

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning)  
เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถ  
ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา  
มีนาคม 2556

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning)  
เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถ  
ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

มีนาคม 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning)  
เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถ  
ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา  
มีนาคม 2556

สิรินทรา มินทะขัติ. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ ๕: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญาณิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนวัดสังเวช แขวงวัดสามพระยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 20 คาบ คาบละ 50 นาที แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ t-test for Dependent Samples และค่าสถิติ t-test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECT OF PROBLEM – BASED LEARNING INSTRUCTION ACTIVITIES  
IN SURFACE AREA AND VOLUME ON ANALYTICAL THINKING  
AND MATHEMATICAL REASONING OF MATHAYOMSUKSA III STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Master of Education Degree in Secondary Education  
at Srinakharinwirot University

March 2013

Sirintra Mintakat. (2013). *The Effect of Problem – Based Learning Instruction Activities in Surface Area and Volume on Analytical Thinking and Mathematical Reasoning of Mathayomsuksa III Students*. Master Thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor: Assoc. Prof Dr. Somchai Chuchat.

The purposes of this research were to compare analytical thinking and mathematical reasoning of Mathayomsuksa III students before and after providing problem-based learning instruction activities and compare them to the criterion.

The subjects of this study were 35 Mathayomsuksa III students in the second semester of the 2012 academic year at Watsungwej School, Phranakon, Bangkok. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment lasted for 20 fifty minute periods. The One-Group Pretest-Posttest Design was used for the study. The instruments used in data collection were the analytical thinking test and mathematical reasoning test. The data were statistically analyzed by using t-test for dependent samples and t-test for one sample.

The findings were as follows:

1. The analytical thinking of the experimental group after being taught by using problem-based learning instruction activities in surface area and volume was higher than that before being taught at .01 level of significance.
2. The analytical thinking of the experimental group after being taught by using problem-based learning instruction activities in surface area and volume was statistically higher than the 70 percent criterion at the .01 level of significance.
3. The mathematical reasoning of the experimental group after being taught by using problem-based learning instruction activities in surface area and volume was statistically higher than before learning at the .01 level of significance.
4. The mathematical reasoning of the experimental group after being taught by using problem-based learning instruction activities in surface area and volume was statistically higher than the 70 percent criterion at the .01 level of significance.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning)  
เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถ  
ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ของ

สิรินทรา มินทะขัติ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. 2556

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาหลัก

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณา และการให้คำปรึกษา ในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความ อนุเคราะห์ดูแล เอาใจใส่และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิจัย ตลอดจนรองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์และสอบ ปากเปล่าทุกท่าน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ขวัญ เพี้ยซ้าย อาจารย์ปจจริย์ วัชชวัลคุ และอาจารย์ ชบาไพโร ธรรมวาสี ที่กรุณาอุทิศเวลาในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการ วิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สำออง เกาสูตร และ คณะครูอาจารย์โรงเรียนวัดสังเวชที่ได้ อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนวัดสังเวช ที่ได้ให้ความร่วมมือในการ ดำเนินการจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณมารดา ที่มอบโอกาสทางการศึกษาและคอยสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบคุณครอบครัวชระธาดอน และจำเอกอรรถพล ศิลาเวียง ที่คอยห่วงใยและให้กำลังใจมาโดยตลอด ขอขอบคุณอังคณา อุทัยรัตน์ สำหรับคำปรึกษาต่างๆ และขอบคุณสุรารัตน์ สมรรถการ สำหรับการ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันจนทุกอย่างสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา-มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

สิรินทรา มินทะชาติ



# สารบัญ

บทที่	หน้า
<b>1 บทนำ</b> .....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
สมมุติฐานในการวิจัย.....	8
<b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning).....	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	32
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning).....	44
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	63
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	63
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	64
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	72
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b> .....	80
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>5</b> สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	85
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	85
สมมุติฐานในการวิจัย.....	85
วิธีดำเนินการวิจัย.....	86
สรุปผลการวิจัย.....	87
อภิปรายผล.....	88
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	91
ข้อเสนอแนะ.....	92
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>93</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>105</b>
ภาคผนวก ก.....	106
ภาคผนวก ข.....	122
ภาคผนวก ค.....	133
ภาคผนวก ง.....	156
ภาคผนวก จ.....	169
<b>ประวัติผู้วิจัย.....</b>	<b>172</b>

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 โครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	19
2 เกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) โดยทั่วไป โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (2547ก: 50-52) .....	59
3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	70
4 แบบแผนการวิจัย.....	72
5 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร.....	81
6 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) .....	82
7 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร.....	83
8 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและ ปริมาตรกับเกณฑ์ (ร้อยละ70).....	84
9 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร .....	106
10 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและ ปริมาตร.....	107
11 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 35 ข้อ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป.....	108
12 ค่า $\sum X$ , $\sum X^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า $s_t^2$ เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหา ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร.....	109
13 ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร.....	111

## บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 ความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร.....	113
15 ค่า $\sum X_i$ , $\sum X_i^2$ และ $s_i^2$ ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร.....	113
16 ค่า $\sum X$ , $\sum X^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า $s_i^2$ เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร.....	114
17 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร.....	117
18 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร (คะแนนเต็ม 20 คะแนน).....	121
19 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร (คะแนนเต็ม 50 คะแนน) .....	126

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2 ลำดับขั้นการคิดของครูฝึกและรูดนิก.....	45
3 กระบวนการกระบวนการให้เหตุผลแบบสหัชญาณ แบบอุปนัยและแบบนิรนัย.....	53



# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดกรอบทิศทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงและแสวงหาความรู้ เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้นั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1-8)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญยิ่งในการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (จิตราชนนท์ คำชนแดน. 2548: 136) อีกทั้งช่วยเสริมสร้างและพัฒนาให้เป็นมนุษย์ที่มีเหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ มีระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีด้านต่างๆ ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ทำให้มีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมากมายในทุกวันนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2552: 1)

อย่างไรก็ตาม จากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน กลับพบว่าผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ช่วงชั้นที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2553 ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2554: ออนไลน์) มีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 24.18 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน กล่าวคือคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก ซึ่งยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 จากผลการรายงานดังกล่าวน่าจะเป็นผลมาจากสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ซึ่งยุพิน พิพิธกุล (2539: 3-8) ได้เคยกล่าวถึงปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับตัวครูไว้ว่า ครูใช้วิธีการสอนแบบเก่า ซึ่งเป็นการบรรยายและฝึกเนื้อหา ครูเป็นผู้กำหนดรูปแบบการเรียนให้นักเรียน การสอนจะเน้นเนื้อหาเป็นศูนย์กลาง ไม่คำนึงถึงนักเรียนและความแตกต่างระหว่างบุคคล ส่งผลให้นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อันได้แก่ การแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่างๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียน

ไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน และในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551: 1)

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based-Learning / PBL) เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับการกล่าวถึงอย่างมาก ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากวิธีดั้งเดิมที่เน้นตัวสาระความรู้และมุ่งเน้นที่ผู้สอนเป็นสำคัญ ที่แตกต่างออกไปคือการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางหรือนักเรียนเป็นสำคัญ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบท (Context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย (มัทธรา ธรรมบุศย์. 2545: 13) ซึ่งการเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้โดยชี้นำตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายต่อผู้เรียน (สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้. 2550: 1) นอกจากนี้วอลตัน และแมททิวส์ (Walton; & Matthews. 1998: 456-459) ยังได้กล่าวไว้ว่า การให้ปัญหาตั้งแต่ต้น จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และถ้านักเรียนแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนช่วยให้นักเรียน จำเนื้อหาความรู้นั้นได้ง่ายและนานขึ้น เพราะมีประสบการณ์ตรงในการแก้ปัญหาด้วย ความรู้ดังกล่าว ปัญหาที่ใช้เป็นตัวกระตุ้นมักเป็นปัญหาที่ต้องการคำอธิบายหรือความรู้จากหลาย ๆ วิชา ทำให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ ความต่อเนื่องความเกี่ยวข้องของวิชาต่าง ๆ เป็นเรื่องราวเดียวกัน แตกต่างจากการสอนแบบเดิมที่สอนวิชาใดก็จะสอนวิชานั้น ๆ จนจบและอาจไม่เห็นความสัมพันธ์ของแต่ละวิชา ทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ดีเท่าที่ควร (นภา หลิมรัตน์. 2540: 13)

ในส่วนของการคิดวิเคราะห์นั้นถือเป็นพื้นฐาน หรือขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการคิดระดับสูง ซึ่งได้แก่ การแก้ปัญหา การตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ จึงได้มีนักการศึกษา นักคิด และนักจิตวิทยาจำนวนหลายท่านได้ศึกษาความสามารถทางสมองด้านการคิดวิเคราะห์ เช่น ในปี ค.ศ.1956 บลูม (Bloom) ได้เสนอทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ โดยแบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 แบบคือ วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ วิเคราะห์หลักการ (Bloom. 1956: 6-9) และในปี ค.ศ.2001 มาร์ซาโน (Marzano. 2001: 60) ได้เสนอทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน โดยการคิดในชั้นวิเคราะห์นั้นสามารถจำแนกเป็น 5 ด้านย่อย คือ ด้านการจำแนก ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการสรุป ด้านการประยุกต์ และด้านการคาดการณ์ เป็นต้น ซึ่งความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน สามารถพัฒนาได้จากการจัดประสบการณ์ที่หลากหลายและจากบรรยากาศของการเรียนรู้ร่วมกัน เช่น การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การชี้แจงเหตุผล การแก้ปัญหา รวมถึงวิธีการสอนของครู ที่จะส่งผลต่อความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น นอกจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนแล้ว ครูจำเป็นต้องสอดแทรกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ากับการเรียนการสอนด้านเนื้อหา ด้วยการ

