง เลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หัวข้อที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมงสอน	แผนที่
1	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม (บทนิยาม 1)	1	1
2	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม (ทฤษฎีบท 1)	4	2 - 5
3	รากที่ n ของจำนวนจริง (บทนิยาม 2 และ บทนิยาม 3)	2	6 - 7
4	รากที่ n ของจำนวนจริง (ทฤษฎีบท 2 และ ทฤษฎีบท 3)	2	8 - 9
5	รากที่ n ของจำนวนจริง (ทฤษฎีบท 4 และ ทฤษฎีบท 5)	2	10 - 11
6	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ (บทนิยาม 5)	1	12
7	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ (ทฤษฎีบท 6)	3	13 - 15
รวม		15	15

3.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวม 15 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ ดังนี้

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้
- 2) ตัวชี้วัด
- 3) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4) สาระสำคัญ
- 5) สาระการเรียนรู้
- 6) กระบวนการจัดการเรียนรู้
- 7) สื่อการเรียนรู้
- 8) การวัดและประเมินผล
- 9) บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง พร้อมทั้งแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

1) อ.ดร.ฉลองชัย กล้าณรงค์ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วุฒิการศึกษา ป.ด. (คณิตศาสตร์) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย และด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

2) ผศ.ดร.วราพร เอราวรรณ อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วุฒิการศึกษา กศ.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย และด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

3) ว่าที่ร้อยตรี พรเทพ โพธิ์พันธุ์ ตำแหน่ง ผู้อำนวยการพิเศษ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด วุฒิการศึกษา กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

4) นายณรงค์ จุมพล ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนหนองบัวฮี วิทยาคม วุฒิการศึกษา กศ.ม. (บริหารการศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และด้านแผนการจัดการเรียนรู้

5) นางฉวีวรรณ จุฑา ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด วุฒิการศึกษา กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา คณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรม

เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert) คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด

3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาหาค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88

หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.1.9 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด จำนวน 36 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการใช้ภาษา เวลา เนื้อหา และสื่อการเรียนรู้

3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 แผน ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด จำนวน 37 คน

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำหรับใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีจำนวน 20 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาเรื่อง เลขยกกำลัง ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้มาตรฐานและตัวชี้วัดจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3.2.2 ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบและวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์

3.2.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบที่ต้องการสร้าง รายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	คัดเลือก
1. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	1. นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มในการแก้ปัญหา	5	10	6
2. รากที่ n ของจำนวนจริง	2. นักเรียนสามารถหารากที่ n ของจำนวนจริง เมื่อ n เป็นจำนวนนับที่มากกว่า 1	6	14	10
3. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	3. นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหา	4	6	4
รวม		15	30	20

3.2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเป็นข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ ปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้วิเคราะห์ไว้

3.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

3.2.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้สูตร IOC (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555) แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ผลปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 30 ข้อ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

3.2.8 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด จำนวน 36 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.2.9 นำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามวิธีการของเบรนนัน (Brennan) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 - 1.00 ผลปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 22 ข้อ ผู้วิจัยจึงทำการเลือกข้อสอบที่เหมาะสมทั้งหมด 20 ข้อ โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 - 0.60

3.2.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ตามวิธีการของโลเวท (Lovett) โดยใช้สูตร r_{cc} ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.72

3.2.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด จำนวน 37 คน

3.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบอัตนัย 1 ชุด จำนวน 5 ข้อ

3.3.1 ศึกษาคู่มือครู หนังสือเรียนและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เลขยกกำลัง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.3.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง

3.3.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ
อัตนัย เรื่อง เลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังตาราง 5

ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบอัตนัย เรื่อง เลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	คัดเลือก
1. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	1. นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มในการแก้ปัญหา	5	3	2
2. รากที่ n ของจำนวนจริง	2. นักเรียนสามารถหารากที่ n ของจำนวนจริง เมื่อ n เป็นจำนวนนับที่มากกว่า 1	6	5	2
3. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	3. นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหา	4	2	1
รวม		15	10	5

3.3.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ และกำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนน

3.3.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น
- คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น
- คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

3.3.7 นำผลการประเมินแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้สูตร IOC คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ผลปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 10 ข้อ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 แล้วจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปทดลองใช้

3.3.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด จำนวน 36 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.3.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามวิธีการของ วิทนีและซาเบอร์ (Whitney and Sabers) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 - 1.00 ผลปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 10 ข้อ ผู้วิจัยจึงเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมมากที่สุด 5 ข้อ โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.45 - 0.72 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.40 - 0.63 (ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง - ข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง) ได้แก่ ข้อ 2, 3, 5, 6, 10

3.3.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ 5 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ ตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ เท่ากับ 0.76

3.3.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด จำนวน 37 คน

วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 แบบแผนการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดแบบแผนที่ใช้ในการวิจัยเป็นการวิจัยแบบ One Group Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536) รายละเอียดดังตาราง 6

ตาราง 6 แบบแผนการวิจัย (One Group Pretest - Posttest Design)

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบ ก่อนการทดลอง (Pre test)	การทดลอง (Treatment)	การทดสอบ หลังการทดลอง (Post test)
R	T ₁	X	T ₂

เมื่อ R หมายถึง กลุ่มตัวอย่าง
 T₁ หมายถึง การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง
 X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย
 T₂ หมายถึง การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด จำนวน 37 คน ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 37 คน ผู้วิจัยดำเนินการ สอนด้วยตนเอง โดยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง

2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง เพื่อให้ นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ เวลาการสอน 15 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย สิ้นสุดตามแผนที่วางไว้อย่างครบสมบูรณ์แล้ว จากนั้นทำการทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์วิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีลำดับขั้น ดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง
3. วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง
4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ สถิติ z - test for one sample
5. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ สถิติ z - test for one sample

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 สถิติพื้นฐาน

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

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

เมื่อ p แทน ร้อยละ
 f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ
 n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

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

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum_{i=1}^n x_i$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
 n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

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

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x_i	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่ม

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

5.2.1 หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังต่อไปนี้

1) ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ จุดประสงค์การเรียนรู้
-------	-----	-----	--

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

N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
-----	-----	-------------------

2) ค่าความยาก ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

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

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

3) ค่าอำนาจจำแนก ตามวิธีการของเบรนนัน (Brennan) ใช้สูตรดังนี้
(บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	n ₁	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์
	n ₂	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

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

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

เมื่อ	r _{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	x _i	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	c	แทน	คะแนนจุดตัด
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่ม

5.2.2 ทาคคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ดังต่อไปนี้

1) ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of
Item Objective Congruence : IOC) ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้

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

แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) ค่าความยาก ตามวิธีการของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers)
ใช้สูตรดังนี้ (สาคร แสงผิง, 2546)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

X_{\max} แทน คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้
(คะแนนเต็มของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้
(คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

N_T แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

3) ค่าอำนาจจำแนก ตามวิธีการของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers)
ใช้สูตรดังนี้ (สาคร แสงผิง, 2546)

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

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

X_{\max} แทน คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้
(คะแนนเต็มของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้
(คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)

N_H แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

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

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ในที่นี้คือค่าความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

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

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

5.2.3 หาดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.)

ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2550)

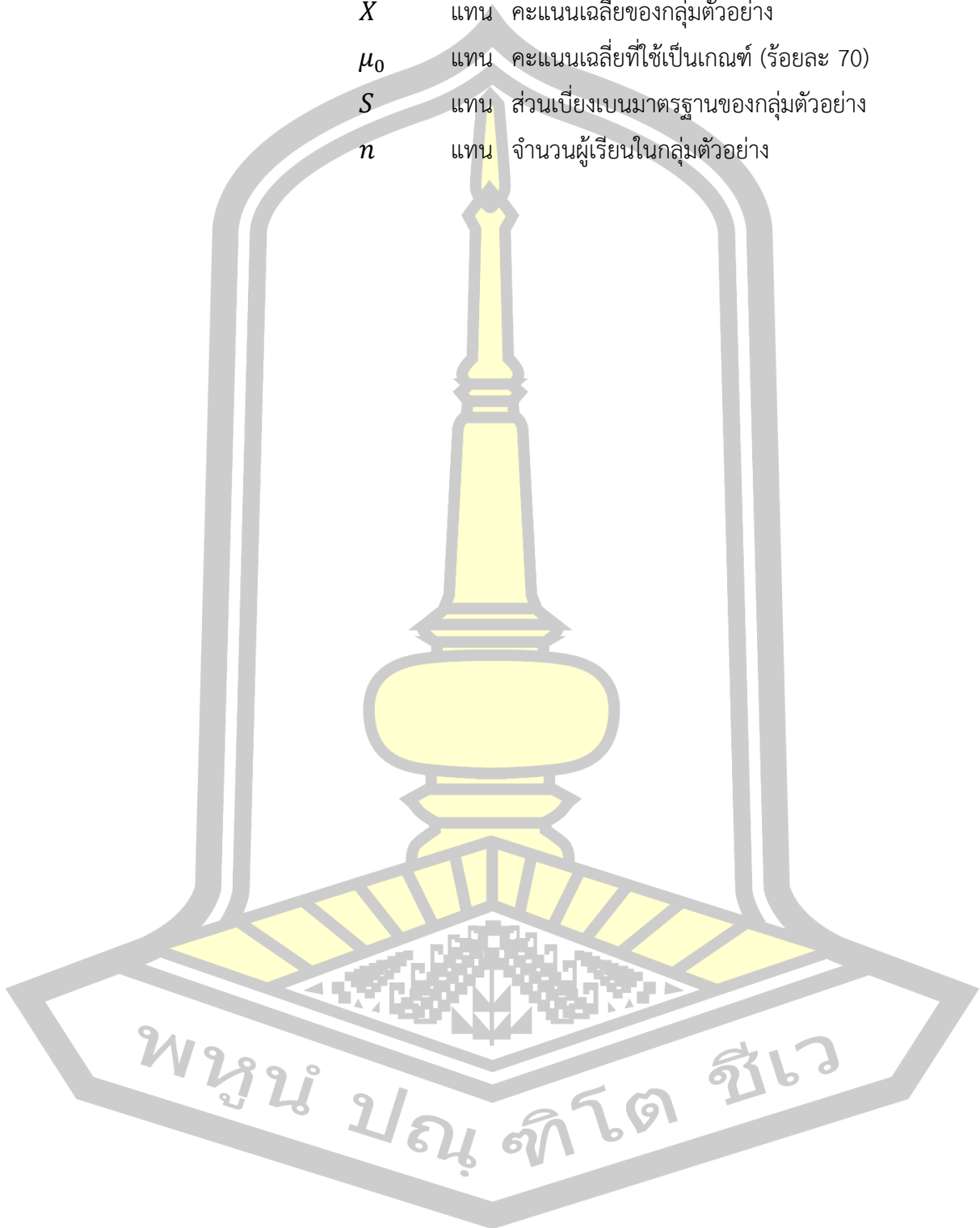
$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

5.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

5.3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) โดยใช้สูตร z - test for one sample ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ	Z	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤติ
	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	คะแนนเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อ การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้องอีกทั้งเพื่อความสะดวกในการนำเสนอข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนข้อมูล
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
E.I.	แทน	ดัชนีประสิทธิผล
Z	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤติ

พหุ ประถมศึกษา

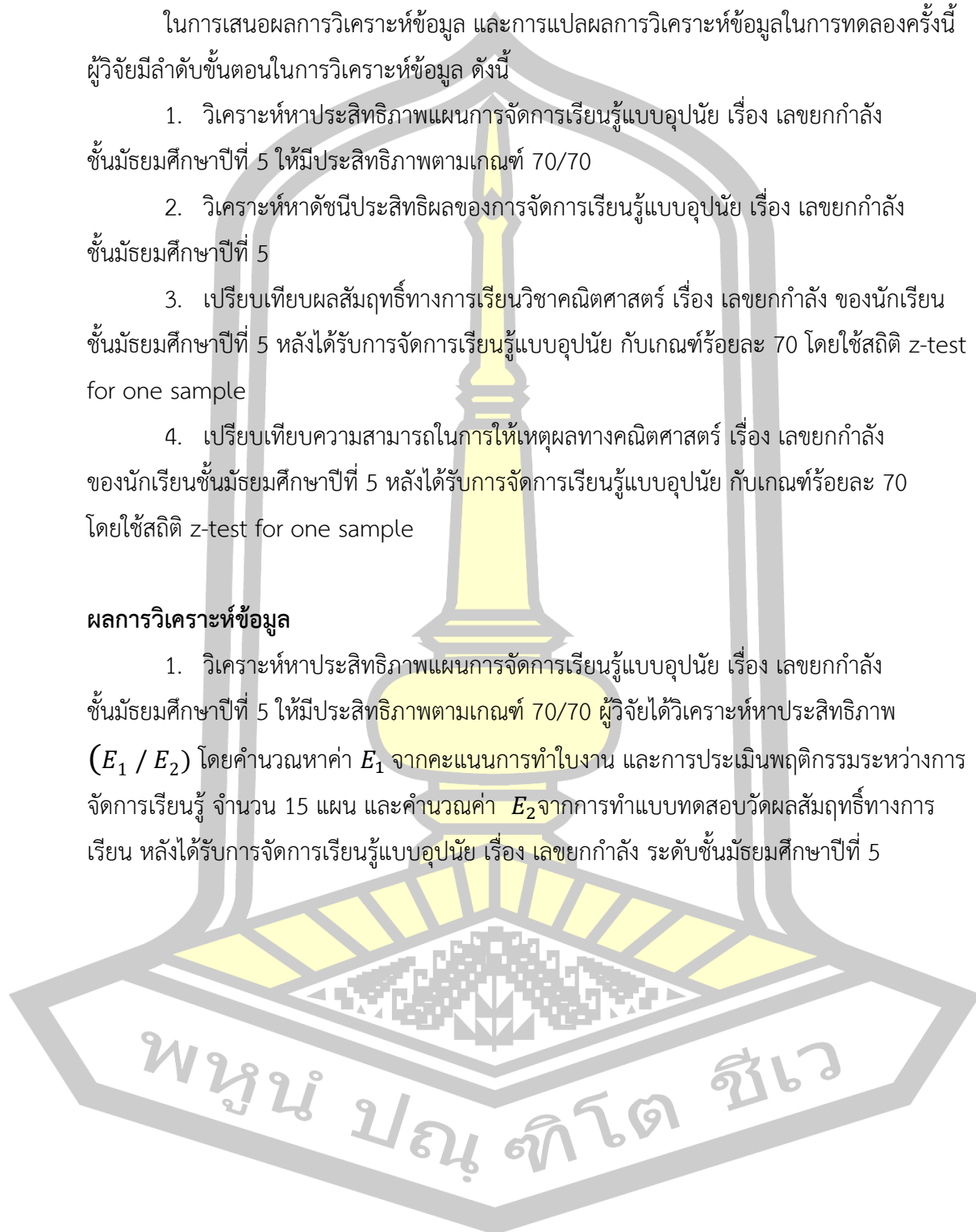
การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ z-test for one sample
4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ z-test for one sample

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) โดยคำนวณหาค่า E_1 จากคะแนนการทำใบงาน และการประเมินพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน และคำนวณค่า E_2 จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ตาราง 7 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เลขที่	ทดสอบ ก่อนเรียน (20 คะแนน)	รวมคะแนนระหว่างเรียน (60:40)			ทดสอบ หลังเรียน (20 คะแนน)
		ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K) (60 คะแนน)	ด้านทักษะกระบวนการเรียนรู้(P) และ ด้านคุณลักษณะ (A) (40 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
1	8	48.75	35.56	84.31	17
2	8	49.50	35.11	84.61	16
3	8	50.25	36.00	86.25	17
4	7	50.25	35.56	85.81	18
5	7	51.00	36.00	87.00	18
6	8	52.50	36.00	88.50	17
7	9	54.75	36.44	91.19	18
8	11	54.00	36.00	90.00	17
9	10	54.00	36.89	90.89	17
10	6	51.75	34.67	86.42	15
11	8	51.00	36.00	87.00	15
12	9	50.25	35.56	85.81	16
13	9	52.50	36.89	89.39	17
14	8	52.50	36.89	89.39	18
15	6	51.00	36.00	87.00	16
16	8	50.25	36.00	86.25	17
17	6	53.25	35.56	88.81	12
18	6	51.75	35.56	87.31	13
19	6	50.25	36.00	86.25	13
20	6	50.25	36.00	86.25	12
21	7	55.50	38.67	94.17	14
22	6	48.75	36.00	84.75	15
23	6	51.75	37.33	89.08	14
24	6	54.75	37.33	92.08	13