ให้นักเรียนทำกิจกรรมหรือตั้งคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด อธิบาย และให้เหตุผล (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2551: 60) โดยบาร์ดูดี (Baroody. 1993: 2) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลว่า การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ การใช้งานคณิตศาสตร์ และการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งเซดคักดี ตันกูมี (2550: 1) ได้กล่าวในทำนองเดียวกันว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะหนึ่งที่ช่วยให้มนุษย์สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันเหตุการณ์ต่างๆ สามารถอยู่ร่วมและอยู่รอดในสังคมได้อย่างปลอดภัยและมีความสุข จึงเห็นได้ว่าการให้เหตุผลมีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ทุกวัย ในแต่ละวันมนุษย์ต้องให้เหตุผลกับคนอื่นและต้องการเหตุผลจากคนอื่นด้วย ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเล็กน้อยหรือเรื่องสำคัญมาก (อัมพร ม้าคอง. 2553: 48) การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะใช้ในการพัฒนาตนเอง ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 45) ได้ระบุว่ามิงงานวิจัยจำนวนมาก ที่ยืนยันว่าการสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผล ดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ โดยการสอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม ด้วยเหตุนี้ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงได้ถูกกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งในมาตรฐาน ค 6.1 ในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2551: 3)

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัย จึงมีความสนใจที่จะจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งเป็นเนื้อหาหนึ่งที่ต้องอาศัยการจดจำวิธีการหาพื้นที่ผิวและปริมาตร ของรูปทรงสามมิติ รวมถึงต้องวิเคราะห์และให้เหตุผลในความสัมพันธ์กันของรูปทรงสามมิติต่างๆ ว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไร และเพื่อยกระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน



4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับเกณฑ์

### ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ได้สามารถนำไปพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### ขอบเขตของการวิจัย

#### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนวัดสังเวช แขวงวัดสามพระยา เขตพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 93 คน

#### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนวัดสังเวช แขวงวัดสามพระยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากรีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จากนักเรียนทั้งหมด 3 ห้องเรียนแล้วจับสลากเลือกมา 1 ห้องเรียน

#### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 16 คาบ ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น

- |  |       |   |     |
|--|-------|---|-----|
| 1. รูปเรขาคณิตสามมิติ                              | จำนวน | 4 | คาบ |
| 2. ปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิดกรวยและทรงกลม | จำนวน | 5 | คาบ |
| 3. พื้นที่ของปริซึมและทรงกระบอก                    | จำนวน | 2 | คาบ |
| 4. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิว และปริมาตร        | จำนวน | 5 | คาบ |

## ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาในการทดลองสอน 16 คาบ คาบละ 50 นาที ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 2 คาบ และทดสอบหลังเรียน (Post-test) 2 คาบ รวม 20 คาบ

## ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนเป็นจุดเริ่มต้น เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและสนใจอยากรู้ ใช้การประสมประสานความรู้เดิมกับความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบเป็นเครื่องนำทางไปสู่การสร้างเป็นองค์ความรู้ การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นการเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเองหรือการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล โดยที่ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ตลอดจนเป็นแหล่งการเรียนรู้หนึ่งของผู้เรียนอีกด้วย

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การตั้งคำถามหรือปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับผู้เรียนเป็นจุดเริ่มต้น ให้ผู้เรียนสงสัยและสนใจอยากรู้ ประสมประสาน ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบซึ่งเป็นทางนำไปสู่การสร้างเป็นองค์ความรู้ การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองหรือการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาหรือระบุมปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอนแก่ผู้เรียนเชื่อมโยงปัญหากับความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ และอธิบายประเด็นความรู้หรือสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยอาศัยเหตุผลและพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนหรือที่ได้จากการอภิปรายกลุ่ม แล้วกำหนดและวางแผนประเด็นที่นักเรียนต้องศึกษา

ขั้นที่ 3 ชั้นศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมตามประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม จากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ ด้วยวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้ได้ข้อมูลหรือความรู้เพียงพอสำหรับปัญหา

ขั้นที่ 4 การสังเคราะห์ข้อมูล ผู้เรียนพิจารณาข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์ พร้อมทั้งตัดสินใจเลือกข้อมูลและแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ผู้สอนและผู้เรียนจะช่วยกันสรุป อภิปราย ความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ และแนวทางการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ทั่วไปได้

**3. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์** หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ในการหาคำตอบของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่างๆ โดยใช้ความสามารถในการพิจารณาแยกแยะ ดีความ และทำความเข้าใจความสัมพันธ์นั้นๆ และกระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล ซึ่งวัดด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยนำหลักการของบลูมมาบูรณาการร่วมกับทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน ที่แบ่งประเภทของเนื้อหาที่วัดออกเป็น 5 ด้าน คือ

3.1 ด้านการจำแนก หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ และเหตุการณ์ที่เหมือนกันและแตกต่างกันออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถระบุตัวอย่างหลักฐาน และลักษณะความเหมือน ความแตกต่างได้

3.2 ด้านการจัดหมวดหมู่ หมายถึง ความสามารถในการจัดประเภท จัดลำดับ จัดกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะเดียวกันเข้าด้วยกัน โดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน

3.3 ด้านการเชื่อมโยง หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆว่าสัมพันธ์กันอย่างไร

3.4 ด้านการสรุป หมายถึง ความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้ได้

3.5 ด้านการประยุกต์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้หรือหลักการจากการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ สามารถคาดการณ์ พยากรณ์ คาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

**4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวคิดในการหาคำตอบด้วยข้อเท็จจริง ข้อความ หลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ที่สมเหตุสมผล สามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องและแสดงขั้นตอนการให้เหตุผลได้อย่างชัดเจน ซึ่งวัดด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 5 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยที่มีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์ (Rubric) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาแนวคิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 168-208)

**5. เกณฑ์** หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมี ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนผ่านเกณฑ์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้ เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนที่กำหนดของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551: 18) ดังนี้

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 80 – 100 หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยม

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 75 – 79 หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 70 – 74 หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 65 – 69 หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างดี

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 60 – 64 หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

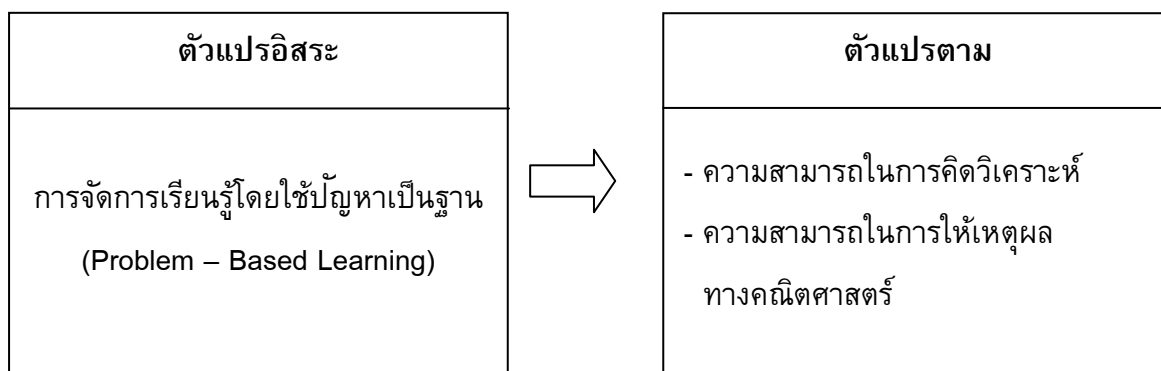
ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 55 – 59 หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 50 – 54 หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 0 – 49 หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หรือความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

### **กรอบแนวคิดในการวิจัย**

วิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การตั้งคำถามหรือปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับผู้เรียนเป็นจุดเริ่มต้น ให้ผู้เรียนสงสัยและสนใจอยากรู้ จากนั้นประสมประสานความรู้เดิมกับความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบซึ่งเป็นทางนำไปสู่การสร้างเป็นองค์ความรู้ ผูกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีกรอบแนวคิด ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning)
  - 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
  - 1.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
  - 1.3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
  - 1.4 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
  - 1.5 ขั้นตอนของการสร้างปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
  - 1.6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
  - 1.7 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
  - 1.8 บทบาทของผู้เรียน
  - 1.9 บทบาทของผู้สอน
  - 1.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์
  - 2.1 ความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์
  - 2.2 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์
  - 2.3 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์
  - 2.4 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
  - 2.5 แนวทางการสอนการคิดวิเคราะห์
  - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning)
  - 3.1 ความหมายของการให้เหตุผล
  - 3.2 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 3.3 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 3.4 รูปแบบของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 3.5 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 3.6 การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

## 1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning)

### 1.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แบร์โรว์และแทมบลิน (Barrows; & Tamblyn. 1980: 18) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยสรุปได้คือ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เป็นเกิดจากกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาจะเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการ เพื่อสร้างความเข้าใจในตัวปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา

ดูช (Duch. 1995: Online) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการเรียนการสอนที่มีลักษณะการใช้ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา นักเรียนจะเรียนรู้ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการค้นหาและใช้ทรัพยากรการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่แล้วเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การ์เลเกอร์ (Gallagher. 1997: 332-362) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้จากการเรียน โดยผู้เรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยจะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับกับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับผู้เรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ผู้เรียนจะได้อ่านและพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

ทอร์พและแซก (Torp; & Sage. 1998: 14-16) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการสำรวจ ค้นหา และการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์ เกี่ยวกับชีวิตประจำวันซึ่งนักเรียนอาจพบเจอ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นทั้งยุทธวิธีการเรียนการสอนและแนวทางในการจัดหลักสูตร ซึ่งมีลักษณะดึงดูดนักเรียนให้เข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ครูจะเป็นผู้ที่คอยให้คำแนะนำและออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและสำรวจ หลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีปัญหาเป็นแกนกลาง มีบทบาทในการเตรียมประสบการณ์จริงที่ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนให้สร้างความรู้ด้วยตนเองและบูรณาการสิ่งต่างๆ ที่เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน ในขณะที่เรียนรู้นักเรียนจะถูกทำให้เป็นนักแก้ปัญหา และพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ ในกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้ร่วมในการแก้ปัญหา มีหน้าที่ในการสร้างความสนใจ สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์

มนสมรณ วิฑูรเมธา (2544: 57) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นเทคนิคที่ใช้ปัญหา/สถานการณ์กระตุ้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองร่วมกับการทำงาน เป็นกลุ่ม อาจารย์เป็นผู้ช่วยเหลือเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้

สุภาวดี ดอนเมือง (2544: 24) ได้สรุปความหมายว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นหลักเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้โดยใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดความต้องการที่จะค้นคว้าหาความรู้ ตามกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียน ได้คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น มีการตัดสินใจที่ดี โดยครูเป็นผู้ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวก ในการเรียน

ทิตนา แคมมณี (2545: 136) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจั ดสภาพการณ์ของการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตาม เป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ ผู้เรียนเผชิญปัญหา ผูกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจนได้

วัชรา เล่าเรียนดี (2547: 72) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นการ เรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก หรือ Problem Based Learning หรือเรียกสั้นๆ ว่า PBL เป็น ยุทธวิธีในการจัดการเรียนการสอนเพื่อ ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดแบบหนึ่งที่จัดกระบวนการ เรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือเป็นฐานสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ และ กระบวนการเรียนรู้โดยที่ปัญหานั้นจะต้องทำให้นักเรียนสนใจ ต้องการแสวงหาค้นคว้าหาเหตุผลมา ช่วยแก้ปัญหา หรือทำให้ปัญหานั้นชัดเจนมองเห็นแนวทางแก้ไข ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้และจะ ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นของนักเรียนได้

มณฑรา ธรรมบุศย์ (2549: 42-43) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตรและการปรับปรุง การจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลักการที่สำคัญคือ ผู้สอนจะใช้สถานการณ์ปัญหา เป็นตัวกระตุ้นโดยนำปัญหามาให้ผู้เรียนได้ศึกษาก่อน แล้วจึงมอบหมายผู้เรียนให้ไปค้นคว้าความรู้ เพื่อหาทางแก้ไขปัญหา ขณะที่ผู้เรียนคิดแก้ปัญหา ผู้เรียนก็จะได้รับความรู้ไปด้วย

เมธาวี พิมวัน (2549: 11-12) ได้สรุปความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ปัญหา ที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเป็น ตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ คิดวิเคราะห์ปัญหานั้นให้เข้าใจอย่างชัดเจน ค้นคว้าหาความรู้ เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาย่างเหมาะสม การดำเนินกิจกรรม การเรียนรู้จะเน้นการเรียนรู้โดยการชี้แนะตนเองและการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ผู้สอนจะมีบทบาท เป็นผู้นำและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ตลอดจนเป็นแหล่งการเรียนรู้หนึ่ง ของผู้เรียนด้วย

ณัฐภาส ถาวรวงษ์ (2551: 27-28) ได้สรุปความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น หลัก (PBL) เป็นรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ใช้การตั้งคำถามหรือปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือ



นำทางผู้เรียนให้เกิดความสนใจอยากรู้ ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลและการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหามุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา และพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจาก แหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อนำมาแก้ไขปัญหาหรือตอบคำถามต่อไป โดยใช้กระบวนการทำงานกลุ่ม และมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำหรืออำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างมีระบบ จากการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งวิธีการเรียนรู้แบบ PBL นี้ เป็นวิธีที่ตรงกันข้ามกับวิธีการเรียนการสอนในระบบดั้งเดิมที่ใช้กันมานาน โดยการศึกษาในระบบเดิมจะเริ่มต้นด้วยการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและหลักการต่างๆ ก่อนที่จะให้เผชิญกับปัญหาและแก้ปัญหาดังกล่าว

วาสนา กิมเท็ง (2553: 13) ได้สรุปความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ใช้การตั้งคำถามหรือปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางผู้เรียนให้เกิดความสนใจอยากรู้ ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และเป็นการพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน

จากความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบเรียนรู้โดยใช้ปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหอย่างหลากหลาย มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนเป็นจุดเริ่มต้น ให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและสนใจอยากรู้ ใช้การประสมประสานความรู้เดิมกับความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบเป็นเครื่องนำไปสู่การสร้างเป็นองค์ความรู้ การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นการเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเองและการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล โดยที่ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ตลอดจนเป็นแหล่งการเรียนรู้หนึ่งของผู้เรียนอีกด้วย

## 1.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แบร์โรว์ (Barrows. 1996:5-6) กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางภายใต้การแนะนำของผู้สอนประจำกลุ่มผู้เรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ระบุสิ่งที่ตนต้องการรู้เพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้น โดยแสวงหาความรู้จากแหล่งที่จะให้ข้อมูลข่าวสารต่างๆ ซึ่งอาจมาจากหนังสือ วารสาร คณาจารย์ ข้อมูลออนไลน์ หรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

2. จัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5-8 คน พร้อมกับผู้สอนประจำกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพด้วยความหลากหลายของบุคคลต่าง ๆ

3. ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้แนะแนวทาง โดยมีบทบาทที่ไม่ใช่ผู้บรรยายไม่ใช่ผู้บอกข้อมูล ไม่บอกผู้เรียนว่าคิดถูกหรือผิด แต่มีบทบาทในการกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามตนเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นและจัดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. รูปแบบของปัญหามุ่งเน้นให้มีการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ ปัญหาที่นำเสนอเป็นสิ่งที่ท้าทายผู้เรียน ที่จะต้องเผชิญในการปฏิบัติจริง ตรงประเด็นและกระตุ้นการเรียนรู้ให้หาทางแก้ปัญหา เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และรวบรวมข้อมูลจากศาสตร์วิชาต่าง ๆ

5. ปัญหาเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคลินิก

6. ความรู้ใหม่ได้มาผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริงในระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกันกับบุคคลอื่น พร้อมทั้งได้มีการอภิปราย เปรียบเทียบ ทบทวน และโต้แย้งในสิ่งที่เรียนด้วย

ซาง (Zhang, 2002: 30-31) ได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. เป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ได้มาจากการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากที่สุด

2. ใช้ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนในการเรียนรู้

3. เป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ และทักษะกระบวนการ เข้าด้วยกัน

4. นักเรียนจะเป็นผู้ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูจะเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและเอื้ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน

5. เป็นการเรียนรู้แบบชี้นำตนเอง นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดทิศทางของการเรียนรู้ด้วยตัวเองในการกำหนดว่าต้องเรียนรู้อะไร อย่างไร จากที่ใด เพื่อให้ได้ความรู้มาแก้ปัญหา

6. เป็นการเรียนรู้จากกระบวนการของการเรียนรู้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะเน้นที่กระบวนการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้จะเกิดขึ้นขณะดำเนินการแก้ปัญหา

7. เป็นการเรียนรู้แบบช่วยเหลือกันเป็นกลุ่ม

8. ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่ยาก มีความซับซ้อน ไม่ชัดเจน เป็นปัญหาปลายเปิด ที่สามารถกระตุ้นนักเรียนให้ได้ใช้ความคิด ทำความเข้าใจปัญหา และค้นคว้าหาความรู้ มาเพื่อแก้ปัญหานั้น

9. ให้ความสำคัญกับประสบการณ์และความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งครูใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy, 2006: Online) ได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะนำเสนอปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเป็นอันดับแรก และเป็นจุดศูนย์กลางของเนื้อหาสาระและบริบทของการเรียนรู้

2. ปัญหาที่เป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้จะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย มีความซับซ้อนไม่ตายตัว มีรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน การหาคำตอบมีได้หลายแนวทางซึ่งอาจไม่ได้คำตอบที่รวดเร็วนัก

3. ในชั้นเรียนผู้เรียนมีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ

4. ในกระบวนการเรียนการสอนนั้นจะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ แต่ความรู้ที่ผู้เรียนจะต้องสร้างขึ้นด้วยตนเอง การคิดต้องชัดเจนและมีความหมาย

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2545: 13) ได้สรุปลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่างแท้จริง
2. เป็นการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มผู้เรียนที่มีขนาดเล็ก
3. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือเป็นผู้ให้คำแนะนำ
4. ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นในการเรียนรู้
5. ปัญหาที่นำมาใช้มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจมีคำตอบได้หลายคำตอบหรือแก้ไขปัญหาได้หลายทาง

6. ผู้เรียนเป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง

7. ใช้การประเมินผลจากสภาพจริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรม

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนการเรียนรู้ (2550: 2-3) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้

2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นพบเห็นได้ในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสที่เกิดขึ้นจริง

3. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตนเอง (Self – Directed Learning) ค้นหาและแสวงหาความรู้คำตอบด้วยตนเอง ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล ฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการรับส่งข้อมูล เรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกการจัดระบบตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรู้คำตอบที่ได้มีความหลากหลายองค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียน มีการสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้นอกจาก

จัดการเรียนเป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แต่อาจทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

5. การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระจ่างชัด

6. ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น

7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานความก้าวหน้าของผู้เรียน

จากลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน ซึ่งอาจมีคำตอบหลากหลาย หรือแก้ไขปัญหาคือได้หลายทางเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้

2. การเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดขึ้นขณะดำเนินการแก้ปัญหา หรือเกิดจากกระบวนการของการเรียนรู้

3. เป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างความรู้ในศาสตร์ต่างๆ กับทักษะกระบวนการเข้าด้วยกัน

4. ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

5. เป็นการเรียนรู้โดยผู้เรียนชี้นำตนเอง (Self – Directed Learning)

6. ใช้การจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มในการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

7. ผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก หรือผู้ให้คำแนะนำ

8. ประเมินผลการเรียนรู้จากสภาพจริง โดยประเมินจากความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรม

### 1.3 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ดูช (Duch, 1995: online) ได้ให้แนวทางเกี่ยวกับลักษณะของปัญหาที่ดี ดังนี้

1. ปัญหาที่มีประสิทธิภาพต้องดึงดูดใจผู้เรียนเป็นประการแรกและกระตุ้นให้ผู้เรียนสำรวจเพื่อความเข้าใจโมทัศน์ที่ลึกซึ้งมากขึ้น ปัญหานั้นควรสัมพันธ์กับโลกความเป็นจริง

2. ปัญหาที่ดีต้องการให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจหรือพิจารณาโดยใช้ข้อเท็จจริงที่พอหาได้ / ข้อเสนอเทศ / เหตุผล / และการมีหลักการและเหตุผล นอกจากนี้ปัญหานั้นควรต้องให้ผู้เรียนได้ให้นิยามข้อตกลงเบื้องต้นที่ต้องการจำเป็น เพื่อที่จะกล่าวถึงข้อเสนอเทศใดที่เกี่ยวข้องหรือขั้นตอนใดหรือการปฏิบัติใดที่ต้องการจำเป็นที่จะเข้าถึงปัญหาได้

3. ความร่วมมือจากสมาชิกทั้งหมดของกลุ่มผู้เรียนมีความจำเป็น เพื่อที่จะได้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านปัญหาที่มีความยากและความซับซ้อนของปัญหา ปัญหาจะต้องได้รับการควบคุมเพื่อว่าผู้เรียนจะได้ตระหนักในแง่ที่ว่า “การแข่งขันและชัยชนะ” ซึ่งไม่ใช่กลยุทธ์ของการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

4. คำตอบตอนเริ่มแรกในปัญหาควรแสดงถึงลักษณะที่เกี่ยวข้องกับสมาชิกของกลุ่มในการอภิปราย ซึ่งลักษณะเหล่านี้รวมถึงปัญหาปลายเปิดที่ไม่จำกัดว่ามีคำตอบเดียว ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้ที่เรียนไปก่อนแล้ว และมีการประเมินปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นผู้เรียนให้ดึงความรู้และแนวคิดซึ่งกันและกันออกมา

5. วัตถุประสงค์เนื้อหาของรายวิชาควรรวมเข้าไว้ในปัญหาด้วย เชื่อมโยงความรู้เดิมกับมโนทัศน์ใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับมโนทัศน์ในรายวิชาอื่นและ/สาขาวิชาอื่น

อีเดนส์ (Edens. 2000: 55-56) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ดีสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พอสรุปได้ว่า

1. ปัญหาจะต้องดึงดูดใจให้ผู้เรียนอยากค้นหาคำตอบ มีการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการประยุกต์ใช้
2. เป็นปัญหาปลายเปิดและมีลักษณะขัดแย้งในบางครั้ง ซึ่งจะท้าทายให้ผู้เรียนได้แสดงการให้เหตุผล และแสดงออกถึงทักษะการคิด
3. ปัญหานั้นจะต้องมีความซับซ้อนเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกัน และต้องอาศัยคนอื่นช่วยในการแก้ปัญหา
4. ปัญหาควรเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เป็นจริง
5. ผู้สอนต้องใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดระดับสูง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy. 2006: Online) ได้กล่าวถึงลักษณะปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. โครงสร้างของปัญหาลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย และมีลักษณะเป็นปัญหาตามแบบปกติทั่วไป
2. สถานการณ์จะมีลักษณะที่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ตายตัว
3. มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอ เมื่อมีข้อมูลใหม่ ๆ เพิ่มเข้ามา
4. ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ง่าย ๆ หรือรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน
5. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป

ธนวัฒน์ สุวรรณจรัส (2546: 7) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาหรือกรณีศึกษาที่ดี ดังนี้

1. เป็นปัญหาที่ไม่ค่อยชัดเจน (Ill-define problem) สร้างให้เกิดคำถามในใจแก่นักเรียน
2. เป็นปัญหาที่ต้องการทักษะและความรู้ใหม่มาแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

3. สามารถนำพานักเรียนไปสู่จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ได้
4. สัมพันธ์กับนักเรียนที่สามารถพบได้ในชีวิตจริง
5. สัมพันธ์กับพื้นฐานของนักเรียนอย่างเหมาะสม

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ (2550: 3-4) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของปัญหา ดังนี้

1. เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียนหรือผู้เรียนอาจมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้น
  2. เป็นปัญหาที่พบบ่อย มีความสำคัญมีข้อมูลประกอบเพียงพอสำหรับการค้นคว้า
  3. เป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนตายตัวเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนคลุมเครือหรือผู้เรียนเกิดความสงสัย
  4. ปัญหาที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ขัดแย้งในสังคมยังไม่มีข้อยุติ
  5. เป็นปัญหาที่อยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่อยากรู้แต่ไม่รู้
  6. ปัญหาที่สร้างความตืออร้อน เสียหาย เกิดโทษภัยและเป็นสิ่งไม่ดีหากใช้ข้อมูลโดยลำพังคนเดียวอาจทำให้ตอบปัญหาผิดพลาด
  7. เป็นปัญหาที่มีการยอมรับว่าจริง ถูกต้อง แต่ผู้เรียนไม่เชื่อว่าจริง ไม่สอดคล้องกับความคิดของผู้เรียน
  8. ปัญหาที่อาจมีคำตอบหรือมีแนวทางในการแสวงหาคำตอบได้หลายทาง ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา
  9. เป็นปัญหาที่มีความยากความง่ายเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน
  10. เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องการการสำรวจค้นคว้าและการรวบรวมข้อมูลหรือทดลองดูก่อนจึงจะได้คำตอบ ไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้ง่าย ๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไร หรือคำตอบ หรือผลของความรู้เป็นอย่างไร
11. เป็นปัญหาที่ส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา จากลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ทีกล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปดังนี้
1. ดึงดูดใจให้ผู้เรียนสนใจอยากค้นหาคำตอบ และกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากสำรวจเพื่อความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ลึกซึ้งมากขึ้น
  2. เป็นปัญหาที่ไม่ค่อยชัดเจน (Ill-define problem) สร้างคำถามให้เกิดขึ้นในใจแก่ผู้เรียน หรือเป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนตายตัว มีความซับซ้อน คลุมเครือที่ชวนให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย
  3. มีความเกี่ยวข้องกันระหว่างความรู้เดิมกับมโนทัศน์ใหม่ เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับมโนทัศน์ในรายวิชาอื่นและ/สาขาวิชาอื่น และมีการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับการประยุกต์ใช้

4. ส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาและทักษะที่สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา ควรมีวัตถุประสงค์เนื้อหาของรายวิชาควรรวมเข้าไว้ในปัญหาด้วย เพื่อที่จะนำผู้เรียนไปสู่จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้

5. สัมพันธ์กับโลกความเป็นจริง ซึ่งอาจเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียน หรือผู้เรียนอาจมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้นในอนาคต

6. ไม่สามารถหาจะคาดเดาได้ง่ายๆ หรือหาคำตอบได้ในทันที ต้องการการสำรวจค้นคว้าและการรวบรวมข้อมูลหรือทดลองก่อนจึงจะตอบปัญหาได้

7. มีความซับซ้อนเพียงพอที่จะทำให้ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีการอภิปรายร่วมกันร่วมมือกันในการทำงาน ต้องอาศัยสมาชิกในกลุ่มช่วยในการแก้ปัญหา

8. โครงสร้างของปัญหามีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย มีรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน และขัดแย้งในบางครั้ง

9. ทำทนายให้ผู้เรียนได้แสดงการให้เหตุผล และแสดงออกถึงทักษะการคิด

10. มีความยากความง่ายเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน และเป็นปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นได้ทั่วไปตามแบบปกติ

#### 1.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เดลิซเชิล (Delisle, 1997: 26-36) ได้กำหนดขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเชื่อมโยงปัญหา (Connecting with the problem) เป็นขั้นตอนในการสร้างปัญหา เพราะในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผู้เรียนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับปัญหานั้น มีความสำคัญต่อก่อน ครูควรเลือกหรือออกแบบปัญหาให้สอดคล้องกับผู้เรียน ดังนั้นในขั้นนี้ครูจะสำรวจประสบการณ์ความสนใจของผู้เรียนแต่ละบุคคลก่อนเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกหรือออกแบบปัญหา โดยครูจะยกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาขึ้นมาอภิปรายก่อน แล้วครูและนักเรียนช่วยกันสร้างปัญหาที่ผู้เรียนสนใจขึ้นมา เพื่อนำไปเป็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยประเด็นที่ครูยกมานั้นจะต้องเป็นประเด็นที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ในเนื้อหาวิชาและทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับด้วย

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดโครงสร้าง (Setting up the Structure) ประกอบด้วย แนวความคิดต่อปัญหา (Ideas) ข้อเท็จจริงจากปัญหา (Facts) สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม (Learning Issues) และแผนการเรียนรู้ (Action Plan) โดยเสนอให้เป็นรูปตารางเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์แต่ละหัวข้อดังนี้

## ตาราง 1 โครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวความคิดต่อปัญหา (Ideas)	ข้อเท็จจริงจากปัญหา (Facts)	สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม (Learning Issued)	แผนการเรียนรู้ (Action Plan)