ตาราง 7 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบ ก่อนเรียน (20 คะแนน)	รวมคะแนนระหว่างเรียน (60:40)			ทดสอบ หลังเรียน (20 คะแนน)
		ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K) (60 คะแนน)	ด้านทักษะกระบวนการเรียนรู้(P) และ ด้านคุณลักษณะ (A) (40 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
25	8	57.00	38.22	95.22	15
26	11	57.75	40.00	97.75	18
27	10	57.00	38.67	95.67	17
28	6	57.75	39.11	96.86	17
29	8	59.25	40.00	99.25	16
30	8	51.75	36.44	88.19	15
31	8	53.25	37.33	90.58	14
32	6	30.75	21.33	52.08	12
33	4	32.25	22.22	54.47	10
34	5	32.25	22.22	54.47	10
35	5	36.00	24.89	60.89	11
36	3	32.25	22.67	54.92	10
37	3	39.75	27.11	66.86	10
รวม	264.00	1837.50	1278.22	3115.72	550.00
ค่าเฉลี่ย	7.14	49.66	34.55	84.21	14.86
S.D.	1.92	7.61	5.19	12.74	2.59
ร้อยละ	35.68	82.77	86.37	84.21	74.32
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย (E_1 / E_2) เท่ากับ 84.21/74.32					

จากตาราง 7 พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เท่ากับ 84.21 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 74.32 ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยมีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) เท่ากับ 84.21/74.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 70/70

2. วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียน ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		E.I.
			ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
แบบอุปนัย	37	20	264	550	0.6008

จากตาราง 8 พบว่า ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.6008 นั่นคือ มีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 60.08

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ z-test for one sample ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S	μ_0	z	p
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	37	20	14.86	2.594	14	2.028*	.025

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.86 คิดเป็นร้อยละ 74.32 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ z-test for one sample ดังตาราง 10

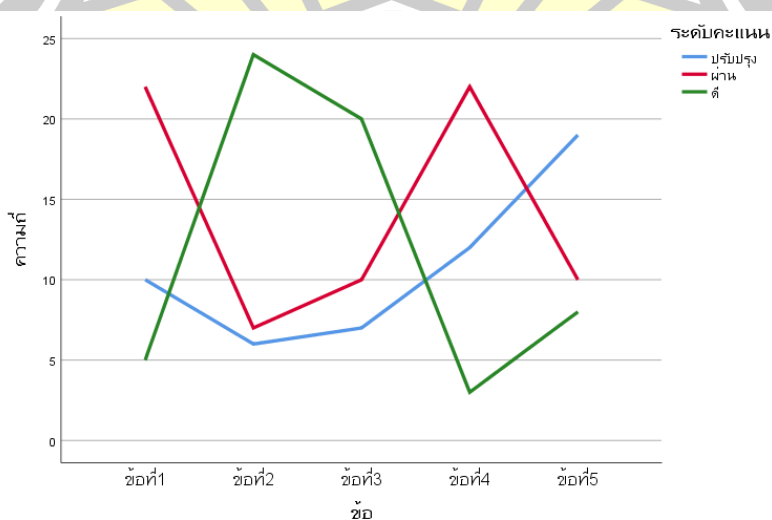
ตาราง 10 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S	μ_0	Z	p
คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	37	15	11.14	2.25	10.5	1.717*	.048

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.14 คิดเป็นร้อยละ 74.23 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กราฟแสดงข้อมูลของระดับคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในแต่ละข้อ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน มีขั้นตอนดังนี้

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

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.21/74.32 เป็นไปตามที่กำหนดไว้คือ 70/70

2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.6008 ซึ่งมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 60.08
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.21/74.32 หมายความว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัยทำให้นักเรียนมีคะแนนจากการทำใบงาน โดยเฉลี่ยร้อยละ 84.21 และทำให้นักเรียนมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยเฉลี่ยร้อยละ 74.32 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 สอดคล้องกับผลการวิจัยของสุดารัตน์ หมั่นไธสง (สุดารัตน์ หมั่นไธสง, 2553) ที่ได้ศึกษาผลการใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือประกอบการสอนแบบอุปนัย ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.69/76.98 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 และจากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นได้ผ่านขั้นตอน กระบวนการสร้างอย่างเป็นระบบและวิธีการที่เหมาะสม โดยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ มีการดำเนินการโดยการศึกษา โครงสร้างหลักสูตร วิเคราะห์หลักสูตร ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณา

ตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม ประกอบการเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ เพื่อหาคุณภาพก่อนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.6008 หมายความว่า หลังการเรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบอุปนัย แล้วนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้น 0.6008 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน ร้อยละ 60.08 สอดคล้องกับผลวิจัยของไพรวลัย สงวนแก้ว (ไพรวลัย สงวนแก้ว, 2555) ที่ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.6286 โดยสรุป แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามความมุ่งหมายของหลักสูตรได้เป็นอย่างดี และเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยมีกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสรุปความรู้ได้ด้วยตนเองจากตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ครูยกตัวอย่างขึ้นหลาย ๆ ตัวอย่างผ่านกระบวนการคิด การให้เหตุผลประกอบ เมื่อพิจารณาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย พบว่า นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 60.08 จากค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเพิ่มจากคะแนนทดสอบก่อนเรียนค่อนข้างสูง เป็นเช่นนั้นได้เพราะกลุ่มตัวอย่างยังไม่เคยเรียนเนื้อหาที่นั้นมาก่อน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย แล้วจึงสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้มากขึ้น รวมทั้งการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเน้นการจัดการเรียนรู้ที่เกิดจากทักษะทางความคิด การสังเกต จากตัวอย่างหรือสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลาย เกิดเป็นการให้เหตุผล จนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ โดยจะมีครูผู้สอนเป็นคนคอยตรวจสอบความถูกต้องของการให้เหตุผล พร้อมคอยตั้งคำถามกระตุ้นความคิดในเชิงของเหตุและผลตลอดการเก็บข้อมูล โดยให้นักเรียนบอกเหตุผลประกอบคำตอบ จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.86 คิดเป็นร้อยละ 74.32 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสุกัญญา เนื่องแก้ว (สุกัญญา เนื่องแก้ว, 2556) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเลขยกกำลัง ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัย ได้คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 10.12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 34.35 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 22.97 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อาศัยการนำเสนอตัวอย่าง เหตุการณ์ สถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายและมากพอ ซึ่งทำให้นักเรียนได้มีการสังเกต เปรียบเทียบ วิเคราะห์ หารายละเอียดรวมในตัวอย่างเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่ผู้สอนได้นำเสนอซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนใช้คำถามนำ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด สรุปความรู้ออกมาเป็นทฤษฎีบท กฎ สูตร หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ใบความรู้ และใบงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.86 คิดเป็นร้อยละ 74.32 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ให้เหตุผล ทำให้เกิดการเรียนรู้หลักการ แนวคิดหรือข้อความรู้ต่าง ๆ อย่างเข้าใจ จนสรุปความรู้หลักการหรือแนวคิดต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการนำตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ ที่มีหลักการ แนวคิด ที่ต้องการสอนให้แก่แก่นักเรียน และให้นักเรียนศึกษา วิเคราะห์ อธิบายให้เหตุผล จนสามารถดึงหลักการ แนวคิดที่แฝงอยู่ออกมา เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ หรือกล่าวอย่างสั้น ๆ ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ อธิบายให้เหตุผลประกอบ สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญ ๆ ได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้แนวคิดหลักการ หรือสรุปความรู้ต่าง ๆ ได้ อย่างเข้าใจ ยกตัวอย่างเช่น แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ดังตัวอย่างที่นักเรียนทำหลังการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนในระดับต่าง ๆ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เรื่อง เลขยกกำลัง

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีการได้มาของคำตอบ โดยแสดงแนวคิด ขั้นตอนการแสดงวิธีทำ ประกอบการเขียนอธิบายเหตุผลอย่างละเอียด ซึ่งอาจใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งในรูปของสมการ หรือสัญลักษณ์ และมีการสรุปคำตอบที่ได้ให้ครบถ้วน

ข้อสอบข้อที่ 1 ให้นักเรียนเขียนจำนวน $\frac{3a^5b}{9ab^0}$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ $\frac{3a^5b}{9ab^0} = \frac{3}{9} \times \frac{a^5}{a} \times \frac{b}{b^0}$ ✓ (เพราะ กบ.ค.ค. จำนวนจริง) ✓
 $= \frac{1}{3} \times a^{5-1} \times \frac{b}{1}$ ✓ (เพราะ $a^m = a^{m-n} \cdot a^n$; $a^0 = 1$) ✓
 $= \frac{1}{3} \times a^4 \times b$ ✓ (เพราะ $a^{b-1} = a^b$) ✓
 $= \frac{a^4b}{3}$ ✓ (เพราะ การคูณจำนวนจริง) ✓
 (เพราะ) ✓
 (เพราะ) ✓

ดังนั้น $\frac{3a^5b}{9ab^0} = \frac{a^4b}{3}$ ✓

ข้อสอบข้อที่ 2 ให้นักเรียนหาค่าของ $(3^{-3})^2(3^{-2})^{-2}(3^4)^{-2}$ โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ $(3^{-3})^2(3^{-2})^{-2}(3^4)^{-2} = (3^{-6})(3^4)(3^{-8})$ ✓ (เพราะ $(a^m)^n = a^{mn}$) ✓
 $= 3^{-6+4-8}$ ✓ (เพราะ $a^m \times a^n = a^{m+n}$) ✓
 $= 3^{-10}$ ✓ (เพราะ $-6+4-8 = -10$) ✓
 $= \frac{1}{3^{10}}$ ✓ (เพราะ $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$) ✓
 (เพราะ) ✓
 (เพราะ) ✓
 (เพราะ) ✓

ดังนั้น $(3^{-3})^2(3^{-2})^{-2}(3^4)^{-2} = \frac{1}{3^{10}}$ ✓

ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ที่ถูกต้องสมบูรณ์

ข้อสอบข้อที่ 1 ให้นักเรียนเขียนจำนวน $\frac{3a^5b}{9ab^0}$ ให้อยู่ในรูปร่างง่าย โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ $\frac{3a^5b}{9ab^0} = \frac{3}{9} \times \frac{a^5b}{ab^0}$ (เพราะ การคูณจำนวนคี่) ✓
 (เพราะ.....)
 $= \frac{1}{3} \times \frac{a^{5-1}b}{b^0}$ (เพราะ $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$)
 (เพราะ.....)
 $= \frac{1}{3} \times a^4$ (เพราะ $\frac{b}{b^0} = b^{1-0} = b^1 = b$) $\frac{b}{b^0} = b^{1-0} = b$
 (เพราะ.....)
 $= \frac{a^4}{3}$ (เพราะ การคูณจำนวนคี่)
 (เพราะ.....) ①

ดังนั้น $\frac{3a^5b}{9ab^0} = \frac{a^4}{3}$ ✗

ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 ที่มีข้อผิดพลาด ข้อที่ 1

จากภาพแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในการใช้สมบัติของเลขยกกำลัง จากบรรทัดที่สามจะเห็นว่า $\frac{b}{b^0} \neq 1$ ทั้งนี้อาจเป็นความเข้าใจที่ผิดของนักเรียนที่เข้าใจว่า $b = b^0$ ซึ่งที่ถูกต้องคือ $b = b^1$ นั่นคือ $\frac{b}{b^0} = b^{1-0} = b^1 = b$ ในส่วนการให้เหตุผลของการใช้สมบัติการหารเลขยกกำลัง ที่ต้องนำเลขชี้กำลังมาลบกัน นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นนักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนนเนื่องจากหาคำตอบผิดแต่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบสมเหตุสมผลบางส่วน

ข้อสอบข้อที่ 2 ให้นักเรียนหาค่าของ $(3^{-3})^2(3^{-2})^{-2}(3^4)^{-2}$ โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ $(3^{-3})^2(3^{-2})^{-2}(3^4)^{-2} = (3^{-6})(3^4)(3^{-8})$ (เพราะ $(a^m)^n = a^{m \cdot n}$)
 $= 3^{-6+4-8}$ (เพราะ $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$)
 $= 3^{-10}$ (เพราะ.....)
 $= \frac{1}{3^{10}}$ (เพราะ $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)

ดังนั้น $(3^{-3})^2(3^{-2})^{-2}(3^4)^{-2} = \frac{1}{3^{10}}$ ✗

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 ที่มีข้อผิดพลาด ข้อที่ 2

จากภาพนักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลในเรื่อง เลขยกกำลัง โดยนำนิยาม ทฤษฎีบทมาใช้ในการหาค่าของเลขยกกำลังได้ถูกต้อง แต่ยังไม่พร้อมในการดำเนินการจำนวนเต็มลบ จากบรรทัดที่สอง จะเห็นว่านักเรียนคูณจำนวนเต็มลบผิดพลาด นั่นคือ คำนวณค่า $(-2)(-2) = -4$ และทำให้ $(3^{-2})^{-2} = 3^{-4}$ ซึ่งไม่ถูกต้อง ทั้งนี้ในส่วนของ การให้เหตุผลนักเรียนยังสามารถอธิบายถึงการใช้สมบัติการคูณเลขยกกำลังได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นนักเรียนจะได้คะแนน 2 คะแนนเนื่องจากหาคำตอบผิดแต่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผล

ข้อสอบข้อที่ 3 ให้นักเรียนเขียนจำนวน $\sqrt[3]{8y^6}$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ	$\sqrt[3]{8y^6} = \sqrt[3]{8} \times \sqrt[3]{y^6}$	(เพราะ $\sqrt[n]{x} \cdot \sqrt[n]{y} = \sqrt[n]{xy}$)
	$= 2 \times \sqrt[3]{y^6}$	(เพราะ $\sqrt[3]{8} = 2$)
	$= 2 \times \left(\frac{6}{3}\right) y^2$	(เพราะ $\sqrt[n]{y^m} = y^{\frac{m}{n}}$)
	$= 2 \times y^2$	(เพราะ)
	$= 2 \times \sqrt{y}$	(เพราะ)
	$= 2 \sqrt{y}$	(เพราะ $y^2 = \sqrt{y}$)
		(เพราะ)
		(เพราะ)

ดังนั้น $\sqrt[3]{8y^6} = 2\sqrt{y}$

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ที่มีข้อผิดพลาด ข้อที่ 3

จากภาพนักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลในเรื่อง เลขยกกำลัง โดยนำนิยาม ทฤษฎีบทมาใช้ในการเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้ถูกต้อง แต่ยังไม่พร้อมในการคำนวณเลขยกกำลัง จากบรรทัดที่สาม จะเห็นว่านักเรียนนำสมบัติของเลขยกกำลัง $\sqrt[n]{y} = y^{\frac{1}{n}}$ มาใช้ แต่แสดงวิธีทำผิดพลาดคือ $\sqrt[3]{y^6} = y^{\frac{3}{6}}$ ทั้งนี้ที่ถูกต้องคือ $\sqrt[3]{y^6} = y^{\frac{6}{3}}$ ดังนั้นนักเรียนจะได้คะแนน 2 คะแนนเนื่องจากหาคำตอบผิดแต่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผล

ข้อสอบข้อที่ 4 ให้นักเรียนเขียนจำนวน $\sqrt[3]{2a^2} \times \sqrt[3]{4a}$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย โดยแสดงวิธีทำอย่าง

ละเอียด พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ $\sqrt[3]{2a^2} \times \sqrt[3]{4a} = \sqrt[3]{2a^2(4a)}$ (เพราะ $\sqrt[n]{x} \cdot \sqrt[n]{y} = \sqrt[n]{xy}$) ✓
 $= \sqrt[3]{8a^3} = \sqrt[3]{2^3 a^3}$ (เพราะ $a^m \times a^n = a^{m+n}$) ✓
 $= 2a$ (เพราะ $\sqrt[n]{a^n} = a$) ✓
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)

ดังนั้น $\sqrt[3]{2a^2} \times \sqrt[3]{4a} = 2a$

2

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มี
ข้อผิดพลาด ข้อที่ 4

จากภาพนักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลในเรื่อง เลขยกกำลัง โดยนำนิยาม ทฤษฎีบทมาใช้ในการเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้ไม่สมบูรณ์ จากบรรทัดที่สาม นักเรียนควรอธิบายสมบัติเลขยกกำลัง $\sqrt[n]{a^n} = a$ ให้ครบถ้วนคือ $\sqrt[n]{a^n} = a$ เมื่อ n เป็นจำนวนคี่ และบกร่องในการนำไปใช้ จะเห็นว่า $\sqrt[3]{8a^3} \neq 8a$ ที่ถูกต้องคือ $\sqrt[3]{8a^3} = \sqrt[3]{(2a)^3} = 2a$ ทั้งนี้ในส่วนของการให้เหตุผลนักเรียนยังสามารถอธิบายถึงการใช้สมบัติการคูณเลขยกกำลังได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นนักเรียนจะได้คะแนน 2 คะแนนเนื่องจากหาคำตอบผิดแต่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผล

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ข้อสอบข้อที่ 5 ให้นักเรียนเขียน $\frac{(8xy^2)^{\frac{1}{3}}}{(16x^2y^2)^{\frac{1}{4}}}$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ $\frac{(8xy^2)^{\frac{1}{3}}}{(16x^2y^2)^{\frac{1}{4}}} = \frac{8^{\frac{1}{3}} \cdot x^{\frac{1}{3}} \cdot y^{\frac{2}{3}}}{16^{\frac{1}{4}} \cdot (x^2)^{\frac{1}{4}} \cdot (y^2)^{\frac{1}{4}}}$ (เพราะ $(ab)^n = a^n b^n$)
 $= \frac{\sqrt[3]{8} \cdot x^{\frac{1}{3}} \cdot y^{\frac{2}{3}}}{\sqrt[4]{16} \cdot x^{\frac{2}{4}} \cdot y^{\frac{2}{4}}}$ (เพราะ $\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}$ กรณีเลขยกกำลัง)
 $= \frac{2 \cdot x^{\frac{1}{3}} \cdot y^{\frac{2}{3}}}{2 \cdot x^{\frac{1}{2}} \cdot y^{\frac{1}{2}}}$ (เพราะ $\sqrt[3]{8} = 2, \sqrt[4]{16} = 2$)
 $= \frac{x^{\frac{1}{3}} \cdot y^{\frac{2}{3}}}{x^{\frac{1}{2}} \cdot y^{\frac{1}{2}}}$ (เพราะ $\frac{2}{2} = 1$)
 $= x^{\frac{1}{3} - \frac{1}{2}} \cdot y^{\frac{2}{3} - \frac{1}{2}}$ (เพราะ $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$)
 $= x^{-\frac{1}{6}} \cdot y^{\frac{1}{6}}$ (เพราะ $\sqrt[n]{x} \cdot \sqrt[n]{y} = \sqrt[n]{xy}$)
 $= \frac{y^{\frac{1}{6}}}{x^{\frac{1}{6}}}$ (เพราะ $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$)
 $= \sqrt[6]{\frac{y}{x}}$ (เพราะ $\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}$)
 (เพราะ)
 (เพราะ)

ดังนั้น $\frac{(8xy^2)^{\frac{1}{3}}}{(16x^2y^2)^{\frac{1}{4}}} = \sqrt[6]{\frac{y}{x}}$

ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ที่มีข้อผิดพลาด ข้อที่ 5

จากภาพนักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลในเรื่อง เลขยกกำลัง โดยนำนิยาม ทฤษฎีบทมาใช้ในการเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้ถูกต้อง แต่ยังคงพร่องในการดำเนินการจำนวนตรรกยะจากบรรทัดที่สอง จะเห็นว่านักเรียนแสดงการคูณจำนวนเต็มกับเศษส่วนผิดพลาด ทั้งนี้ในส่วนของ การให้เหตุผลนักเรียนยังสามารถอธิบายถึงการใช้สมบัติการหารเลขยกกำลังได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นนักเรียนจะได้คะแนน 2 คะแนนเนื่องจากหาคำตอบผิดแต่มีการอธิบายอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบอย่างสมเหตุสมผล

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ชั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

- 1) ขั้นเตรียม เป็นการทบทวนความรู้เดิม ระบุแนวทางการทำกิจกรรม เพื่อที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายนั้น
- 2) ขั้นนำเสนอตัวอย่าง เป็นการยกตัวอย่างที่มีหลักการตามจุดประสงค์การเรียนรู้ นั้น ให้ได้พิจารณาหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อพิจารณาเปรียบเทียบสรุปเป็นหลักการ แนวคิด หรือกฎเกณฑ์ ซึ่งการนำเสนอตัวอย่างควรเสนอหลาย ๆ ตัวอย่างให้มากพอที่ผู้เรียนสามารถสรุปเป็นหลักการหรือหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ได้
- 3) ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำการสังเกต ค้นคว้า วิเคราะห์ รวบรวม

เปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันขององค์ประกอบในตัวอย่าง แยกแยะข้อแตกต่าง มองเห็นความสัมพันธ์ในรายละเอียดที่เหมือนกันหรือต่างกัน 4) ขั้นสรุป เป็นการให้ผู้เรียนนำข้อสังเกตต่าง ๆ จากตัวอย่างมาสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือนิยามด้วยตัวผู้เรียนเอง 5) ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะโดยการนำหลักการ กฎ นิยาม ที่ได้รับไปใช้ โดยผู้สอนเตรียมตัวอย่างที่หลากหลายให้ผู้เรียนฝึกทำ หรือการทำแบบฝึกหัดอย่างหลากหลาย โดยผู้เรียนมีการอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบได้ถูกต้อง ซึ่งผู้สอนคอยตอบข้อสงสัยและเดินสังเกตดูว่านักเรียนสามารถนำนิยาม ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปใช้ได้ถูกต้องหรือไม่ เพื่อประเมินว่านักเรียนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งพบว่าตั้งแต่ขั้นที่ 2 และ 3 นักเรียนได้มีการพิจารณาตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ที่เน้นให้เกิดการฝึกคิด และการให้เหตุผลในทุกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องและหลากหลาย ทำให้นักเรียนมีการฝึกการคิดวิเคราะห์ให้เหตุผลและสังเกตเปรียบเทียบเพื่อหาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่นำเสนอ ส่วนในขั้นที่ 4 พบว่านักเรียนนำลักษณะร่วมดังกล่าวมาสรุปเป็นหลักการ ทฤษฎีบท นิยามได้ด้วยตนเอง และมีการนำเสนอข้อสรุป พร้อมทั้งแสดงเหตุผลในการสรุป ต่อเพื่อน ๆ และครูผู้สอนเพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน ในขั้นที่ 5 นักเรียนนำข้อสรุป ทฤษฎีบท นิยามที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการทำใบงานที่เตรียมไว้ มีการคิดวิเคราะห์ แสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้สมเหตุสมผล สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญ ๆ ได้ด้วยตนเอง ทำให้สรุปองค์ความรู้ต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจ และเข้าใจทฤษฎีบท นิยามที่ได้รับยิ่งขึ้น

จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุไรวรรณ คำเมือง (อุไรวรรณ คำเมือง, 2562) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

- 1) การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนควรศึกษารายละเอียด และทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี ควรนำเสนอตัวอย่าง หรือสถานการณ์ที่หลากหลายให้มากและเพียงพอ ที่จะให้

ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเกตเปรียบเทียบหาลักษณะร่วม และสรุปออกมาเป็นนิยาม ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ได้

2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนจะต้องคิดหาคำตอบด้วยตนเอง หากผู้เรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิด อาจได้ข้อสรุปที่ไม่ถูกต้องได้ ผู้สอนควรตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เพื่อเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน

3) ครูผู้สอนจะต้องให้โอกาสแก่นักเรียนในการแสดงทักษะการให้เหตุผล และให้เวลาเพียงพอกับการฝึก เพราะการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยนั้นต้องใช้เวลาอย่างมากสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

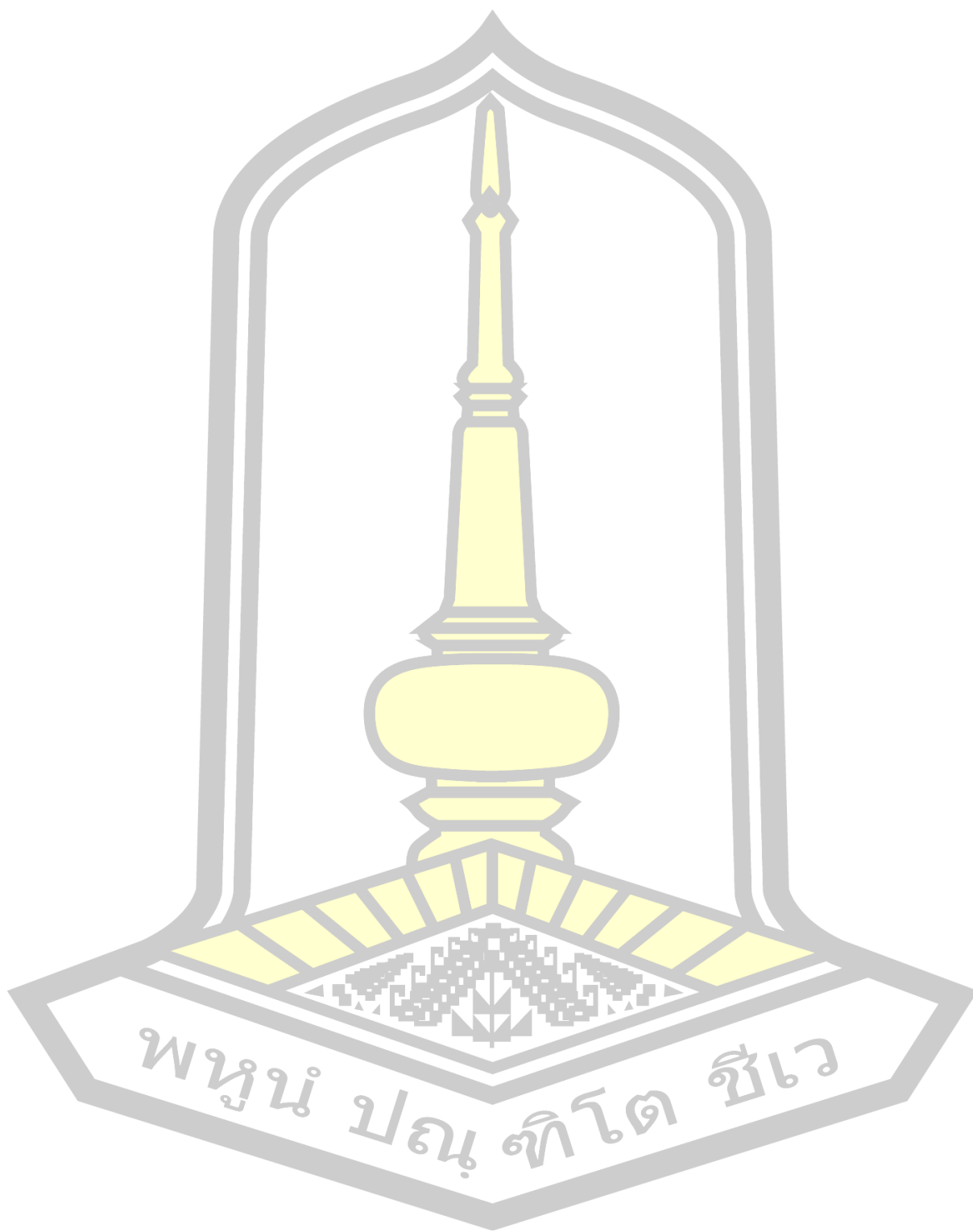
1) ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ความน่าจะเป็น อัตราส่วนและร้อยละ เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หรือความเท่ากันทุกประการ เป็นต้น

2) ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร การเชื่อมโยง หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

3) ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยในเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยอื่น เช่น การทดลองกลุ่มเดียวเปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย หรือเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กับกลุ่มปกติ เป็นต้น

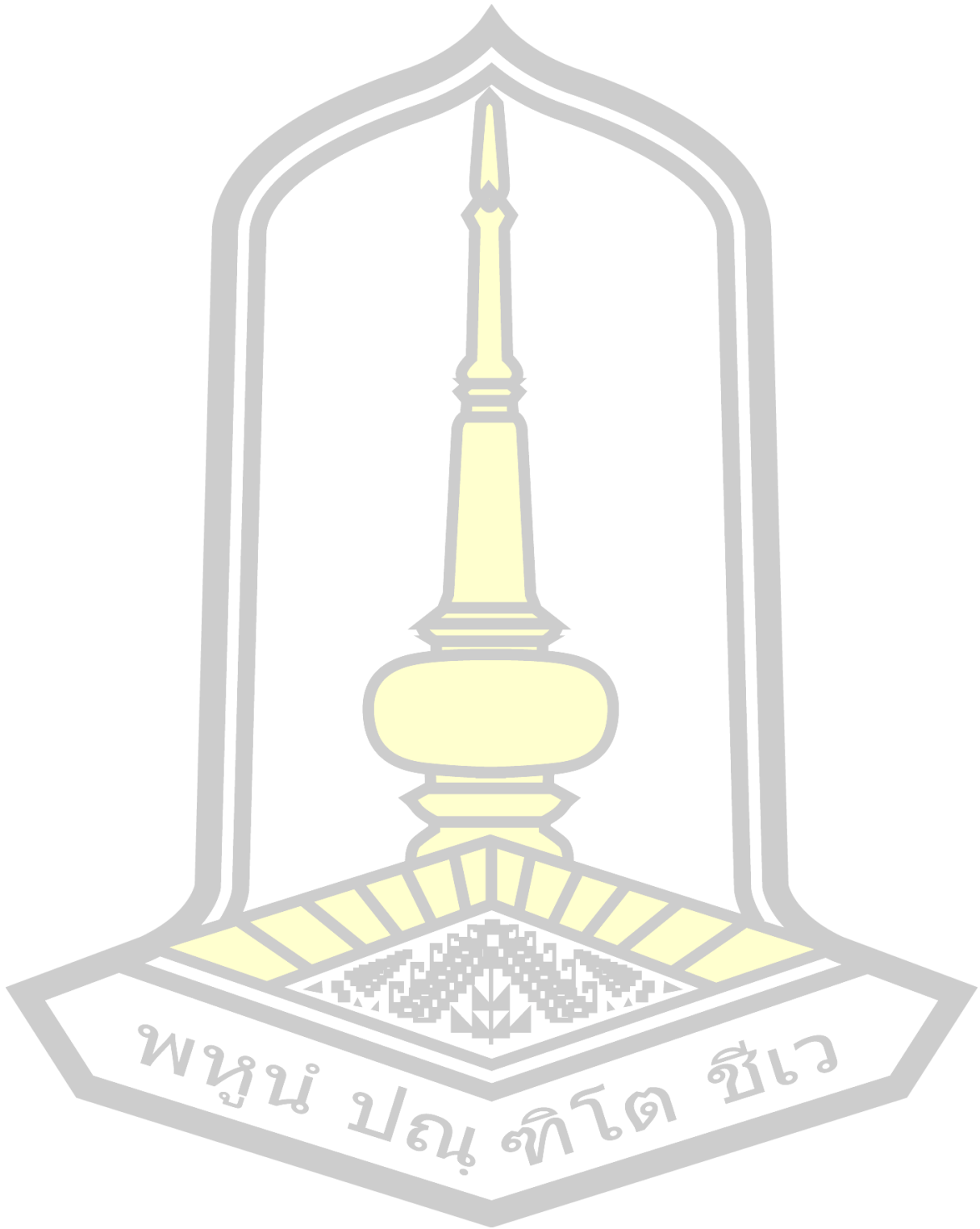
4) ศึกษาพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบอื่น เช่น การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะได้อย่างเหมาะสมกับความสามารถยิ่งขึ้น

พจนัน ปณฺ ทิโต ชีเว



พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว

บรรณานุกรม



กรมวิชาการ. (2544). *สังเคราะห์งานวิจัย เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*.

กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.

กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การ
รับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*.

กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.

กรุงเทพฯ:คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กระทรวงศึกษาธิการ, ก. (2545). *เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและ
พัสดุภัณฑ์.

กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์. (2556). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การ
ชั่งและการตวง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นทักษะการ
เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ขอบใจ สาสิทธิ์. (2545). *ผลของการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และ
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

ทิตนา เขมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิตนา เขมมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะ มาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจ
เมนต์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2550). *พื้นฐานการวิจัยการศึกษา*. กทม: ประสานการพิมพ์.

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

- ประสงค์ กรุงเก่า. (2552). การพัฒนาบทเรียนสื่อประสม เรื่องเลขยกกำลัง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เผชิญ กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E1/E2). การวัดผลการศึกษา. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี. (2545). ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.). การวัดผลการศึกษา. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พรรณทิพา พรหมรักษ์. (2552). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวางนัยทั่วไปเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางพีชคณิตและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพรวลัย สงวนแก้ว. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เมธา พงศ์ศาสตร์. (2549). การสอนคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2536). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- เลิศ สิทธิโกศล. (2540). คณิตศาสตร์พื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สกายบุ๊ก.
- วาโร เฟิงส์สวัสดิ์. (2551). วิธีวิทยาการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิสุตา รักชู. (2547). การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดระนอง. มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- วีณา ประชากุล และประสาธน์ เนิื่องเฉลิม. (2554). รูปแบบการเรียนการสอน. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2555). ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: จรัสนิทวงศ์การพิมพ์.

- ศศิธร แม่นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). *การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ระดับ
ประถมศึกษาตราหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็น. การ
พิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คิวมีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ: สสวท.
- สนอง อินละคร. (2544). *เทคนิควิธีการและนวัตกรรมที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียน
เป็นศูนย์กลาง*. อุบลราชธานี: อุบลกิจออฟเซตการพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลทางการศึกษา*. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2555). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. มหาสารคาม:
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สาคร แสงผึ้ง. (2546). *คู่มือการใช้งานโปรแกรม B-Index & Non Zero-One Method Item
Analysis*. เชียงใหม่: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 1.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม
สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สิริพร ทิพย์คง. (2546). *งานวิจัยทางการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
พัฒนาคุณภาพชีวิตสร้างเศรษฐกิจพอเพียง*. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สุกัญญา เนื่องแก้ว. (2556). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง โดย
ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบอูบุนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุดาร์ตน์ หมั่นไรสง. (2553). *ผลการใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือประกอบการสอนแบบอูบุนัยที่มี
ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่*

1. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์.

สุร กาญจนมยุร. (2544). *โครงการคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชจำกัด.

อัมพร ม้าคอง. (2547). *การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ประมวลบทความ*

หลักการและแนวทางการจัดการ เรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

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

อุไรวรรณ คำเมือง. (2562). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*.

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

Baroody, A.J. and Coslick, R. (1993). *Problem solving reasoning and communicating. K-12 : Helping children think mathematically*.

Baroody, A.J. and Coslick, R. T. (1998). *Fostering children mathematical power : An investigating approach to K-8 mathematics instruction*.

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

Brandt, R. (1984). Teaching about thinking. *Educational Leadership*, 42(1), 11-14.

California state department of education. (1989). California state department of education. Retrieved February 9, 2020, from http://www.intranet.cps.k12.il.us/Assessments/Ideas_and_Rubrics/Rubric_Bank/MathRubrics.pdf

Canadas, Maria C., Encarnacion Castro and Enrique, C. (2009). Using a Model to

Describe Students Inductive Reasoning in Problem Solving. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7(1), 261–278.

Eysenck, H.J., Wurzburg, W.A. and Berne, A. M. (1972). *Encyclopedia psychology* (Vol. 2). London: Search Press.

Eysenck and others. (1972). *Encyclopedia psychology*. London: Search Press.

Goodrich, H. (1997). Understanding rubrics. *Educational Leadership*, 54(4), 14–17.

Guilford, J.P. and H. (1971). *The Analysis of Intelligence*. New York: McGraw Hill Book.

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

Krulik, S. and Rudnick, J. A. (1995). *A new sourcebook for teaching reasoning and problem solving in elementary school*. Boston: Allyn and Bacon.

Lappan, G. & Schram, W. P. (1989). *Communication and Reasoning: Critical Dimensions of Sense Making In Mathematics*. In *New Directions for Elementary School Mathematics, Yearbook*. P. Reston, VA. Retrieved from the National Council of Teachers of Mathematics.

Molnar, G. (2011). Playful Fostering of 6-to 8-Year-Old Students Inductive Reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, 6(2), 91–99.

O'Daffer, P. G. (1990). Inductive and deductive reasoning. *Mathematics Teacher*.

Petr Emanosky, J. B. (2010). *On Effectivity of Inductive Methods in Mathematical Education at Secondary School*. Palacky University.

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

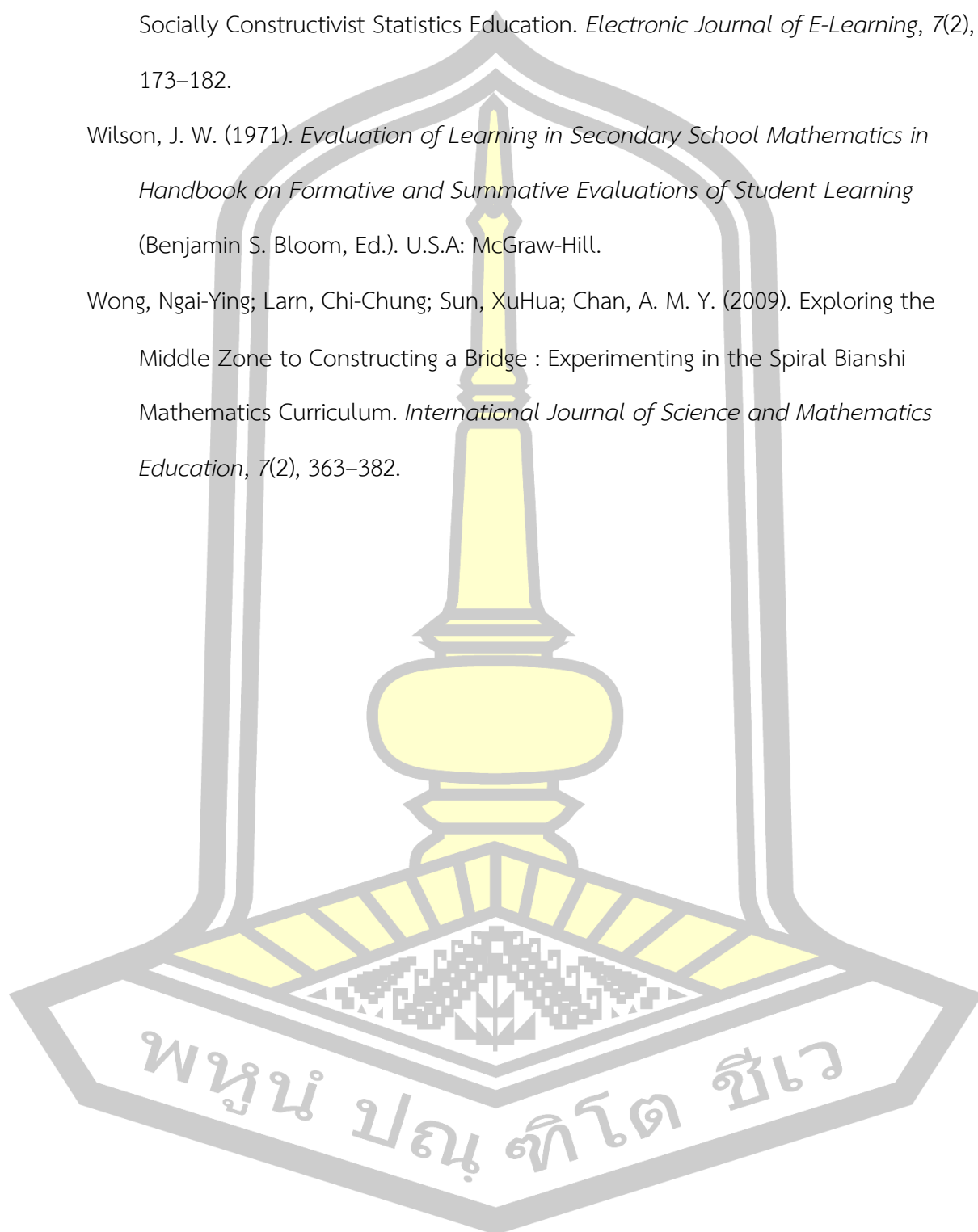
Rowan, T.E., & Morrow, L. J. (1993). *Implementing the K-8 curriculum and evaluation standards : readings from the Arithmetic teacher*. National Council of Teachers of Mathematics.

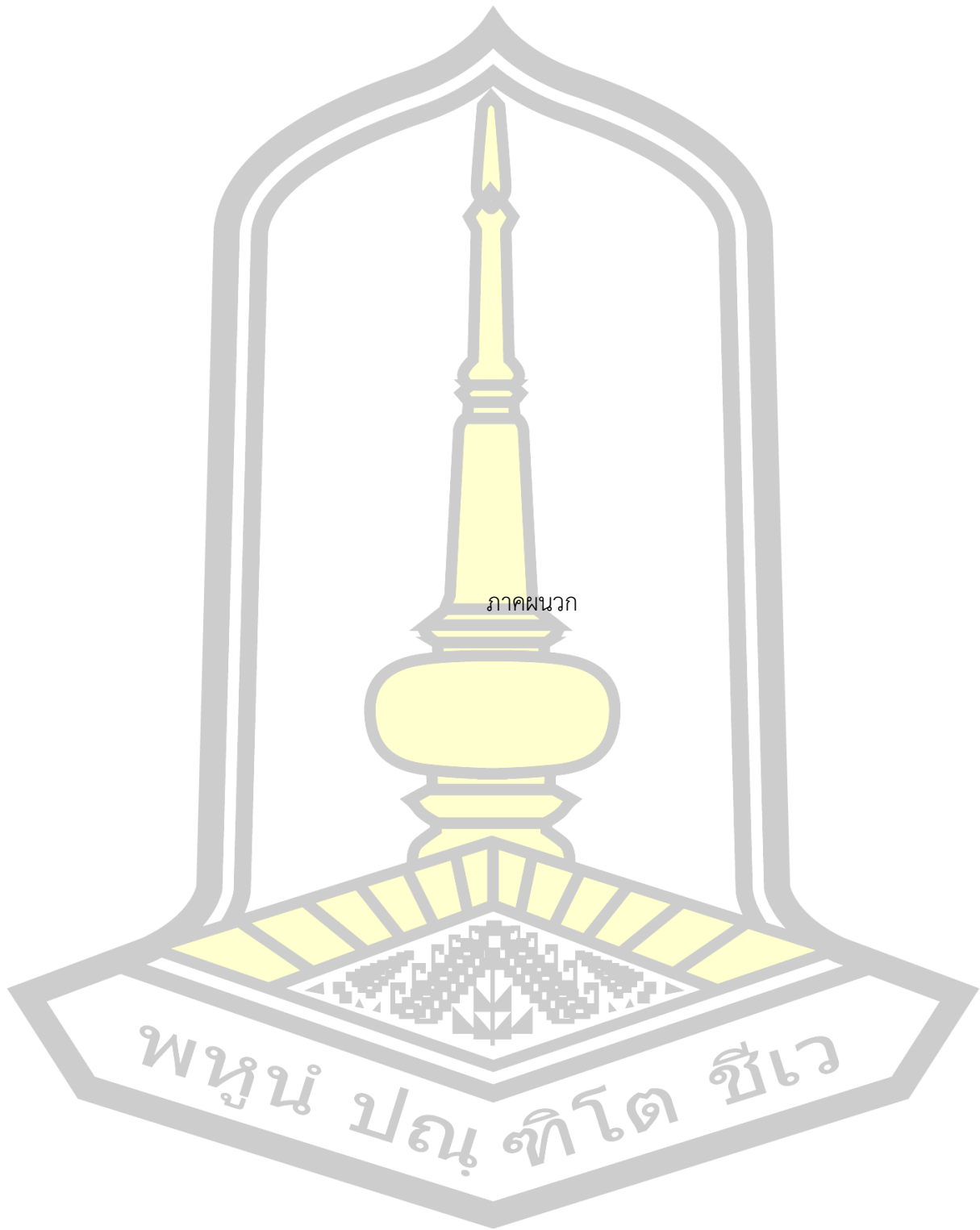
Stiggins, R. J. (1994). *Student-centered classroom assessment*. Merrill.

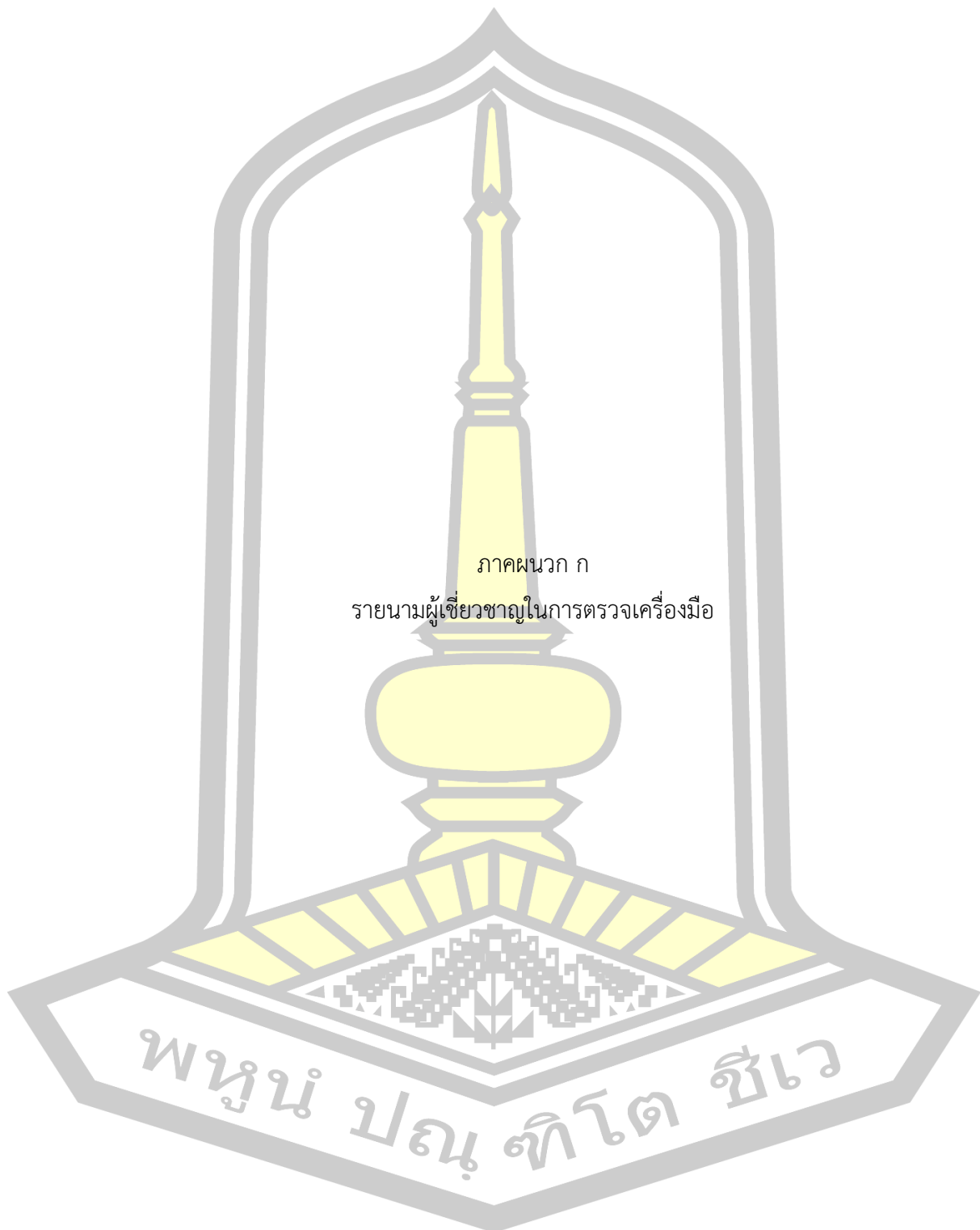
Wessa, P. (2009). How Reproducible Research Leads to Non-Rote Learning within Socially Constructivist Statistics Education. *Electronic Journal of E-Learning*, 7(2), 173–182.

Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics in Handbook on Formative and Summative Evaluations of Student Learning* (Benjamin S. Bloom, Ed.). U.S.A: McGraw-Hill.

Wong, Ngai-Ying; Larn, Chi-Chung; Sun, XuHua; Chan, A. M. Y. (2009). Exploring the Middle Zone to Constructing a Bridge : Experimenting in the Spiral Bianshi Mathematics Curriculum. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 363–382.







รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ดร.ฉลองชัย กล้าณรงค์ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย และด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์
2. ผศ.ดร.วราพร เอรารวรรณ อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนากการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย และด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์
3. ว่าที่ร้อยตรี ดร.พรเทพ โพธิ์พันธุ์ ผู้อำนวยการชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
4. นายณรงค์ จุมพล ครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนหนองบัวฮีวิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และ ด้านแผนการจัดการเรียนรู้
5. นางฉวีวรรณ จรุงษา ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ แผนการจัดการ เรียนรู้ สื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรม

พหุ ประถมศึกษา



(สำเนา)



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ ภายใน ๑๕๑๔
 ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑)๒๕๔ วันที่ ๑๘ มกราคม ๒๕๖๔
 เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ
 เรียน นายฉลองชัย กล้านรงค์

ด้วยนางสาวพรพิชญา โพธิ์พันธุ์ นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ศาสตราจารย์โพโรจน์ ประมวล)
 คณบดีคณะวิทยาศาสตร์





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ ภายใน ๑๕๑๙
 ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑)/๑๒๔ วันที่ ๑๘ มกราคม ๒๕๖๔
 เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์วราพร เอรารวรรณ

ด้วยนางสาวพรพิชญา โพธิ์พันธุ์ นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
 คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๒๒



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ว่าที่ร้อยตรีพรเทพ โพธิ์พันธุ์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด

ด้วยนางสาวพรพิชญา โพธิ์พันธุ์ นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์โพธิ์พันธุ์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๒๒



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขออนุมัติคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นายณรงค์ จุมพล โรงเรียนหนองบัววิทยาคม

ด้วยนางสาวพรพิชญา โพธิ์พันธุ์ นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุมัติคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์โพธิ์โรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๒๒



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางฉวีวรรณ จุฑา โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด

ด้วยนางสาวพรพิชญา โพธิ์พันธุ์ นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ๒๗๓



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้หนังสือเก็บข้อมูลในการทำวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด

ด้วยนางสาวพรพิชญา โพธิ์พันธุ์ นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการอนุญาตให้หนังสือเก็บข้อมูล ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘



ตาราง 11 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	\bar{X}	ระดับความ เหมาะสม
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการ วัดได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	4	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 เป็นเนื้อหาที่มีความ เข้าใจง่ายและเหมาะสม กับผู้เรียน	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	5	4	4	4	5	4.4	เหมาะสมมาก
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน							
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับนวัตกรรม หรือวิธีการสอน	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 เหมาะสมกับเวลา ที่สอน	5	4	4	4	5	4.4	เหมาะสมมาก

ตาราง 11(ต่อ)

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	\bar{X}	ระดับความ เหมาะสม
4.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในการปฏิบัติกิจกรรม	5	5	4	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.5 จัดลำดับได้ถูกต้อง และเหมาะสม	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
5. ด้านสื่อการเรียนรู้							
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนการสอน	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับ เนื้อหาบทเรียน	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 สื่อเหมาะสม ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
6. ด้านการวัดและประเมินผล							
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนการสอน	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
6.3 ใช้เครื่องมือวัดและ ประเมินผลได้อย่างเหมาะสม	5	4	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย						4.88	เหมาะสมมากที่สุด

จากตาราง 11 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า อยู่ในระดับเหมาะสมมาก และเหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเลขยกกำลัง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

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

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อที่	ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
23	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
24	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
27	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
29	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
30	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง



ตาราง 13 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	การแปลความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผลการพิจารณา
1	0.8	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
2	0.6	ยากง่ายปานกลาง	0.6	จำแนกได้	ใช้ได้**
3	0.8	ค่อนข้างง่าย	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
4	0.2	ค่อนข้างยาก	0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
5	0.7	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
6	1	ง่ายมาก	0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
7	0.7	ค่อนข้างง่าย	0.2	จำแนกได้	ใช้ได้
8	0.6	ยากง่ายปานกลาง	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
9	0.5	ยากง่ายปานกลาง	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
10	0.1	ยากมาก	0	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
11	0.5	ยากง่ายปานกลาง	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
12	0.5	ยากง่ายปานกลาง	0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
13	0.4	ยากง่ายปานกลาง	0	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
14	0.2	ค่อนข้างยาก	0.2	จำแนกได้	ใช้ได้**
15	0.4	ยากง่ายปานกลาง	0.2	จำแนกได้	ใช้ได้**
16	0.3	ค่อนข้างยาก	0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
17	0.6	ยากง่ายปานกลาง	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
18	0.3	ค่อนข้างยาก	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
19	0.8	ค่อนข้างง่าย	0.2	จำแนกได้	ใช้ได้**
20	0.6	ยากง่ายปานกลาง	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
21	0.6	ยากง่ายปานกลาง	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
22	0.6	ยากง่ายปานกลาง	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้**
23	0.8	ค่อนข้างง่าย	0.2	จำแนกได้	ใช้ได้**
24	0.3	ค่อนข้างยาก	0.3	จำแนกได้	ใช้ได้
25	0.2	ค่อนข้างยาก	-0.1	จำแนกไม่ได้	ใช้ไม่ได้
26	0.8	ค่อนข้างง่าย	0.2	จำแนกได้	ใช้ได้**

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	การแปล ความหมาย	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	การแปล ความหมาย	ผลการพิจารณา
27	0.9	ง่ายมาก	0.3	จำแนกได้	ใช้ไม่ได้
28	0.8	ค่อนข้างง่าย	0.2	จำแนกได้	ใช้ได้**
29	0.6	ยากง่ายปานกลาง	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
30	0.6	ยากง่ายปานกลาง	0.5	จำแนกได้	ใช้ได้**
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ 0.72					

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง

จากตาราง 13 ค่าความยาก (p) จะต้องอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 (ค่อนข้างยาก, ยากง่ายปานกลาง, ค่อนข้างง่าย) ซึ่งมีทั้งหมด 26 ข้อ และค่าอำนาจจำแนก (r) จะต้องมิตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จึงจะสามารถจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ ซึ่งมีทั้งหมด 23 ข้อ

การประเมินคุณภาพของข้อสอบว่าข้อใดเป็นข้อสอบที่ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ควรพิจารณาทั้งค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ควบคู่กัน ปรากฏว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ทั้งหมด 22 ข้อ และใช้ไม่ได้ 8 ข้อ จึงทำการเลือกข้อสอบที่เหมาะสมทั้งหมด 20 ข้อ โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 0.60



ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์					IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
3	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
4	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
6	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้**

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง



ตาราง 15 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	การแปลความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลความหมาย	ผลการพิจารณา
1	0.27	ค่อนข้างยาก	0.32	จำแนกได้	ใช้ได้
2	0.45	ยากง่ายปานกลาง	0.47	จำแนกได้	ใช้ได้**
3	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.57	จำแนกได้	ใช้ได้**
4	0.34	ค่อนข้างยาก	0.36	จำแนกได้	ใช้ได้
5	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.4	จำแนกได้	ใช้ได้**
6	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.63	จำแนกได้	ใช้ได้**
7	0.28	ค่อนข้างยาก	0.32	จำแนกได้	ใช้ได้
8	0.32	ค่อนข้างยาก	0.30	จำแนกได้	ใช้ได้
9	0.25	ค่อนข้างยาก	0.35	จำแนกได้	ใช้ได้
10	0.52	ยากง่ายปานกลาง	0.48	จำแนกได้	ใช้ได้**
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (α) เท่ากับ 0.76					

** หมายถึง ข้อสอบที่นำไปใช้จริง

จากตาราง15 ค่าความยาก (p) จะต้องอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 (ค่อนข้างยาก, ยากง่ายปานกลาง, ค่อนข้างง่าย) ซึ่งข้อสอบทั้ง 10 ข้อ มีค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ทั้ง 10 ข้อ และ ค่าอำนาจจำแนก (r) จะต้องมามีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จึงจะสามารถจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกทั้ง 10 ข้อ อยู่ในเกณฑ์ทั้ง 10 ข้อ

การประเมินคุณภาพของข้อสอบว่าข้อใดเป็นข้อสอบที่ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ควรพิจารณาทั้งค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ควบคู่กัน ปรากฏว่า ข้อสอบทั้ง 10 ข้ออยู่ในเกณฑ์ทั้งหมด ผู้วิจัยจึงเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมมากที่สุด 5 ข้อ โดยมีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.45 – 0.72 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.40 – 0.63 (ข้อสอบมีอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง – ข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง) ได้แก่ ข้อ 2, 3, 5, 6, 10



ตาราง 16 คะแนนจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 แผน

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5			
	K (10)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (8)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	
1	10	3	3	3	2	3	3	3	2	3	6	2	3	3	2	3
2	10	2	3	3	2	3	3	3	2	3	6	2	3	2	3	3
3	10	3	3	3	2	3	3	3	2	3	7	3	3	2	3	3
4	10	3	3	3	2	3	3	3	2	3	7	3	3	2	3	3
5	10	3	3	3	2	3	3	3	2	3	7	3	3	2	3	3
6	10	3	3	3	2	3	3	3	2	3	7	2	3	3	4	3
7	10	3	3	3	2	3	4	3	3	8	3	3	4	3	3	3
8	10	3	3	3	2	3	4	3	3	7	2	3	4	3	3	3
9	10	3	3	3	2	3	4	3	3	7	2	3	4	3	3	3
10	10	3	3	3	2	3	3	3	2	7	2	3	3	2	3	3
11	10	3	3	3	2	3	3	3	2	7	2	3	3	2	3	3
12	10	3	3	3	2	3	3	3	2	7	2	3	3	2	3	3
13	10	3	3	3	2	3	3	3	2	8	3	3	3	2	3	3
14	10	3	3	3	2	3	3	3	2	8	3	3	3	2	3	3
15	10	3	3	3	2	3	3	3	2	8	3	3	3	2	3	3
16	10	3	3	3	2	3	3	3	2	7	2	3	3	2	3	3

ตาราง 16 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		
	K (10)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (8)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)
17	10	2	3	3	2	3	4	3	3	6	2	3	3	2	3
18	10	2	3	3	2	3	4	3	3	6	2	3	3	2	3
19	8	2	3	3	2	3	4	3	3	8	3	3	3	2	3
20	10	3	3	3	2	3	4	3	3	6	2	3	3	2	3
21	8	2	3	4	3	3	4	3	3	8	3	3	4	3	3
22	8	2	3	3	2	3	4	3	3	7	3	3	3	2	3
23	10	3	3	3	2	3	4	3	3	7	3	3	3	2	3
24	9	2	3	4	3	3	4	3	3	8	3	3	3	2	3
25	9	3	3	4	2	3	4	3	3	8	3	3	4	2	3
26	10	3	3	3	3	3	4	3	3	8	3	3	4	3	3
27	10	3	3	4	3	3	3	2	3	8	3	3	3	2	3
28	10	3	3	4	3	3	4	3	3	8	3	3	4	3	3
29	10	3	3	4	3	3	4	3	3	8	3	3	4	3	3
30	10	3	3	3	2	3	4	3	3	6	2	3	3	2	3
31	8	2	3	4	3	3	4	3	3	8	3	3	4	3	3
32	4	1	2	2	1	2	2	1	2	5	1	2	2	1	2

ตาราง 16 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		
	K (10)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (8)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)
33	4	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	2	2
34	4	1	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2
35	6	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	3	2	1	2
36	4	1	3	2	2	2	2	2	1	3	2	2	2	1	2
37	6	1	3	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2
ΣX	328	92	109	112	80	106	124	87	108	261	91	107	116	79	105
\bar{X}	8.86	2.49	2.95	3.03	2.16	2.86	3.35	2.35	2.92	7.05	2.46	2.89	3.14	2.14	2.84
S.D.	2.02	0.73	0.23	0.60	0.44	0.35	0.68	0.68	0.28	0.85	0.56	0.31	0.63	0.59	0.37
ร้อยละ	88.65	82.88	98.20	75.68	72.07	95.50	83.78	78.38	97.30	88.18	81.98	96.40	78.38	71.17	94.59

ตาราง 16 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10		
	K (8)	P (3)	A (3)	K (5)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)
1	7	2	3	4	2	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
2	7	2	3	5	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
3	7	2	3	5	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
4	7	2	3	4	2	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
5	7	2	3	4	2	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
6	7	2	3	4	2	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
7	7	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	4	2	3
8	7	2	3	4	2	3	4	2	3	4	3	3	4	2	3
9	7	2	3	5	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
10	7	2	3	5	3	3	4	2	3	4	3	3	4	2	3
11	7	2	3	5	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
12	7	2	3	5	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
13	7	2	3	5	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
14	7	2	3	4	2	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
15	7	2	3	4	2	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
16	7	2	3	4	2	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3

ตาราง 16 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10		
	K (8)	P (3)	A (3)	K (5)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)
17	8	2	3	4	2	3	4	3	3	3	2	3	4	3	3
18	8	2	3	4	2	3	4	3	3	2	2	3	4	3	3
19	6	2	3	4	2	3	4	3	3	4	3	3	3	2	3
20	8	3	3	4	2	3	4	3	3	2	2	3	3	2	3
21	6	2	3	5	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
22	6	2	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3
23	7	3	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3
24	7	2	3	5	3	3	4	3	3	4	3	3	3	2	3
25	7	3	3	5	2	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
26	8	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
27	8	3	3	5	3	3	3	2	3	4	3	3	4	3	3
28	8	3	3	5	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
29	8	3	3	5	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3
30	8	2	3	4	2	3	4	3	3	2	2	3	4	3	3
31	6	2	3	4	2	3	4	3	3	4	3	3	3	2	3
32	4	1	2	2	1	2	2	1	3	2	1	2	2	1	2

ตาราง 16 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10		
	K (8)	P (3)	A (3)	K (5)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)
33	4	1	2	3	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2
34	4	1	2	4	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2
35	4	1	2	4	1	3	2	1	2	3	1	2	2	1	2
36	4	1	2	4	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2
37	5	1	2	3	1	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2
ΣX	246	75	105	157	81	106	136	96	106	113	88	105	131	91	105
\bar{X}	6.65	2.03	2.84	4.24	2.19	2.86	3.68	2.59	2.86	3.05	2.38	2.84	3.54	2.46	2.84
S.D.	1.25	0.60	0.37	0.68	0.70	0.35	0.71	0.72	0.35	0.66	0.72	0.37	0.73	0.73	0.37
ร้อยละ	83.11	67.57	94.59	84.86	72.97	95.50	91.89	86.49	95.50	76.35	79.28	94.59	88.51	81.98	94.59

ตาราง 16 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15		
	K (4)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (6)	P (3)	A (3)	K (5)	P (3)	A (3)	K (5)	P (3)	A (3)
1	3	2	3	3	2	3	5	3	3	4	2	3	3	2	3
2	3	2	3	3	2	3	5	3	3	4	2	3	3	2	3
3	3	2	3	3	2	3	5	3	3	4	2	3	3	2	3
4	3	2	3	3	2	3	5	2	3	4	2	3	4	3	3
5	3	2	3	4	3	3	6	3	3	4	2	3	3	2	3
6	3	2	3	4	3	3	6	3	3	4	2	3	4	2	3
7	4	3	3	4	3	3	6	3	3	4	2	3	4	2	3
8	4	3	3	4	3	3	6	3	3	4	2	3	4	2	3
9	4	2	3	4	3	3	5	2	3	4	2	3	4	2	3
10	3	2	3	4	3	3	5	2	3	4	2	3	4	2	3
11	3	2	3	3	2	3	5	2	3	4	2	3	4	3	3
12	3	2	3	3	2	3	5	2	3	3	2	3	4	2	3
13	3	2	3	4	3	3	5	2	3	4	3	3	4	2	3
14	4	3	3	4	3	3	5	2	3	3	2	3	5	3	3
15	3	2	3	3	2	3	5	2	3	3	2	3	5	3	3
16	3	2	3	4	3	3	5	2	3	3	2	3	4	3	3

ตาราง 16 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15			
	K (4)	P (3)	A (3)		K (4)	P (3)	A (3)		K (6)	P (3)	A (3)		K (5)	P (3)	A (3)		K (5)	P (3)	A (3)	
17	4	2	3		3	2	3		6	3	3		4	2	3		5	3	3	
18	4	2	3		3	2	3		6	3	3		3	2	3		5	3	3	
19	2	2	3		3	2	3		6	3	3		5	3	3		4	2	3	
20	4	3	3		3	2	3		6	3	3		3	2	3		4	2	3	
21	3	2	3		4	3	3		6	3	3		5	3	3		5	3	3	
22	3	2	3		3	2	3		6	3	3		4	3	3		4	2	3	
23	4	3	3		3	2	3		6	3	3		4	3	3		4	2	3	
24	3	2	3		4	3	3		6	3	3		5	3	3		4	2	3	
25	3	3	3		4	2	3		6	3	3		5	3	3		5	3	3	
26	4	3	3		4	3	3		6	3	3		5	3	3		5	3	3	
27	4	3	3		4	3	3		6	3	3		5	3	3		5	3	3	
28	4	3	3		3	2	3		5	2	3		5	3	3		5	3	3	
29	4	3	3		4	3	3		6	3	3		5	3	3		5	3	3	
30	4	3	3		3	2	3		6	3	3		4	3	3		4	2	3	
31	3	2	3		4	3	3		6	3	3		5	3	3		4	2	3	
32	2	1	2		2	1	2		4	2	2		3	1	2		3	2	2	

ตาราง 16 (ต่อ)

เลขที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14			แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15		
	K (4)	P (3)	A (3)	K (4)	P (3)	A (3)	K (6)	P (3)	A (3)	K (5)	P (3)	A (3)	K (5)	P (3)	A (3)
33	2	1	2	2	2	2	4	2	2	3	1	2	2	1	2
34	2	1	2	2	2	2	4	2	2	3	1	2	2	1	2
35	2	1	2	2	1	2	4	2	2	3	2	2	2	1	2
36	2	1	2	2	1	2	4	2	2	3	2	2	2	1	2
37	3	2	2	2	1	2	5	3	3	3	2	2	3	2	2
$\sum X$	118	80	105	121	85	105	198	96	106	145	84	105	144	83	105
\bar{X}	3.19	2.16	2.84	3.27	2.30	2.84	5.35	2.59	2.86	3.92	2.27	2.84	3.89	2.24	2.84
S.D.	0.70	0.65	0.37	0.73	0.66	0.37	0.72	0.50	0.35	0.76	0.61	0.37	0.94	0.64	0.37
ร้อยละ	79.73	72.07	94.59	81.76	76.58	94.59	89.19	86.49	95.50	78.38	75.68	94.59	77.84	74.77	94.59

ตาราง 17 คะแนนทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	คะแนนความก้าวหน้า
1	8	17	+9
2	8	16	+8
3	8	17	+9
4	7	18	+11
5	7	18	+11
6	8	17	+9
7	9	18	+9
8	11	17	+6
9	10	17	+7
10	6	15	+9
11	8	15	+7
12	9	16	+7
13	9	17	+8
14	8	18	+10
15	6	16	+10
16	8	17	+9
17	6	12	+6
18	6	13	+7
19	6	13	+7
20	6	12	+6
21	7	14	+7
22	6	15	+9