ขั้นที่ 3 ขั้นเข้าพบปัญหา (Visiting the Problem) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามโครงสร้างของการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 กล่าวคือ นักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันเสนอแนวความคิดต่อปัญหาว่ามีแนวทางเป็นไปได้หรือไม่ในการแก้ปัญหา จะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีใด ความรู้อะไร ที่จะนำมาเป็นฐานของการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายถึงข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อนำมาเป็นฐานความรู้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดวิธีการหาความรู้และแหล่งทรัพยากรของความรู้เหล่านั้นด้วย โดยในแต่ละข้อจะเขียนลงในตารางด้านบน โดยเขียนเรียงเป็นข้อ ในข้อหนึ่ง ๆ จะเขียนแต่ละสมมติให้สัมพันธ์กัน เมื่อกลุ่มกำหนดทุกหัวข้อเสร็จแล้วกลุ่มจะมอบหมายให้สมาชิกในกลุ่มไปศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ แล้วนำความรู้ที่ได้ศึกษามารายงานต่อกลุ่ม ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนได้ความรู้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนมีอิสระในการกำหนดในแต่ละหัวข้อ ครูเพียงแต่สังเกตและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นเข้าพบปัญหาอีกครั้ง (Reversing the Problem) เมื่อกลุ่มได้ไปศึกษาความรู้ตามแผนการเรียนรู้แล้ว กลุ่มจะร่วมกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มานั้นว่าเพียงพอที่จะแก้ปัญหานั้นหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มานั้นไม่เพียงพอ กลุ่มก็จะกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมและแผนการเรียนรู้อีกครั้ง แล้วทำตามแผนการเรียนรู้จนกว่าจะได้ความรู้ที่จะสามารถนำไปแก้ปัญหานั้นได้ ในขั้นตอนนี้นักเรียนในกลุ่มต้องใช้การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษาตามแผนการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร การพูด การวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 5 ขั้นผลิตผลงาน (Producing a Product or Performance) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้ปัญหาหรือสร้างผลผลิตขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ และนำเสนอผลผลิตนั้นให้ชั้นเรียนได้ทราบผลร่วมกัน

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผลงานและปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) ในการประเมินผลงานของนักเรียน ทั้งครูและผู้เรียนจะมีความรับผิดชอบร่วมกัน ซึ่งในการประเมินจะประเมินด้านความรู้ ทักษะด้านการเรียนรู้ได้แก่การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร และทักษะทางด้านสังคมได้แก่การทำงานร่วมกันเป็นทีม นอกจากนี้ที่จะประเมินนักเรียนแล้ว ครูยังต้องประเมินปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ด้วยว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่



รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 26-28) ได้กำหนดขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการจัดกลุ่ม อันดับแรกสมาชิกในกลุ่มทำการคุ้นเคยกัน สมาชิกในกลุ่มแนะนำตนเองบอกถึงความสามารถที่มี ความสนใจ และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่จะมีประโยชน์ต่อกลุ่มแล้วกลุ่มกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มอย่างชัดเจน ในกลุ่มต้องมีประธาน รองประธาน และเลขานุการที่คอยจดบันทึกกิจกรรมภายในกลุ่ม ในขั้นนี้จะเป็นขั้นเริ่มต้นของการประเมินผล การดำเนินกิจกรรมของนักเรียนด้วย ซึ่งการประเมินผลจะดำเนินไปพร้อมกับทุกขั้นตอนของการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา ขั้นนี้ครูจะเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์ กับเนื้อหาที่จะสอนและปัญหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนที่จะเจอปัญหา เมื่อครูเสนอปัญหาให้แล้วสมาชิกในกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา และกำหนดข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในปัญหา หากในกลุ่มมีผู้ที่มีประสบการณ์สัมพันธ์กับปัญหานั้นต้องเสนอให้กลุ่มได้รับทราบ จากนั้นช่วยกันระบุตัวปัญหาย่อยที่ถูกต้องตรงกัน การระบุปัญหาย่อยทั้งหมด โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจต่อปัญหาย่อยนั้นได้อย่างชัดเจน ในปัญหาเริ่มต้นหนึ่งปัญหาที่ครูเสนอให้ อาจมีปัญหาย่อยออกมาอีกก็ได้ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ปัญหาหรือมีความไม่เข้าใจอะไรตรงไหนของกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสมมุติฐาน เมื่อระบุปัญหาแล้วนักเรียนในกลุ่ม ก็จะร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาย่อยแต่ละข้อ และตั้งสมมุติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาย่อย ๆ นั้น สมมุติฐานที่ตั้งมีลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ที่ตั้งอยู่บนเหตุผลและความรู้ที่มีอยู่ก่อน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. กำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เป็นการกำหนดว่าจะต้องค้นคว้าอะไรเพื่อที่จะสามารถนำสิ่งนั้นมาตรวจสอบสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้ เป็นการวางเป้าหมายของการเรียนรู้
2. สร้างแผนการเรียนรู้ เป็นกลวิธีที่ใช้ในการศึกษาสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม
3. กำหนดแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับแผนการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการศึกษาค้นคว้า เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่ม จะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ครูได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจ สามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้ โดยเลขานุการจดบันทึกสิ่งที่ศึกษาค้นคว่านั้นไว้ด้วย

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน ในขั้นนี้นักเรียนจะสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามารวบรวมเพียงพอกับการตรวจสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ แล้วนำข้อมูลที่ไปตรวจสอบสมมุติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้อง

กำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูลแล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยการเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนการดำเนินงานกลุ่มทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 6 ในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นเรียนได้ประเมินผลงานของกลุ่มอื่น ๆ ด้วย ซึ่งครูและนักเรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้ามาอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุป ในขั้นนี้จะสรุปผลของการประเมินผลทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะทางการเรียน และด้านทักษะทางสังคม การประเมินผลประกอบการประเมินผลของครูและการประเมินผลตนเองของนักเรียนทั้ง 3 ด้านดังกล่าว โดยที่นักเรียนและครูจะประเมินไปพร้อมกับการดำเนินกิจกรรมทุกขั้นตอน

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2548: 79) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน จากประเด็นปัญหาที่กลุ่มผู้เรียนได้รับจากผู้สอน เมื่อผู้สอนแนะนำเกี่ยวกับการศึกษาปัญหา แหล่งข้อมูลประกอบการศึกษาแล้ว ผู้เรียนจะต้องดำเนินการเรียนเอง 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาปัญหาและตั้งสมมุติฐาน เมื่อกลุ่มผู้เรียนได้รับประเด็นปัญหาแล้วให้กลุ่มทำความเข้าใจให้ตรงกันก่อนว่าจุดประสงค์การเรียนรู้คืออะไร แล้วจึงจะวิเคราะห์ประเด็นปัญหา ตั้งสมมุติฐานเพื่อหาคำตอบ โดยผู้เรียนประเมินตนเองว่าต้องใช้ความรู้อะไรสาขาวิชาใด จะค้นหาจากแหล่งไหน เพื่อเป็นพื้นฐานของการศึกษาหาเหตุผลและคำอธิบายเพื่อประมวลว่าอะไรคือประเด็นปัญหาสาเหตุและคำตอบปัญหาให้ได้

ขั้นที่ 2 ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ข้อความรู้ที่จะนำมาตอบคำถามที่กลุ่มกำหนดขึ้น การค้นหาข้อความรู้อาจทำได้หลายวิธี เช่น สัมภาษณ์ ชักถามผู้เชี่ยวชาญ ทดสอบตรวจสอบทางห้องทดลอง อ่านตำรา อ่านผลงานวิจัยหรือรายงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาประกอบการตอบคำถาม ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจัดทำแผนการเรียนรู้โดยกำหนดความต้องการการเรียนรู้ของตนเองว่าต้องการยกระดับสมรรถนะการเรียนรู้ของตนจากที่มีอยู่เดิมในปัจจุบันทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติให้เพิ่มขึ้น แผนการเรียนรู้จะเป็นแนวทางของการค้นคว้าความรู้ และจำกัดขอบเขตการค้นหาความรู้สู่ระดับที่ต้องการ เมื่อค้นหาความรู้ได้แล้วผู้เรียนต้องทำบันทึกความรู้ที่ได้ไว้ด้วย

ขั้นที่ 3 ประยุกต์ความรู้ เป็นขั้นตอนของการนำข้อความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาตอบคำถามปัญหา ทบทวนและสังเคราะห์สิ่งที่ได้ค้นพบมานำเสนอเป็นผลงานให้ผู้สอนประเมินผู้สอนกระตุ้นด้วยคำถาม เพื่อให้มีการสืบค้นที่ถูกต้องและอาจต้องมีการขยายเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้เรียนขาดและจำเป็นต้องเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนที่ผู้เรียนสามารถประเมินสมรรถนะทางการเรียนได้ด้วยตนเองว่าสามารถศึกษาได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์ของการเรียนหรือไม่ ใช้เวลาอย่างไร ใช้กระบวนการให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องเรียนรู้แบบไหน มีคุณค่าพอกับการเรียนรู้หรือไม่ ผู้เรียนต้องประเมินตนเองเกี่ยวกับเหตุผล ทักษะการแก้ปัญหา

ทักษะการค้นคว้าความรู้ที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งความรู้จากกลุ่ม ส่วนการประเมินโดยผู้อื่น เช่น เพื่อน ผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องจะเน้นในแง่ของความสามารถในการบูรณาการความรู้ การให้เหตุผลในการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล และการแสดงถึงการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาศึกษา (2550: 7-8) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้ อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้ และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกัน ประเมินผลงาน

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ทีกล่าวกว่าข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับผู้เรียนเป็นจุดเริ่มต้น ให้ผู้เรียนสงสัยและสนใจอยากรู้ ประสมประสานความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ อย่างเป็นระบบซึ่งเป็นทางนำไปสู่การสร้างเป็นองค์ความรู้ การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองหรือการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาหรือระบุปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอนแก่ผู้เรียนเชื่อมโยงปัญหากับความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ และอธิบายประเด็นความรู้หรือสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยอาศัยเหตุผลและพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนหรือที่ได้จากการอภิปรายกลุ่ม แล้วกำหนดและวางแผนประเด็นที่นักเรียนต้องศึกษา