ตาราง 17 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (20 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)	คะแนนความก้าวหน้า
23	6	14	+8
24	6	13	+7
25	8	15	+7
26	11	18	+7
27	10	17	+7
28	6	17	+11
29	8	16	+8
30	8	15	+7
31	8	14	+6
32	6	12	+6
33	4	10	+6
34	5	10	+5
35	5	11	+6
36	3	10	+7
37	3	10	+7
รวม	264.00	550.00	286.00
ค่าเฉลี่ย	7.14	14.86	7.73
S.D.	1.92	2.59	1.57
ร้อยละ	35.68	74.32	

ตาราง 18 คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นักเรียนคนที่	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน (X) (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
1	17
2	16
3	17
4	18
5	18
6	17
7	18
8	17
9	17
10	15
11	15
12	16
13	17
14	18
15	16
16	17
17	12
18	13
19	13
20	12
21	14
22	15
23	14
24	13

ตาราง 18 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน (X) (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
25	15
26	18
27	17
28	17
29	16
30	15
31	14
32	12
33	10
34	10
35	11
36	10
37	10
รวม	550.00
ค่าเฉลี่ย	14.86
S.D.	2.59

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Z-Test for one sample



One-Sample Statistics

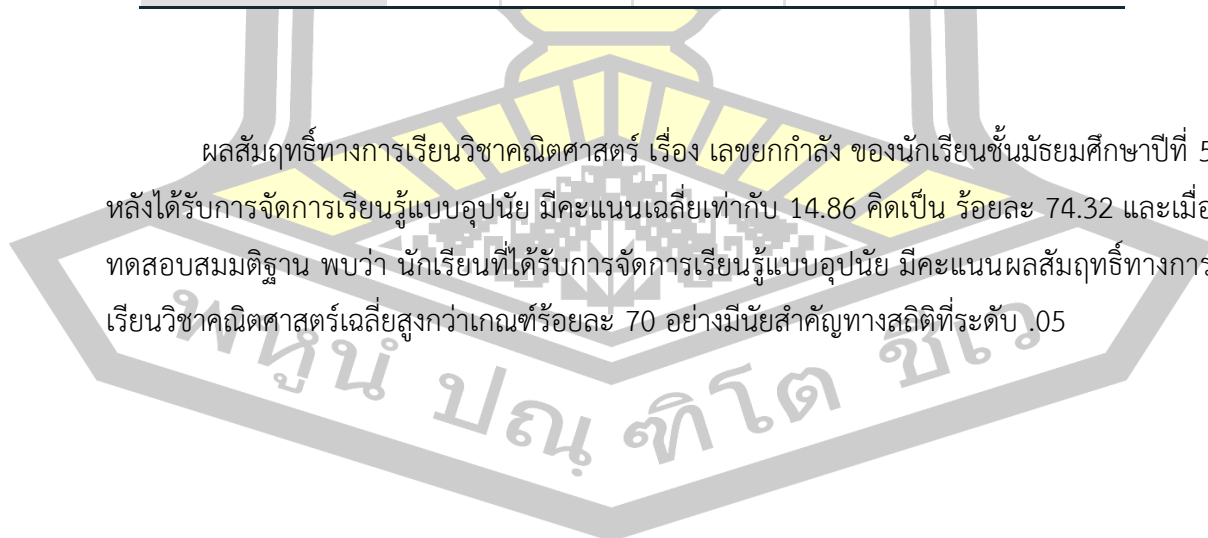
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	37	14.86	2.594	.427

One-Sample Test

Test Value = 14

	z	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	2.028	.050	.865	.00	1.73

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.86 คิดเป็น ร้อยละ 74.32 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ตาราง 19 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นักเรียนคนที่	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน (X) (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)
1	14
2	12
3	13
4	13
5	11
6	11
7	12
8	10
9	12
10	12
11	12
12	13
13	11
14	12
15	12
16	12
17	10
18	11
19	11
20	13
21	12
22	13
23	12
24	12

ตาราง 19 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน (X) (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)
25	12
26	13
27	13
28	14
29	14
30	9
31	10
32	7
33	8
34	6
35	6
36	6
37	8
รวม	412.00
ค่าเฉลี่ย	11.14
S.D.	2.25

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Z-Test for one sample

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนนการให้เหตุผล	37	11.14	2.250	.370

One-Sample Test

Test Value = 10.5

	z	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
คะแนนการให้เหตุผล	1.717	.095	.635	-.12	1.39

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.14 คิดเป็นร้อยละ 74.23 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พหุ ประถมศึกษา



ตาราง 20 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เลขที่	ทดสอบ ก่อนเรียน (20 คะแนน)	รวมคะแนนระหว่างเรียน (60:40)			ทดสอบ หลังเรียน (20 คะแนน)
		ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K) (60 คะแนน)	ด้านทักษะกระบวนการเรียนรู้(P) และ ด้านคุณลักษณะ (A) (40 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
1	8	48.75	35.56	84.31	17
2	8	49.50	35.11	84.61	16
3	8	50.25	36.00	86.25	17
4	7	50.25	35.56	85.81	18
5	7	51.00	36.00	87.00	18
6	8	52.50	36.00	88.50	17
7	9	54.75	36.44	91.19	18
8	11	54.00	36.00	90.00	17
9	10	54.00	36.89	90.89	17
10	6	51.75	34.67	86.42	15
11	8	51.00	36.00	87.00	15
12	9	50.25	35.56	85.81	16
13	9	52.50	36.89	89.39	17
14	8	52.50	36.89	89.39	18
15	6	51.00	36.00	87.00	16
16	8	50.25	36.00	86.25	17
17	6	53.25	35.56	88.81	12
18	6	51.75	35.56	87.31	13
19	6	50.25	36.00	86.25	13
20	6	50.25	36.00	86.25	12
21	7	55.50	38.67	94.17	14
22	6	48.75	36.00	84.75	15
23	6	51.75	37.33	89.08	14
24	6	54.75	37.33	92.08	13

ตาราง 20 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบ ก่อนเรียน (20 คะแนน)	รวมคะแนนระหว่างเรียน (60:40)			ทดสอบ หลังเรียน (20 คะแนน)
		ด้านความรู้ ความเข้าใจ (K) (60 คะแนน)	ด้านทักษะกระบวนการเรียนรู้(P) และ ด้านคุณลักษณะ (A) (40 คะแนน)	รวม (100 คะแนน)	
25	8	57.00	38.22	95.22	15
26	11	57.75	40.00	97.75	18
27	10	57.00	38.67	95.67	17
28	6	57.75	39.11	96.86	17
29	8	59.25	40.00	99.25	16
30	8	51.75	36.44	88.19	15
31	8	53.25	37.33	90.58	14
32	6	30.75	21.33	52.08	12
33	4	32.25	22.22	54.47	10
34	5	32.25	22.22	54.47	10
35	5	36.00	24.89	60.89	11
36	3	32.25	22.67	54.92	10
37	3	39.75	27.11	66.86	10
รวม	264.00	1837.50	1278.22	3115.72	550.00
ค่าเฉลี่ย	7.14	49.66	34.55	84.21	14.86
S.D.	1.92	7.61	5.19	12.74	2.59
ร้อยละ	35.68	82.77	86.37	84.21	74.32
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย (E_1 / E_2) เท่ากับ 84.21/74.32					

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตาราง 21 ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		E.I.
			ทดสอบ ก่อนเรียน	ทดสอบ หลังเรียน	
แบบอุปนัย	37	20	264	550	0.6008

ตาราง 22 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ z-test for one sample

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S	μ_0	z	p
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	37	20	14.86	2.594	14	2.028*	.025

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 23 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ z-test for one sample

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S	μ_0	z	p
คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	37	15	11.14	2.25	10.5	1.717*	.048

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 15 ชั่วโมง

เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม (2)

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวพรพิชญา โพธิ์พันธุ์

โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ ค 1.1 : เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 1.1 ม.5/1 เข้าใจความหมายและใช้สมบัติเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน และการไม่เท่ากันของจำนวนจริงในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ

นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม (จากทฤษฎีบท 1) ในการแก้ปัญหา

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการเรียนรู้

นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้

2.3 ด้านคุณลักษณะ

นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

3. สาระสำคัญ

ทฤษฎีบท 1 ให้ a เป็นจำนวนจริงที่ไม่เป็นศูนย์ และ m, n เป็นจำนวนเต็ม จะได้ว่า

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

4. สารการเรียนรู้

เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

5.1 ขั้นเตรียม

นักเรียนและครูร่วมกันทบทวนความรู้ที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว (จากบทนิยาม 1)

บทนิยาม 1 ให้ a เป็นจำนวนจริง และ n เป็นจำนวนเต็มบวก “ a ยกกำลัง n ”

หรือ “ a กำลัง n ” เขียนแทนด้วย a^n มีความหมายดังนี้

$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$$

$$a^0 = 1 \quad \text{เมื่อ } a \neq 0$$

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n} \quad \text{เมื่อ } a \neq 0$$

5.2 ขั้นนำเสนอตัวอย่าง

ครูยกตัวอย่างการใช้เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม จำนวน 3-5 ตัวอย่าง

โดยใช้การเขียนจำนวนแทนเลขยกกำลังและพื้นฐานการคูณจำนวนเต็มมาคำนวณโดยวิธีการกระจาย

ตัวอย่างที่ 1 จงหาค่าของ $3^5 \times 3^2$

$$\text{จะได้ } 3^5 = 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 243$$

$$3^2 = 3 \times 3 = 9$$

$$\text{ดังนั้น } 3^5 \times 3^2 = 243 \times 9 = 2,187 = 3^7$$

ตัวอย่างที่ 2 จงหาค่าของ $6^{-2} \times 6^{-4}$

$$\text{จะได้ } 6^{-2} = \frac{1}{6^2} \quad (\text{จากบทนิยาม 1 ในแผนที่ 1})$$

$$= \frac{1}{6 \times 6}$$

$$6^{-4} = \frac{1}{6^4} \quad (\text{จากบทนิยาม 1 ในแผนที่ 1})$$

$$= \frac{1}{6 \times 6 \times 6 \times 6}$$

$$\text{ดังนั้น } 6^{-2} \times 6^{-4} = \frac{1}{6^2} \times \frac{1}{6^4} = \frac{1}{(6 \times 6)} \times \frac{1}{(6 \times 6 \times 6 \times 6)} = \frac{1}{6^6} = 6^{-6}$$

ตัวอย่างที่ 3 จงหาค่าของ $4^{-3} \times 4^5$

$$\begin{aligned} 4^{-3} \times 4^5 &= \frac{1}{4^3} \times 4^5 \\ &= \frac{1}{(4 \times 4 \times 4)} \times (4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4) \\ &= 4 \times 4 \\ &= 4^2 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4 จงหาค่าของ $(5^4 \times 5^2) \times 5^2$

$$\begin{aligned} (5^4 \times 5^2) \times 5^2 &= [(5 \times 5 \times 5 \times 5) \times (5 \times 5)] \times (5 \times 5) \\ &= [5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5] \times (5 \times 5) \\ &= 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \\ &= 5^8 \end{aligned}$$

5.3 ชั้นเปรียบเทียบ

นักเรียนทำการสังเกต เปรียบเทียบ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการเขียนจำนวน
ในรูปเลขยกกำลังในแต่ละตัวอย่าง ว่าการเขียนจำนวนดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง

(**ข้อสังเกต** การคูณเลขยกกำลังที่มีฐานเป็นจำนวนเดียวกัน และฐานไม่เท่ากับศูนย์
มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม ในรูปของ $a^m \times a^n$ เมื่อ a เป็นจำนวนจริงที่ไม่เป็นศูนย์ และ m, n
เป็นจำนวนเต็ม แล้ว $a^m \times a^n = a^{m+n}$)

ให้นักเรียนทดลองนำเลขชี้กำลังของตัวตั้งและตัวคูณมาบวกกันจากโจทย์เดิมข้างต้น
และเขียนวิธีหาคำตอบพร้อมคำตอบ

จากตัวอย่างที่ 1 จงหาค่าของ $3^5 \times 3^2$

$$3^5 \times 3^2 = 3^{5+2}$$

$$= 3^7$$

จากตัวอย่างที่ 2 จงหาค่าของ $6^{-2} \times 6^{-4}$

$$6^{-2} \times 6^{-4} = 6^{(-2)+(-4)}$$

$$= 6^{-6}$$

จากตัวอย่างที่ 3 จงหาค่าของ $4^{-3} \times 4^5$

$$\begin{aligned} 4^{-3} \times 4^5 &= 4^{(-3)+5} \\ &= 4^2 \end{aligned}$$

จากตัวอย่างที่ 4 จงหาค่าของ $(5^4 \times 5^2) \times 5^2$

$$\begin{aligned} (5^4 \times 5^2) \times 5^2 &= (5^{4+2}) \times 5^2 \\ &= 5^6 \times 5^2 \\ &= 5^{6+2} \\ &= 5^8 \end{aligned}$$

นักเรียนจะสังเกตว่า คำตอบที่ได้จากทั้งสองวิธีจะมีค่าเท่ากัน

5.4 ชั้นสรุป

ให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนช่วยกันสรุปองค์ความรู้จากตัวอย่างข้างต้นที่ได้เรียนไป ดังนี้

จากตัวอย่างที่ 1-4 สรุปได้ว่า

ให้ a เป็นจำนวนจริงที่ไม่เป็นศูนย์ และ m, n เป็นจำนวนเต็ม

$$\begin{aligned} \text{จะได้ว่า } a^m \times a^n &= \underbrace{(a \times a \times a \times \dots \times a)}_{m \text{ ตัว}} \underbrace{(a \times a \times a \times \dots \times a)}_{n \text{ ตัว}} \\ &= \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{m+n \text{ ตัว}} \\ &= a^{m+n} \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

(หากนักเรียนยังไม่สามารถสรุปองค์ความรู้ได้ ให้ครูอำนวยความสะดวกโดยการยกตัวอย่างเพิ่มเติมจากง่ายไปยากจนครอบคลุมทุกกรณี)

จากนั้นให้นักเรียนเรียนรู้จากใบความรู้ เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง และตอนท้ายครูร่วมสรุปทฤษฎีบทดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนเข้าใจอย่างถูกต้อง

5.5 ขั้นนำไปใช้

ให้นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม (2)

เป็นรายบุคคล และครูสามารถเฉลยใบงานภายหลังได้ หากเวลาเพียงพอ

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 2 เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม (2)
2. ใบความรู้ เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง / อินเทอร์เน็ต

7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม (จากทฤษฎีบท 1) ในการแก้ปัญหา	ตรวจใบงานที่ 2	ใบงานที่ 2 เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม (2)	ทำถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้	ตรวจใบงานที่ 2	ใบงานที่ 2 เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม (2)	- ทำถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป - ผลการประเมิน ระดับ 2 ขึ้นไป
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	สังเกตพฤติกรรมการทำงาน	แบบสังเกตพฤติกรรมด้านคุณลักษณะ	ผลการประเมิน ระดับ 2 ขึ้นไป

บันทึกผลหลังสอน

ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ปัญหา และพัฒนา

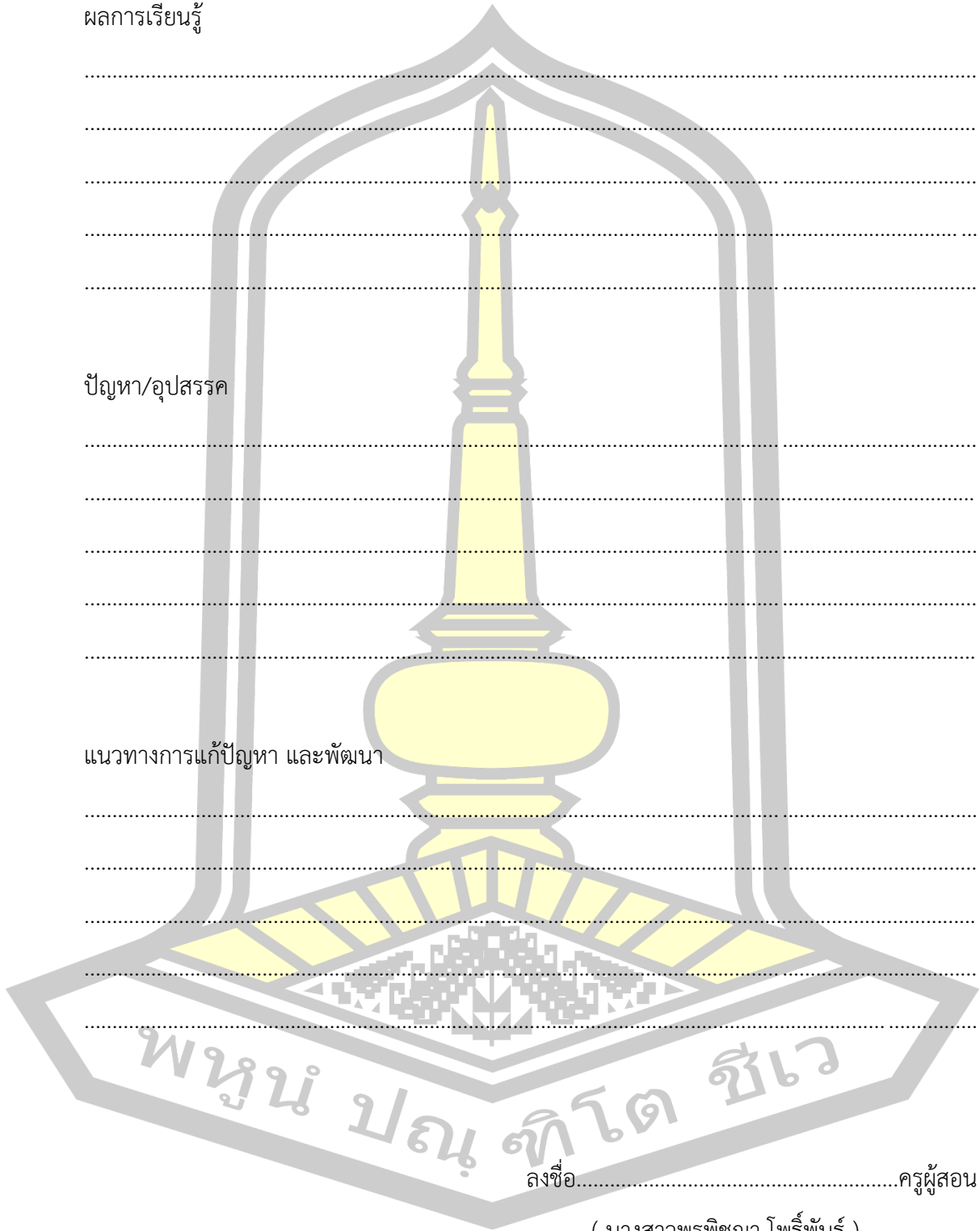
.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวพรพิชญา โพธิ์พันธุ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เกณฑ์การประเมินผลด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คำอธิบายคุณภาพ			
	3 (ดีมาก)	2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้	มีการอ้างอิง ที่ถูกต้อง และ เสนอแนวคิด ประกอบการ ตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผล	มีการอ้างอิง ที่ถูกต้อง บางส่วนและ เสนอแนวคิด ประกอบการ ตัดสินใจแต่ อาจไม่ สมเหตุสมผล บางกรณี	มีการเสนอ แนวคิดที่ไม่ สมเหตุสมผล ในการ ตัดสินใจและ ไม่ระบุงการ อ้างอิง	ไม่มีการเสนอ แนวคิดในการ ตัดสินใจและ ไม่ระบุงการ อ้างอิง



เกณฑ์การประเมินผลด้านคุณลักษณะ

รายการประเมิน	คำอธิบายคุณภาพ			
	3 (ดีมาก)	2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	คิด วางแผนงาน และส่งงานในการทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมายด้วยตนเอง และร่วมกับผู้อื่น อย่างมีขั้นตอน ครบถ้วน สมบูรณ์และ สำเร็จตาม เป้าหมาย อย่างมีคุณค่า ทั้งทางด้านงาน เดี่ยวและงาน กลุ่มทุกครั้ง	คิด วางแผนงาน และส่งงานในการ ทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมายด้วย ตนเอง และ ร่วมกับผู้อื่นอย่าง มีขั้นตอนครบถ้วน สมบูรณ์และ สำเร็จตาม เป้าหมาย ทั้งทางด้านงาน เดี่ยวและงานกลุ่ม เป็นบางครั้ง	คิด วางแผนงาน และส่งงานในการ ทำกิจกรรมที่ได้รับ มอบหมายด้วย ตนเอง และ ร่วมกับผู้อื่นอย่าง มีขั้นตอนครบถ้วน สมบูรณ์และ สำเร็จตาม เป้าหมาย ทั้งทางด้านงาน เดี่ยวและงานกลุ่ม น้อยมาก	ไม่มีการคิด วางแผนงาน และไม่ส่งงานในการ ทำกิจกรรม ที่ได้รับ มอบหมายด้วย ตนเอง และ ร่วมกับผู้อื่น

หมายเหตุ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

คะแนนรวม 1-2 ระดับคุณภาพ 1 พอใช้

คะแนนรวม 3-4 ระดับคุณภาพ 2 ดี

คะแนนรวม 5-6 ระดับคุณภาพ 3 ดีมาก

พจนานุกรมศัพท์ ชีวะ

ใบความรู้เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง

สมบัติการคูณเลขยกกำลัง

ให้ a เป็นจำนวนจริงที่ไม่เป็นศูนย์ และ m, n เป็นจำนวนเต็ม

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

ตัวอย่าง จงหาผลลัพธ์ $3^7 \times 3^5$ ในรูปเลขยกกำลัง โดยใช้ (วิธีกระจาย)

วิธีทำ

$$\begin{aligned} 3^7 \times 3^5 &= (3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3) \times (3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3) \\ &= 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \\ &= 3^{12} \end{aligned}$$

ตอบ 3^{12}



ตัวอย่าง จงหาผลลัพธ์ $3^7 \times 3^5$ ในรูปเลขยกกำลัง โดยใช้สมบัติการคูณเลขยกกำลัง

วิธีทำ

$$\begin{aligned} 3^7 \times 3^5 &= 3^{7+5} \\ &= 3^{12} \end{aligned}$$

ตอบ 3^{12}



ตัวอย่าง จงหาผลลัพธ์ $3^{-4} \times 3^{-5}$ ในรูปเลขยกกำลัง โดยใช้ (วิธีกระจาย)

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } 3^{-4} \times 3^{-5} &= \frac{1}{3^4} \times \frac{1}{3^5} \\ &= \frac{1}{(3 \times 3 \times 3 \times 3)} \times \frac{1}{(3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3)} \\ &= \frac{1}{3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3} \\ &= \frac{1}{3^9} \\ &= 3^{-9} \end{aligned}$$

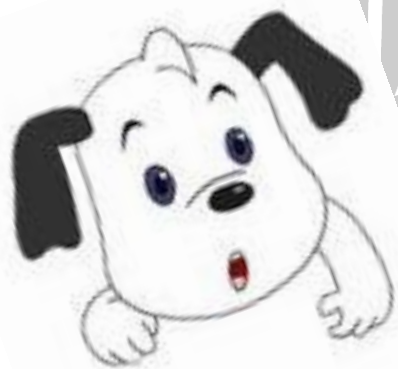
ตอบ 3^{-9}



ตัวอย่าง จงหาผลลัพธ์ $3^{-4} \times 3^{-5}$ ในรูปเลขยกกำลัง โดยใช้สมบัติการคูณเลขยกกำลัง

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } 3^{-4} \times 3^{-5} &= 3^{(-4) + (-5)} \\ &= 3^{-9} \end{aligned}$$

ตอบ 3^{-9}



ปณ ทั โต ชี เว

ชื่อ ชั้น เลขที่



คำชี้แจง : ให้นักเรียนหาค่าของเลขยกกำลังต่อไปนี้

1. $5^9 \times 5^4 =$

.....

.....

2. $6^{-9} \times 6^9 =$

.....

.....

3. $(73^9 \times 73^{-4}) \times 73^6 =$

.....

.....

4. $(5^m \times 5^{-m} \times 5^m \times 5^m \times 5^m) \times 5^{4m} =$

.....

.....

พูน บุญศิริโต ชิวเว

เฉลย

ใบงานที่ 2

เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม (2)

คำชี้แจง : ให้นักเรียนหาค่าของเลขยกกำลังต่อไปนี้

$$1. \quad 5^9 \times 5^4 = 5^{9+4}$$

$$= 5^{13}$$

$$2. \quad 6^{-9} \times 6^9 = 6^{-9+9}$$

$$= 6^0$$

$$= 1$$

$$3. \quad (73^9 \times 73^{-4}) \times 73^6 = [73^{9+(-4)}] \times 73^6$$

$$= 73^{5+6}$$

$$= 73^{11}$$

$$4. \quad (5^m \times 5^{-m} \times 5^m \times 5^m \times 5^m) \times 5^{4m} = 5^{m+(-m)+m+m+m} \times 5^{4m}$$

$$= 5^{3m} \times 5^{4m}$$

$$= 5^{3m+4m}$$

$$= 5^{7m}$$

พหุคูณ ปณฺ ทิโต ชีเว



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
2. ให้นักเรียนกากบาท (X) ทับคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ในช่องกระดาษคำตอบโดยใช้ปากกา
ในการเขียน เช่น เลือกข้อ ก
~~ก~~ ข ค ง
3. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องมือคำนวณ
4. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
5. ไม่อนุญาตให้นักเรียนออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาทำการสอบ

พหุ ประทีป วิทยา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. $[(4 \times 2) - 7] - 1^0$ มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 0 ข. 1 ค. 2 ง. 5

2. จงหาค่าของ $81^6 \times 64^4 \times 6^{-23}$

- ก. 2 ข. 4 ค. 6 ง. 8

3. ข้อใดไม่เท่ากับ 7^0

- ก. 0 ข. 1 ค. $\frac{6^4}{6^4}$ ง. 8^0

4. $(2^{2x+1}) \times 4^2$ มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 2^{2x+5} ข. 2^{2x+6}
ค. 4^{2x+3} ง. 4^{2x+5}

5. ค่าของ $\frac{2^3 x^4 y^8}{2^{-2} x^5 y^6}$ ตรงกับข้อใด

- ก. $2xy^{-2}$ ข. $10x^{-1}y^2$
ค. $32x^{-1}y^2$ ง. $63xy^{-2}$

6. $(4x^2)(8xy^3)(16x^3y^5)$ มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. $2^6 x^5 y^{15}$ ข. $2^7 x^6 y^8$
ค. $2^8 x^7 y^8$ ง. $2^9 x^6 y^8$

7. ค่าของ $-\sqrt{225}$ ตรงกับข้อใด

- ก. 15 ข. -15
ค. 25 ง. -25

8. ค่าของ $\frac{\sqrt{27}}{\sqrt{12}}$ ตรงกับข้อใด

- ก. $\frac{2}{3}$ ข. $\frac{2}{4}$
ค. $\frac{3}{2}$ ง. $\frac{4}{2}$

9. ค่าของ $\sqrt[3]{7} \times \sqrt[3]{-49}$ ตรงกับข้อใด

- ก. 49 ข. -49
ค. 7 ง. -7

10. ค่าของ $\sqrt[6]{-64}$ ตรงกับข้อใด

- ก. 2 ข. 4
ค. 6 ง. ไม่ใช่จำนวนจริง

11. ค่าของ $\sqrt[3]{-\frac{1}{64}}$ ตรงกับข้อใด

- ก. $-\frac{1}{2}$ ข. $-\frac{1}{4}$
ค. $-\frac{1}{6}$ ง. $-\frac{1}{8}$

12. ค่าของ $\sqrt[3]{\frac{125}{8}}$ ตรงกับข้อใด

- ก. $\frac{5}{2}$ ข. $\frac{4}{2}$
ค. $\frac{3}{2}$ ง. $\frac{2}{2}$

13. $\sqrt[3]{125x^4}$ เขียนให้อยู่ในรูปอย่างง่าย ตรงกับข้อใด

ก. $3x\sqrt[3]{x}$

ข. $5x\sqrt[3]{x}$

ค. $7x\sqrt[3]{x}$

ง. $11x\sqrt[3]{x}$

14. ค่าของ $\sqrt[4]{32} \times \sqrt[4]{8}$ ตรงกับข้อใด

ก. 2

ข. 4

ค. 6

ง. ไม่ใช่จำนวนจริง

15. $\sqrt[3]{81} \times \sqrt[4]{81}$ เขียนให้อยู่ในรูปอย่างง่าย

ตรงกับข้อใด

ก. $3\sqrt[3]{3}$

ข. $6\sqrt[3]{3}$

ค. $9\sqrt[3]{3}$

ง. $12\sqrt[3]{3}$

16. ค่าของ $\sqrt{2} \times \sqrt{3} \times \sqrt{6}$ ตรงกับข้อใด

ก. 2

ข. 4

ค. 6

ง. 8

17. ค่าของ $\frac{(-3)^{\frac{4}{5}}}{(-3)^{-\frac{1}{5}}}$ ตรงกับข้อใด

ก. -1

ข. -2

ค. -3

ง. 4

18. ค่าของ $((-8)^{\frac{2}{3}})^{\frac{1}{2}}$ ตรงกับข้อใด

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

19. ค่าของ $((243)^{\frac{1}{5}})^2$ ตรงกับข้อใด

ก. 3

ข. 5

ค. 7

ง. 9

20. $32^{\frac{1}{2}} \times 8^{\frac{5}{6}}$ เขียนให้อยู่ในรูปอย่างง่าย ตรงกับข้อใด

ก. 2^5

ข. 2^6

ค. 2^{15}

ง. 2^{16}

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว

กระดาษคำตอบ

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่

ให้นักเรียนกาเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบ
(20 คะแนน)

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

พหุบัน ปณุ ทิโต ชีเว



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. $[(4 \times 2) - 7] - 1^0$ มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 0 ข. 1 ค. 2 ง. 5

2. จงหาค่าของ $81^6 \times 64^4 \times 6^{-23}$

- ก. 2 ข. 4 ค. 6 ง. 8

3. ข้อใดไม่เท่ากับ 7^0

- ก. 0 ข. 1 ค. $\frac{6^4}{6^4}$ ง. 8^0

4. $(2^{2x+1}) \times 4^2$ มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 2^{2x+5} ข. 2^{2x+6}
ค. 4^{2x+3} ง. 4^{2x+5}

5. ค่าของ $\frac{2^3 x^4 y^8}{2^{-2} x^5 y^6}$ ตรงกับข้อใด

- ก. $2xy^{-2}$ ข. $10x^{-1}y^2$
ค. $32x^{-1}y^2$ ง. $63xy^2$

6. $(4x^2)(8xy^3)(16x^3y^5)$ มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. $2^6 x^5 y^{15}$ ข. $2^7 x^6 y^8$
ค. $2^8 x^7 y^8$ ง. $2^9 x^6 y^8$

7. ค่าของ $-\sqrt{225}$ ตรงกับข้อใด

- ก. 15 ข. -15
ค. 25 ง. -25

8. ค่าของ $\frac{\sqrt{27}}{\sqrt{12}}$ ตรงกับข้อใด

- ก. $\frac{2}{3}$ ข. $\frac{2}{4}$
ค. $\frac{3}{2}$ ง. $\frac{4}{2}$

9. ค่าของ $\sqrt[3]{7} \times \sqrt[3]{-49}$ ตรงกับข้อใด

- ก. 49 ข. -49
ค. 7 ง. -7

10. ค่าของ $\sqrt[6]{-64}$ ตรงกับข้อใด

- ก. 2 ข. 4
ค. 6 ง. ไม่ใช่จำนวนจริง

11. ค่าของ $\sqrt[3]{-\frac{1}{64}}$ ตรงกับข้อใด

- ก. $-\frac{1}{2}$ ข. $-\frac{1}{4}$
ค. $-\frac{1}{6}$ ง. $-\frac{1}{8}$

12. ค่าของ $\sqrt[3]{\frac{125}{8}}$ ตรงกับข้อใด

- ก. $\frac{5}{2}$ ข. $\frac{4}{2}$
ค. $\frac{3}{2}$ ง. $\frac{2}{2}$

13. $\sqrt[3]{125x^4}$ เขียนให้อยู่ในรูปอย่างง่าย ตรงกับข้อใด

ก. $3x\sqrt[3]{x}$

ข. $5x\sqrt[3]{x}$

ค. $7x\sqrt[3]{x}$

ง. $11x\sqrt[3]{x}$

14. ค่าของ $\sqrt[4]{32} \times \sqrt[4]{8}$ ตรงกับข้อใด

ก. 2

ข. 4

ค. 6

ง. ไม่ใช่จำนวนจริง

15. $\sqrt[3]{81} \times \sqrt[4]{81}$ เขียนให้อยู่ในรูปอย่างง่าย

ตรงกับข้อใด

ก. $3\sqrt[3]{3}$

ข. $6\sqrt[3]{3}$

ค. $9\sqrt[3]{3}$

ง. $12\sqrt[3]{3}$

16. ค่าของ $\sqrt{2} \times \sqrt{3} \times \sqrt{6}$ ตรงกับข้อใด

ก. 2

ข. 4

ค. 6

ง. 8

17. ค่าของ $\frac{(-3)^{\frac{4}{5}}}{(-3)^{-\frac{1}{5}}}$ ตรงกับข้อใด

ก. -1

ข. -2

ค. -3

ง. 4

18. ค่าของ $((-8)^{\frac{2}{3}})^{\frac{1}{2}}$ ตรงกับข้อใด

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

19. ค่าของ $((243)^{\frac{1}{5}})^2$ ตรงกับข้อใด

ก. 3

ข. 5

ค. 7

ง. 9

20. $32^{\frac{1}{2}} \times 8^{\frac{5}{6}}$ เขียนให้อยู่ในรูปอย่างง่าย ตรงกับข้อใด

ก. 2^5

ข. 2^6

ค. 2^{15}

ง. 2^{16}

พหุบัน ปณ ทิโต ชีเว

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เรื่อง เลขยกกำลัง

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีการได้มาของคำตอบ โดยแสดงแนวคิด ขั้นตอนการแสดงวิธีทำ ประกอบการเขียนอธิบายเหตุผลอย่างละเอียด ซึ่งอาจใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งในรูปของสมการ หรือสัญลักษณ์ และมีการสรุปคำตอบที่ได้ให้ครบถ้วน

ข้อสอบข้อที่ 1 ให้นักเรียนเขียนจำนวน $\frac{3a^5b}{9ab^0}$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)

ดังนั้น $\frac{3a^5b}{9ab^0} =$

ข้อสอบข้อที่ 2 ให้นักเรียนหาค่าของ $(3^{-3})^2(3^{-2})^{-2}(3^4)^{-2}$ โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)

ดังนั้น $(3^{-3})^2(3^{-2})^{-2}(3^4)^{-2} =$

ข้อสอบข้อที่ 3 ให้นักเรียนเขียนจำนวน $\sqrt[3]{8y^6}$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)

ดังนั้น $\sqrt[3]{8y^6} = \dots\dots\dots$

ข้อสอบข้อที่ 4 ให้นักเรียนเขียนจำนวน $\sqrt[3]{2a^2} \times \sqrt[3]{4a}$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)

ดังนั้น $\sqrt[3]{2a^2} \times \sqrt[3]{4a} = \dots\dots\dots$

ข้อสอบข้อที่ 5 ให้นักเรียนเขียน $\frac{(8xy^2)^{\frac{1}{3}}}{(16x^2y^2)^{\frac{1}{4}}}$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)
 (เพราะ.....)