ขั้นที่ 3 ขั้นศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมตามประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม จากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือความรู้เพียงพอสำหรับปัญหา

ขั้นที่ 4 การสังเคราะห์ข้อมูล ผู้เรียนพิจารณาข้อมูล นำข้อมูลที่ได้อามาสังเคราะห์ พร้อมทั้งตัดสินใจเลือกข้อมูลและแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ผู้สอนและผู้เรียนจะช่วยกันสรุป อภิปราย ความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ และแนวทางการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ทั่วไปได้

### 1.5 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เดลิซเชิล (Delisle. 1997: 37-47) ได้กล่าวว่า การประเมินผลจะต้องบูรณาการตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ ความสามารถและผลงานที่นักเรียนแสดงออกมาเข้าด้วยกัน โดยได้เสนอว่าการประเมินควรกระทำทั้ง 3 ส่วน คือการประเมินผลนักเรียน การประเมินผลตนเองของครู และการประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ โดยในแต่ละการประเมินผล นักเรียนจะมีส่วนร่วมด้วยและการประเมินผลจะดำเนินไปตลอดเวลาของการเรียนรู้ คือตั้งแต่สร้างปัญหาจนถึงรายงานการแก้ปัญหานั้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินผลนักเรียน การประเมินผลความสามารถของนักเรียนจะเริ่มตั้งแต่วันแรกของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จนกระทั่งวันสุดท้ายที่ได้เสนอผลออกมา ครูจะใช้ขั้นตอนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการติดตามความสามารถของนักเรียน ซึ่งพิจารณาทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และการทำงานกลุ่ม

2. การประเมินผลตัวเองของครู ในขณะที่นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้และความสามารถออกมา ครูก็ควรพิจารณาตนเองถึงทักษะและบทบาทของตนเองที่ได้แสดงออกไปว่าส่งเสริมผู้เรียนหรือไม่อย่างไรด้วย การประเมินตนเองของครูมี 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่เขียนบรรยายและแบบให้เลือกระดับความสามารถว่าดีมาก ดี หรือพอใช้ ของแต่ละพฤติกรรมที่ครูแสดงแล้วส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

3. การประเมินผลปัญหาในขณะที่นักเรียนประเมินผลตนเอง และครูทำการประเมินผลนักเรียนและตนเอง ก็ควรทำการประเมินผลปัญหาเพื่อดูความมีประสิทธิภาพของปัญหาในการจัดการเรียนการสอนด้วย

บาเรลล์ (Barell. 1998: 159-160) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีลักษณะดังนี้

1. การประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ไม่ประเมินผลด้วยการสอนเพียงอย่างเดียว และไม่ควรประเมินผลแค่ตอนจบบทเรียนเท่านั้น

2. ประเมินผลจากสภาพจริง โดยให้มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนที่สามารถเจอในชีวิตประจำวัน

3. ประเมินผลที่ความสามารถที่แสดงออกมาหรือจากการทำงาน ที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความคิดรวบยอด

เอจเจน และคอคแซค (Eggen; & Kauchak. 2001: 256-259) ได้กล่าวถึงวิธีการประเมินผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า วิธีการประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานควรประเมินตามสภาพจริง และควรกำหนดเป้าหมายที่มีความสัมพันธ์กัน ในการประเมินดังนี้ ประการแรก ความเข้าใจในด้านกระบวนการที่เกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประการที่สองการพัฒนา การเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน และประการสุดท้ายสิ่งที่ได้รับจากเนื้อหาวิชา วิธีการประเมินดังนี้

1. การประเมินตามสภาพจริง เป็นการวัดผลการปฏิบัติงานของนักเรียนโดยตรงผ่านชีวิต เช่น การแก้ปัญหา การดำเนินการด้านการสืบสวนค้นคว้า การร่วมมือกันทำงานในกลุ่ม ในการแก้ปัญหา การวัดผลจากการปฏิบัติงานจริง เป็นต้น

2. การสังเกตอย่างเป็นระบบ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่เป็นวิธีการประเมินผลในด้านทักษะกระบวนการของผู้เรียนในขณะที่เรียนรู้ ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์การประเมินชัดเจน เช่น การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ควรกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ การสร้างปัญหาหรือคำถาม การสร้างสมมติฐาน การระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม การอธิบายแนวทางในการรวบรวมข้อมูล ลำดับขั้นตอนและการแสดงข้อมูล และการประเมินผลสมมติฐานบนพื้นฐานของข้อมูลที่มี

จากการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรประเมินตามสภาพจริงด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลตลอดการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. การประเมินผลด้านความรู้ความเข้าใจในด้านกระบวนการที่เกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้วยวิธีการสังเกตอย่างเป็นระบบ ที่กำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างชัดเจน

2. การประเมินผลด้านการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ควรเริ่มต้นตั้งแต่วันแรกของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จนกระทั่งวันสุดท้ายที่ได้เสนอผลออกมา ผู้สอนจะใช้ขั้นตอนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการติดตามความสามารถของผู้เรียน ซึ่งพิจารณาทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และการทำงานกลุ่ม

3. การประเมินผลตัวเองของผู้สอน ในขณะที่ผู้เรียนสะท้อนผลการเรียนรู้และความสามารถออกมา ผู้สอนควรพิจารณาตนเองในทักษะและบทบาทของตน ที่ได้แสดงออกว่าเป็นการส่งเสริมผู้เรียนหรือไม่อย่างไร

4. การประเมินผลปัญหา เป็นสังเกตความมีประสิทธิภาพของปัญหาในการจัดการเรียนรู้ เพื่อที่ว่าจะได้นำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในครั้งถัดไป

## 1.6 บทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based Learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998: 33-43: citing Illinois Problem-Based Learning Network. 1996: unpagged) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียน ในขณะที่ดำเนินกระบวนการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา ดังนี้

1. ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ที่ดึงดูดความสนใจและมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้
  2. ผู้เรียนจะสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลที่ต้องการ ดำเนินการสำรวจอย่างมีเหตุผลและปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้อย่างอิสระ
  3. ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้
  4. ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ เพื่อแก้ปัญหา
  5. ผู้เรียนพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนโดยการชี้แนะตนเองและเป็นนักแก้ปัญหา
- ทองจันทร์ หงส์ดารมภ์ (2537: 12-17) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนในกลุ่มย่อยในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

บทบาทของผู้เรียนในกลุ่มย่อย เป็นกระบวนการหนึ่งของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยผู้เรียนจะต้องมีบทบาทร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาที่ได้รับ ให้ความร่วมมือภายในกลุ่มเพื่อสร้างวัตถุประสงค์ของการศึกษา ถกเถียง ตีความ เพื่อสร้างกฎเกณฑ์ของกลุ่ม ร่วมกันทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล พร้อมทั้งจะให้คำติชมอย่างเปิดเผยตรงไปตรงมาต่อสมาชิกของกลุ่มทุกคน และต้องมีความซื่อสัตย์ต่อกัน โดยทุกคนทำงานที่กลุ่มมอบหมายให้ตรงตามเวลาที่กำหนด จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนแบบกลุ่มย่อย คือ การเรียนการสอนในระหว่างสมาชิกด้วยกัน เป็นกลุ่มร่วมมือกันทำงานทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน จะต้องมีผู้ทำหน้าที่เป็นผู้นำกลุ่มในการดำเนินการเรียนการสอน ได้แก่ ประธาน และเลขาของกลุ่ม ดังนั้น สมาชิกทุกคนในกลุ่ม จะต้องผลัดกันเป็นผู้นำกลุ่มเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ในการเป็นผู้นำกลุ่มได้ทั่วทุกคน

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนารการเรียนรู้ (2550: 9-13) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ผู้เรียนต้องปรับทัศนคติในบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเอง
2. ผู้เรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ
3. ผู้เรียนต้องได้รับการวางพื้นฐาน และฝึกทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น กระบวนการคิด การสืบค้นข้อมูล การทำงานกลุ่ม การอภิปราย การสรุป การนำเสนอผลงานและการประเมินผล
4. ผู้เรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

จากบทบาทของผู้เรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการเรียนรู้
2. ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
3. กำหนดข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ไขปัญหา
4. วางแผนการดำเนินการรวบรวมข้อมูล สืบค้น ค้นคว้าข้อมูลที่ต้องการ
5. ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ เพื่อแก้ปัญหา
6. สังเคราะห์และสร้างความรู้ด้วยตนเอง
7. ประเมินผลการเรียนรู้
8. พัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนรู้โดยการชี้นำตนเองและเป็นผู้แก้ปัญหา

### 1.7 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based Learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998: 33-43: citing Illinois Problem-Based Learning Network. 1996: unpagged) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอน ในขณะที่ดำเนินกระบวนการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา ดังนี้

1. ผู้สอนออกแบบและกระตุ้นความสนใจผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้ให้จัดโครงสร้างของการแก้ปัญหาหรือสร้างยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
2. ผู้สอนมอบความเป็นอิสระให้กับผู้เรียนในการเป็นผู้สำรวจและควบคุมกระบวนการสำรวจด้วยตนเอง พร้อมกับเป็นผู้ให้คำแนะนำ ส่งเสริมให้คิดและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานให้กับผู้เรียน
3. ผู้สอนฝึกฝน แนะนำผู้เรียนโดยอยู่ห่าง ๆ ในขณะที่ผู้เรียนดำเนินกระบวนการเรียนรู้จนได้คำตอบของปัญหาออกมา