ดังนั้น $\frac{(8xy^2)^{\frac{1}{3}}}{(16x^2y^2)^{\frac{1}{4}}} = \dots\dots\dots$

พหุคูณ ปณฺ ทิโต ชีเว



เฉลย

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เรื่อง เลขยกกำลัง

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีการได้มาของคำตอบ โดยแสดงแนวคิด ขั้นตอนการแสดงวิธีทำ ประกอบการเขียนอธิบายเหตุผลอย่างละเอียด ซึ่งอาจใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งในรูปของสมการ หรือสัญลักษณ์ และมีการสรุปคำตอบที่ได้ให้ครบถ้วน

ข้อสอบข้อที่ 1 ให้นักเรียนเขียนจำนวน $\frac{3a^5b}{9ab^0}$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ แนวคำตอบ1
$$\frac{3a^5b}{9ab^0} = \frac{3}{9} \times \frac{a^5}{a} \times \frac{b}{b^0} \quad (\text{เพราะ สมบัติการคูณจำนวนจริง})$$

$$= \frac{1}{3} \times a^{5-1} \times b^{1-0} \quad (\text{เพราะ } \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n})$$

$$= \frac{1}{3} \times a^4 \times b \quad (\text{เพราะ } a^{5-1} = a^4)$$

$$= \frac{a^4b}{3} \quad (\text{เพราะ สมบัติการคูณจำนวนจริง})$$

ดังนั้น
$$\frac{3a^5b}{9ab^0} = \frac{a^4b}{3}$$

แนวคำตอบ2
$$\frac{3a^5b}{9ab^0} = \frac{3}{9} \times \frac{a^5}{a} \times \frac{b}{b^0} \quad (\text{เพราะ สมบัติการคูณจำนวนจริง})$$

$$= \frac{1}{3} \times a^{5-1} \times \frac{b}{1} \quad (\text{เพราะ } \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}, a^0 = 1)$$

$$= \frac{1}{3} \times a^4 \times b \quad (\text{เพราะ } a^{5-1} = a^4)$$

$$= \frac{a^4b}{3} \quad (\text{เพราะ สมบัติการคูณจำนวนจริง})$$

ดังนั้น
$$\frac{3a^5b}{9ab^0} = \frac{a^4b}{3}$$

พหุคูณ มอญทิโต ชัด

ข้อสอบข้อที่ 2 ให้นักเรียนหาค่าของ $(3^{-3})^2(3^{-2})^{-2}(3^4)^{-2}$ โดยแสดงวิธีทำ
อย่างละเอียด พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ แนวคำตอบ

$$\begin{aligned}(3^{-3})^2(3^{-2})^{-2}(3^4)^{-2} &= (3^{-6})(3^4)(3^{-8}) && \text{(เพราะ } (a^m)^n = a^{mn} \text{)} \\ &= 3^{-6+4-8} && \text{(เพราะ } a^m \times a^n = a^{m+n} \text{)} \\ &= 3^{-10} && \text{(เพราะ } -6 + 4 - 8 = -10 \text{)} \\ &= \frac{1}{3^{10}} && \text{(เพราะ } a^{-n} = \frac{1}{a^n} \text{)}\end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } (3^{-3})^2(3^{-2})^{-2}(3^4)^{-2} = \frac{1}{3^{10}}$$

ข้อสอบข้อที่ 3 ให้นักเรียนเขียนจำนวน $\sqrt[3]{8y^6}$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย โดยแสดงวิธีทำ
อย่างละเอียด พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ แนวคำตอบ1

$$\begin{aligned}\sqrt[3]{8y^6} &= \sqrt[3]{8} \times \sqrt[3]{y^6} && \text{(เพราะ } \sqrt[n]{xy} = \sqrt[n]{x} \times \sqrt[n]{y} \text{)} \\ &= \sqrt[3]{2^3} \times \sqrt[3]{y^6} && \text{(เพราะ } 8 = 2^3 \text{)} \\ &= 2 \times \sqrt[3]{(y^2)^3} && \text{(เพราะ } \sqrt[n]{x^n} = x ; n \text{ เป็นจำนวนคี่, } \\ & && \text{(} (a^m)^n = a^{mn} \text{)} \\ &= 2 \times y^2 && \text{(เพราะ } \sqrt[n]{x^n} = x ; n \text{ เป็นจำนวนคี่) } \\ &= 2y^2 && \text{(เพราะ การคูณจำนวนจริง)}\end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } \sqrt[3]{8y^6} = 2y^2$$

แนวคำตอบ2

$$\begin{aligned}\sqrt[3]{8y^6} &= \sqrt[3]{8} \times \sqrt[3]{y^6} && \text{(เพราะ } \sqrt[n]{xy} = \sqrt[n]{x} \times \sqrt[n]{y} \text{)} \\ &= 8^{\frac{1}{3}} \times (y^6)^{\frac{1}{3}} && \text{(เพราะ } \sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}} \text{)} \\ &= (2^3)^{\frac{1}{3}} \times y^2 && \text{(เพราะ } 8 = 2^3, (a^m)^n = a^{mn} \text{)} \\ &= 2 \times y^2 && \text{(เพราะ } (a^m)^n = a^{mn} \text{)} \\ &= 2y^2 && \text{(เพราะ การคูณจำนวนจริง)}\end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } \sqrt[3]{8y^6} = 2y^2$$

ข้อสอบข้อที่ 4 ให้นักเรียนเขียนจำนวน $\sqrt[3]{2a^2} \times \sqrt[3]{4a}$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ แนวคำตอบ

$$\begin{aligned} \sqrt[3]{2a^2} \times \sqrt[3]{4a} &= \sqrt[3]{2a^2 \times 4a} && \text{(เพราะ } \sqrt[n]{xy} = \sqrt[n]{x} \times \sqrt[n]{y} \text{)} \\ &= \sqrt[3]{8a^3} && \text{(เพราะ } a^m \times a^n = a^{m+n} \text{)} \\ &= \sqrt[3]{8} \times \sqrt[3]{a^3} && \text{(เพราะ } \sqrt[n]{xy} = \sqrt[n]{x} \times \sqrt[n]{y} \text{)} \\ &= 2 \times a && \text{(เพราะ } \sqrt[3]{8} = 2, \\ & && \sqrt[n]{x^n} = x ; n \text{ เป็นจำนวนคี่)} \\ &= 2a && \text{(เพราะ การคูณจำนวนจริง)} \end{aligned}$$

ดังนั้น $\sqrt[3]{2a^2} \times \sqrt[3]{4a} = 2a$

ข้อสอบข้อที่ 5 ให้นักเรียนเขียน $\frac{(8xy^2)^{\frac{1}{3}}}{(16x^2y^2)^{\frac{1}{4}}}$ ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย โดยแสดงวิธีทำอย่างละเอียด พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละบรรทัด

วิธีทำ แนวคำตอบ1

$$\begin{aligned} \frac{(8xy^2)^{\frac{1}{3}}}{(16x^2y^2)^{\frac{1}{4}}} &= \frac{8^{\frac{1}{3}} \cdot x^{\frac{1}{3}} \cdot y^{\frac{2}{3}}}{16^{\frac{1}{4}} \cdot x^{\frac{1}{2}} \cdot y^{\frac{1}{2}}} && \text{(เพราะ } (ab)^n = a^n b^n, \\ & && (a^m)^n = a^{mn} \text{)} \\ &= \frac{8^{\frac{1}{3}} \cdot x^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{1}{2} \cdot y^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{1}{2}}{16^{\frac{1}{4}}} && \text{(เพราะ } \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n} \text{)} \\ &= \frac{(2^3)^{\frac{1}{3}} \cdot x^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{1}{6} \cdot y^{\frac{1}{6}}}{(2^4)^{\frac{1}{4}}} && \text{(เพราะ } 8 = 2^3, 16 = 2^4 \text{)} \\ &= \frac{2 \cdot x^{\frac{1}{6}} \cdot y^{\frac{1}{6}}}{2} && \text{(เพราะ } (a^m)^n = a^{mn} \text{)} \end{aligned}$$

$$= \frac{y^{\frac{1}{6}}}{x^{\frac{1}{6}}} \quad (\text{เพราะ } a^{-n} = \frac{1}{a^n})$$

$$= \frac{\sqrt[6]{y}}{\sqrt[6]{x}} \quad (\text{เพราะ } a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a})$$

$$= \sqrt[6]{\frac{y}{x}} \quad (\text{เพราะ } \frac{\sqrt[n]{x}}{\sqrt[n]{y}} = \sqrt[n]{\frac{x}{y}})$$

ดังนั้น

$$\frac{(8xy^2)^{\frac{1}{3}}}{(16x^2y^2)^{\frac{1}{4}}} = \sqrt[6]{\frac{y}{x}}$$

แนวคำตอบ 2

$$\frac{(8xy^2)^{\frac{1}{3}}}{(16x^2y^2)^{\frac{1}{4}}} = \frac{8^{\frac{1}{3}} \cdot x^{\frac{1}{3}} \cdot y^{\frac{2}{3}}}{16^{\frac{1}{4}} \cdot x^{\frac{2}{4}} \cdot y^{\frac{2}{4}}} \quad (\text{เพราะ } (ab)^n = a^n b^n, \\ (a^m)^n = a^{mn})$$

$$= \frac{\sqrt[3]{8} \cdot x^{\frac{1}{3}} \cdot y^{\frac{2}{3}}}{\sqrt[4]{16} \cdot x^{\frac{1}{2}} \cdot y^{\frac{1}{2}}} \quad (\text{เพราะ } a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a})$$

$$= \frac{2 \cdot x^{\frac{1}{3}} \cdot y^{\frac{2}{3}}}{2 \cdot x^{\frac{1}{2}} \cdot y^{\frac{1}{2}}} \quad (\text{เพราะ } \sqrt[3]{8} = 2, \sqrt[4]{16} = 2, \\ \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n})$$

$$= x^{\frac{1}{3} - \frac{1}{2}} \cdot y^{\frac{2}{3} - \frac{1}{2}} \quad (\text{เพราะ การหารจำนวนจริง})$$

$$= x^{-\frac{1}{6}} \cdot y^{\frac{1}{6}} \quad (\text{เพราะ การลบเศษส่วน})$$

$$= \frac{y^{\frac{1}{6}}}{x^{\frac{1}{6}}} \quad (\text{เพราะ } a^{-n} = \frac{1}{a^n})$$

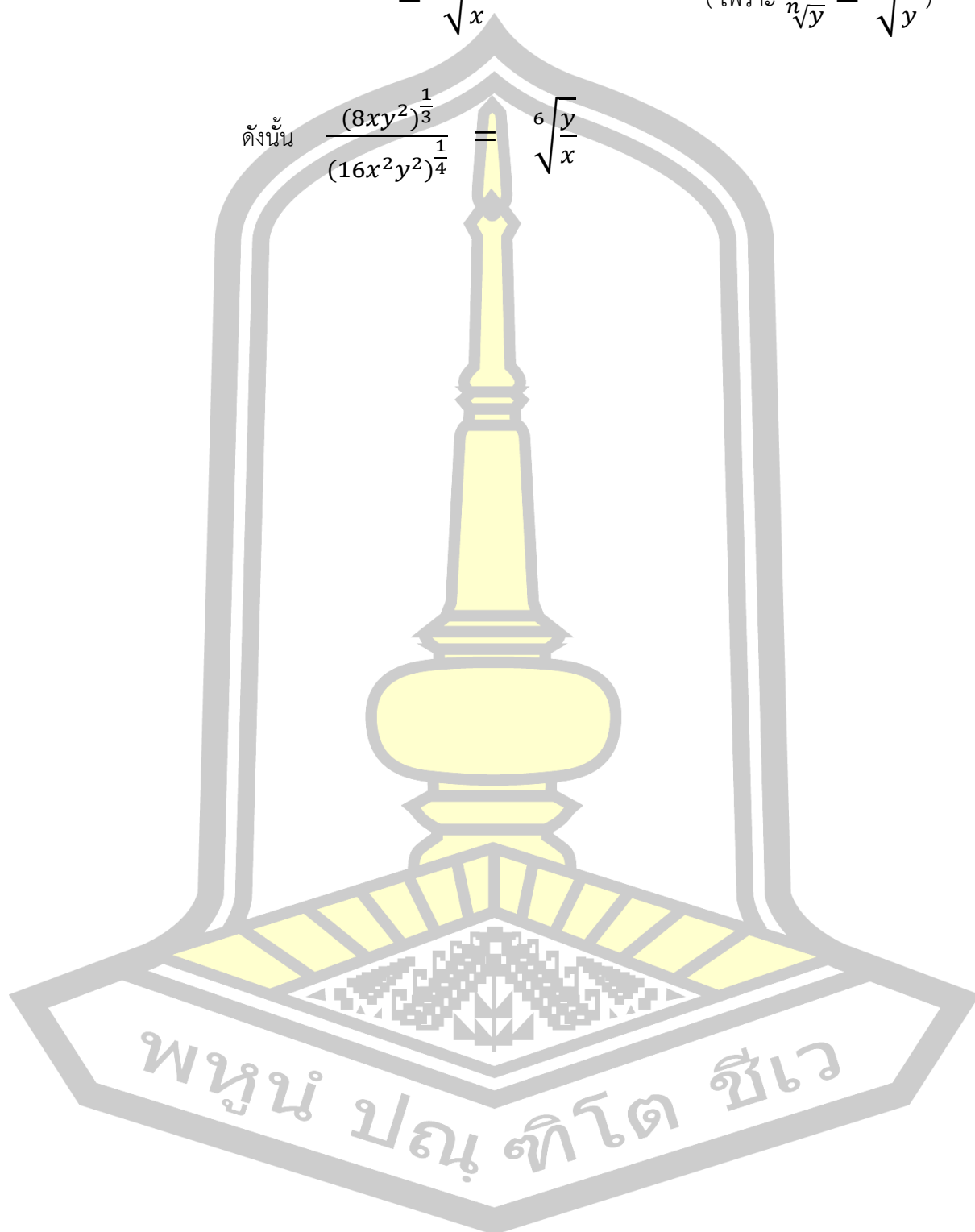
$$= \frac{\sqrt[6]{y}}{\sqrt[6]{x}} \quad (\text{เพราะ } a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a})$$

พหุคูณ ประถมศึกษา

$$= \sqrt[6]{\frac{y}{x}}$$

$$\left(\text{เพราะ } \frac{\sqrt[n]{x}}{\sqrt[n]{y}} = \sqrt[n]{\frac{x}{y}} \right)$$

$$\text{ดังนั้น } \frac{(8xy^2)^{\frac{1}{3}}}{(16x^2y^2)^{\frac{1}{4}}} = \sqrt[6]{\frac{y}{x}}$$



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	พรพิชญา โพธิ์พันธุ์
วันเกิด	24 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2539
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	326 หมู่18 ตำบลรอบเมือง อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด 45000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ข้าราชการครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ร้อยเอ็ด ตำบลหนองแขว อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษา โรงเรียนสตรีศึกษา อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด พ.ศ. 2561 ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2564 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนุ์ ปณุ์ ทิโต ชีเว