จอห์นสัน ฟินูเคน และพรีดีอ็อค (Johnson; Finucane; & Prideaux. 1999: 353-354) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอน ที่จะทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนประสบความสำเร็จว่า บทบาทหลักของผู้สอน คือ ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากที่สุด และส่งเสริมผู้เรียนให้ทำงานเป็นทีมในการแก้ปัญหา นั่นคือ ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยการความสะดวกให้การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองของผู้เรียน ผู้สอนจะต้องหลีกเลี่ยงการเป็นผู้ตัดสินหรือสรุปในการเรียนรู้ของผู้เรียนตัวอย่าง เช่น ถ้ามีสมมติฐาน ในการทดสอบ 2 สมมติฐาน ที่สร้างมาจากผู้เรียนในกลุ่ม ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินหรือสรุปว่าสมมติฐานใดถูกหรือผิด แต่จะใช้คำถามในการกระตุ้นให้ผู้เรียนไปค้นคว้าหาข้อมูลมาเพื่อการตัดสินใจ ผู้สอนจะต้องไม่เข้าไปแทรกแซงการเรียนรู้ของผู้เรียน แต่จะให้อิสระในการดำเนินการเรียนรู้ และกำหนดทิศทางการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในการประเมินผลครูต้องมอบภาระการประเมินผลให้ผู้เรียนได้ประเมินผลตนเองด้วย ซึ่งการประเมินผลตนเองของผู้เรียนช่วยสนับสนุนให้

ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดกับกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละขั้นตอน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้และช่วยในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ทำโดยผู้สอน

ทองจันทร์ หงส์ดารมภ์ (2537: 12-17) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อาจารย์ผู้สอนจะมีบทบาทที่แตกต่างไปจากการเรียนการสอนแบบเดิม คือ ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญที่ทำหน้าที่ให้ความรู้ ถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นผู้จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนรักในวิชานั้นให้มีวิธีเรียนที่ถูกต้องและเสริมสร้างปัญญาในระดับสูง นอกจากนี้อาจารย์ยังมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนสร้างบทเรียนที่เป็นสถานการณ์ปัญหาที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาที่เป็นแนวคิดสำคัญของปัญหานั้นตลอดจนการประเมินผลการเรียน ซึ่งการเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน ที่ผู้เรีเรียนรู้ด้วยตนเองได้นั้นอาจารย์ผู้สอนจะต้องมีด้วยกัน 2 กลุ่ม คือ

1. ผู้เชี่ยวชาญ (Resource Person) เป็นผู้ให้ความรู้แก่ผู้เรียนในแขนงที่ตนเองเชี่ยวชาญ จะสอนเมื่อเป็นความต้องการของผู้เรียน และสอนในขอบเขตเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องการ
2. ผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน (Facilitator or Tutor) อาจารย์จะต้องมีสมรรถภาพในการช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ โดยมีความสามารถในการแนะนำ (Guide) ไม่ใช่ชี้นำ (Direct) อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ (Facilitator Learning) ไม่ใช่ให้ความรู้ (Dispense Information) อาจารย์จะต้องทำให้ผู้เรียนในกลุ่มเรียนรู้จากปัญหา มีกิจกรรมที่แข่งขันและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเอง ความสามารถของอาจารย์เป็นตัวบ่งชี้สำคัญของคุณภาพและความสำเร็จของการจัดการเรียนการสอนแบบนี้

นอกจากนี้อาจารย์ยังมีบทบาทในการสอนแบบติวเตอร์ (Small Group Tutorial) ที่จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง พัฒนาทักษะ การคิด การให้เหตุผล ดังนั้น อาจารย์ควรมีบทบาทของติวเตอร์ คือ

1. อาจารย์พยายามทำให้เกิดโยนิโสมนสิการ คือ การถาม หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดใคร่ครวญตรึกตรองตลอดการเรียน
2. ต้องแนะนำให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านขั้นตอนการเรียนรู้ทีละขั้น
3. ส่งเสริมผลกดันให้เกิดความรู้ความเข้าใจในระดับที่ลึกซึ้ง
4. หลีกเลี่ยงการให้ความเห็นต่อการอภิปรายของผู้เรียนผิดหรือถูก การบอกข้อมูล ข่าวดสาร แต่ให้ผู้เรียนไปค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งอื่น เช่น ตำรา วารสาร เป็นต้น
5. จัดสภาพการเรียนไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ ร่วมกันอภิปรายโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียน
6. การตัดสินใจที่เกิดขึ้นทั้งหมด ควรเกิดขึ้นโดยกระบวนการกลุ่ม อาจารย์เป็นผู้ดูแล ให้ทุกคนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมของกลุ่ม

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนากการเรียนรู้ (2550: 9-13) ได้กล่าวถึงว่า ผู้สอนมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นลักษณะของผู้สอนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะดังนี้

1. ผู้สอนต้องมุ่งมั่น ตั้งใจสูง รู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ



2. ผู้สอนต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคลเข้าใจศักยภาพของผู้เรียนเพื่อสามารถให้คำแนะนำ ช่วยเหลือผู้เรียนได้ทุกเมื่อทุกเวลา
  3. ผู้สอนต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างถ่องแท้ชัดเจนทุกขั้นตอน เพื่อจะได้แนะนำให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนได้ถูกต้อง
  4. ผู้สอนต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้ และการติดตามประเมินผลการพัฒนาของผู้เรียน
  5. ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุนสื่ออุปกรณ์เรียนรู้ให้เหมาะสมเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ
  6. ผู้สอนต้องมีจิตวิทยาสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา
  7. ผู้สอนต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของผู้เรียนให้เข้าใจ และเห็นคุณค่าของการเรียนรู้แบบนี้
  8. ผู้สอนต้องมีความรู้ ความสามารถ ด้านการวัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริงให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้
- สำหรับเทคนิคหรือเงื่อนไขจำเป็นในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีดังนี้
1. เทคนิคในการเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ควรเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน เรื่องใกล้ตัว เป็นรูปธรรม ทันต่อเหตุการณ์ หรือมีความชัดเจน
  2. การใช้คำถามในการกำหนดปัญหา ต้องเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ เป็นคำถามที่ท้าทาย กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนอยากค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง
  3. ในขั้นการทำความเข้าใจกับปัญหา ควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมช่วยกันกำหนดปัญหา และให้ทุกคนได้รับทราบพร้อมกันอย่างชัดเจน เทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจและใช้ได้ผลดี คือ การนำเสนอเป็นแผนผังความคิด โดยให้สมาชิกจากทุกกลุ่มได้ช่วยกันคิดและบันทึกลงบนกระดานหน้าชั้นเรียนแสดงขอบเขตที่จะศึกษาในปัญหานั้น ๆ
  4. การเตรียมผู้เรียนให้เกิดความพร้อมเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ ในการดำเนินการควรใช้วิธีการจัดกลุ่มโดยละเอียดเฉพาะชายหญิงและความสามารถในการเรียน โดยพิจารณาจากข้อมูลพื้นฐานทางการเรียนของผู้เรียน กำหนดให้สมาชิกกลุ่มแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ ประธาน เลขานุการ ผู้สนับสนุน และผู้รายงาน และถ้ามีการเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่มแต่ละครั้ง ผู้เรียนต้องหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กัน เพื่อให้ทุกคนได้มีโอกาสทำงานในทุกบทบาทหน้าที่ การแนะนำ ให้ผู้เรียนรู้จักเทคนิควิธีการที่จะเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ผู้เรียนจะต้องเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้รับฟังเพียงอย่างเดียวมาเป็นผู้ค้นคว้าศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนจึงต้องเตรียมความพร้อมผู้เรียนมากพอสมควร โดยผู้สอนใช้เทคนิคในการใช้คำถามเพื่อนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

5. ในการสอนโดยใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นจะมีความเหมาะสม สอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ในบางเนื้อหาอาจยากเกินไป เช่น การคำนวณ ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้องอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจ หรือเนื้อหาที่ยากต่อการสืบค้นข้อมูลของผู้เรียน ตลอดจนข้อจำกัดของผู้เรียน เช่น ผู้เรียนขาดความรับผิดชอบหรือมีภาระงานมาก มีปัญหาด้านเศรษฐกิจ และเวลาที่ไม่มีเพียงพอของผู้เรียน ผู้สอนจำเป็นต้องใช้เทคนิคนั้นเข้ามาแทรกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีหลากหลายวิธีตามความเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ เช่น การเรียนรู้จากการฟังผู้สอนอธิบายแสดงเหตุผลประกอบกับการซักถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดข้อสรุป การเรียนรู้จากสถานการณ์จริง โดยเฉพาะในสาระที่เกี่ยวกับทักษะภาษา เช่น ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ซึ่งมีข้อจำกัดพอสมควร โดยที่วิชาภาษาไทยต้องฝึกทักษะการอ่าน ฟัง พูด เขียนมากกว่าการตั้งปัญหาให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า ทำให้ไม่สามารถใช้ขั้นตอนการสอนในแนวทางนี้ได้สมบูรณ์ และโดยเฉพาะวิชาภาษาอังกฤษเพราะผู้เรียนต้องใช้ความสามารถคิดสองภาษา

6. ระยะเวลาในการสอนควรยืดหยุ่นพอสมควร และค่อนข้างจะใช้เวลามากกว่าเวลาในหลักสูตรปกติ เพราะผู้เรียนจำเป็นต้องมีการระดมความคิด อภิปราย และค้นคว้าจากแหล่งความรู้ ต่าง ๆ

7. การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนฝึกกระบวนการคิด ควรจัดให้เป็นการบูรณาการสู่สาระการเรียนรู้อื่น ทั้งในด้านเนื้อหาและการประเมินผล จะเป็นการทำงานที่ไม่ซับซ้อน เป็นการสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งเดียวแต่สามารถตอบคำถามประเด็นจากหลายวิชา อย่างน้อยในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายควรมีการบูรณาการ 2 วิชาขึ้นไป

8. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ จะสร้างศักยภาพให้แก่ผู้เรียนที่สนใจใฝ่รู้ เรื่องนั้นได้เป็นอย่างดี ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องที่ตนเองศึกษาอย่างถ่องแท้ ลึกซึ้ง และจดจำได้นานกว่าการบอกความรู้ของผู้สอน แต่ในวัฒนธรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนไทยยังคุ้นเคยกับวิธีการเรียนแบบเดิม ๆ ที่ให้ผู้สอนบอกความรู้ ดังนั้นการสร้างวัฒนธรรมในการเรียนรู้แบบใหม่นี้จะเริ่มใช้ในระดับชั้นประถมศึกษา เพื่อเป็นการวางรากฐานก่อน โดยสร้างทักษะที่จำเป็น โดยเฉพาะการสืบค้นข้อมูล ซึ่งผู้สอนและผู้บริหารต้องมีส่วนในการจัดบรรยากาศและแหล่งเรียนรู้ให้เพียงพอแก่ผู้เรียน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผู้เรียนด้านเศรษฐกิจมากเกินไป

9. การจัดการเรียนรู้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องหารือวางแผนการจัดกิจกรรมนำเสนอขอความเห็นชอบจากผู้บริหารโรงเรียน ฝ่ายวิชาการ ผู้ปกครองและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะมีความแตกต่างจากการสอนโดยใช้เทคนิคอื่น นั่นคือ ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์เดิม เชื่อมโยงไปสู่สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรผู้เรียนจะไม่เปิดหนังสือตำราแบบเรียนแบบเรียงไปที่ละหน้า เมื่อใดที่มีปัญหาและผู้เรียนอยากเรียนรู้ในเรื่องใด ผู้เรียนจะต้องค้นคว้าจากหนังสือจำนวนมากเพื่อหาคำตอบในเรื่องที่ผู้เรียนสนใจซึ่งแหล่งความรู้ไม่ได้จำกัดเฉพาะในหนังสือแบบเรียน แต่เป็นเอกสารทุกเรื่องไม่ว่าจะเป็นหนังสือพิมพ์ วารสาร บทความ สารานุกรม เอกสารงานวิชาการ อินเทอร์เน็ต รวมไปถึงการเรียนรู้จากผู้ปกครอง ชาวบ้านหรือแม้แต่แหล่งเรียนรู้ที่เป็นสถานที่ต่าง ๆ หน่วยงานราชการในพื้นที่

จึงสรุปได้ว่าการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการสอนให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับทุกอย่างรอบตัว และสิ่งแวดล้อมรอบข้างของผู้เรียนจะเป็นผู้สอนของเขาโดยธรรมชาติ

10. ควรมีการสรุปหลังการปฏิบัติกิจกรรมทุกครั้ง เพื่อถ่วงถ่วงการสร้งองค์ความรู้ให้ความรู้ที่ถูกต้องแก่ผู้เรียน โดยผู้สอนอาจช่วยผู้เรียนสรุปหรือเพิ่มเติมแก้ไขให้สมบูรณ์ จากบทบาทของผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้

1. พิจารณาเลือกเนื้อหาสาระความรู้ ทักษะที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ
2. สร้างปัญหาสถานการณ์ที่ใช้เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากที่สุด
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานเป็นทีมในการแก้ปัญหา
5. เป็นผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนโดยการชี้แนะตนเองของผู้เรียน ไม่เข้าไป

แทรกแซงการเรียนรู้ของผู้เรียน

6. หาวิธีการประเมินผลผู้เรียนอย่างเหมาะสม และควรให้ผู้เรียนส่วนร่วม

ประเมินผลตนเองด้วย

### 1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

#### งานวิจัยต่างประเทศ

แคนเดลา (Candela, 1998: 177) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนแบบบรรยาย ที่มีผลต่อคะแนนสอบในข้อสอบแบบตัวเลือกของนักศึกษาผู้ช่วยพยาบาล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาผู้ช่วยพยาบาลชั้นปีที่ 2 จำนวน 73 คน ซึ่งลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเดียวกัน แต่อยู่คนละวิทยาเขต โดยแบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานและกลุ่มที่เรียนแบบบรรยาย ทั้งสองกลุ่มได้รับการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยข้อสอบชุดเดียวกัน 10 รายการ ผลการศึกษา พบว่า นักศึกษาพยาบาลที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีคะแนนสอบสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่จากการวัดความพึงพอใจต่อวิธีเรียนทั้งสองแบบพบว่า กลุ่มที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีความคิดเห็นว่าการสร้างของการเรียนสับสนมากกว่า ทั้งนี้ผลมาจากนักศึกษาผู้ช่วยพยาบาลไม่คุ้นเคยกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมาก่อน

เอลเซฟเฟ (Elshafei, 1998: Online) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนแบบปกติ ในวิชาฟิสิกส์ 2 โดยได้ทำการวิจัยกึ่งทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในรัฐแอตแลนตา จำนวน 15 ห้องเรียน 342 คน แบ่งเป็นห้องเรียนแบบปกติ 8 ห้อง และเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ห้อง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียน เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหาและสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

แม็คคาร์ธี (McCarthy. 2001: Online) ได้ทำการทดลองสอนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดเรื่องทศนิยม โดยทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 12 กลุ่มเล็ก ๆ ในเวลา 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 45 นาที โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วในตัวของนักเรียน และมีการวิเคราะห์ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร จากหลักฐานการบันทึกวิดีโอได้ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ ตลอดเวลาที่ได้พยายามหาวิธีแก้ปัญหา โดยนักเรียนใช้ภาษาพูดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้เกี่ยวกับทศนิยมที่ตัวนักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว และความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับทศนิยมอย่างถูกต้อง

#### งานวิจัยในประเทศ

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 80-90) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน ในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

เมธาวี พิมวัน (2549: 82-92) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 16 คน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิวด้วยชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

พิจิตร อุดตะโปน (2550: 73-88) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการอาสาสมัคร จำนวน 16 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ด้วยชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

วาสนา กิมเท็ง (2553: 113-121) ได้ศึกษาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความไม่ใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เกิดจากจัด

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยกิจกรรมซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน สูงกว่าก่อนได้รับการสอน และสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้ที่ใช้การตั้งคำถามหรือปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางผู้เรียนให้เกิดความสนใจอยากรู้ ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และเป็นการพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านการเรียนรู้ที่สูงขึ้น อีกทั้งยังสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน ซึ่งผู้สอนอาจจัดการเรียนรู้ในรูปของชุดการเรียนรู้การสอนหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งในที่นี้เป็นงานวิจัยที่กระทำกับเนื้อหาสาระวิชาอื่น ๆ ที่ไม่ใช่คณิตศาสตร์บ้าง ที่เป็นในระดับสูงบ้าง และเป็นการพัฒนาเกี่ยวกับหลักสูตรบูรณาการในสาขาวิชาต่าง ๆ บ้าง ซึ่งน่าจะเป็นแนวทางที่สามารถนำมาพัฒนาและประยุกต์กับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ได้ในโอกาสต่อไป

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

### 2.1 ความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ดิอู (Dewey. 1933: 30) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรองโดยอธิบายขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

บลูม (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2539: 41-44; อ้างอิงจาก; Bloom. 1956: 6-9) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

รัชเชลล์ (วิไลวรรณ ปิยปรกรณ์. 2535: 20; อ้างอิงจาก Russel. 1956: 281-282) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์เป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาชนิดหนึ่งโดยผู้คิดจะต้องใช้การพิจารณาตัดสินในเรื่องราวต่าง ๆ ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดวิเคราะห์จึงเป็นกระบวนการการประเมินหรือการจัดหมวดหมู่ โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันมาแต่ก่อนๆ แล้วสรุปหรือพิจารณาตัดสิน

กูด (Good. 1973: 680) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 25) ให้ความหมายความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking) ว่า หมายถึง ความสามารถในการสืบค้นข้อเท็จจริงเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่าง โดยการตีความ การจำแนกแยกแยะ และการทำความเข้าใจกับองค์ประกอบ ของสิ่งนั้นและองค์ประกอบอื่นๆที่สัมพันธ์กันรวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลที่ไม่ขัดแย้งกันระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เหตุผลที่หนักแน่นน่าเชื่อถือทำให้เรา ได้ข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจแก้ปัญหา ประเมิน และตัดสินใจเรื่องต่างๆได้อย่างถูกต้อง

สุวิทย์ มูลคำ (2548: 9) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่างๆของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือ เหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

อ้อมฤดี แซ่มอบล (2553: 56) ได้สรุปว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาแยกแยะส่วนย่อยๆของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือ เนื้อเรื่องต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญและสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการคิดพิจารณาอย่างมีเหตุมีผลเพื่อหาข้อสรุปหรือหลักการที่จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

จากการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ในการหาคำตอบของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่างๆ โดยใช้ความสามารถในการพิจารณาแยกแยะ ตีความ และทำความเข้าใจความสัมพันธ์นั้นๆ และกระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล

## 2.2 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

วัตสัน; และ เกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 10) ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ ประกอบไปด้วยความสามารถย่อยๆ 5 ประการ คือ

1. ความสามารถในการอ้างอิง
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การนิรนัย
4. การแปลความ
5. การประเมินข้อโต้แย้งต่างๆ

ฮัดกินส์ (Hudgins. 1977: 173–180) ได้อธิบายทักษะที่ประกอบกันเป็นการคิดวิเคราะห์ 4 ประการคือ

1. ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญของการอ้างเหตุผล โดยขั้นต้น ผู้เรียนต้องมีพื้นฐานทางมโนทัศน์และข้อมูลเพียงพอสำหรับการพิจารณาความจริงที่อาจเป็นไปได้ของการอ้างเหตุผล หรือความเป็นไปได้ของผลลัพธ์ที่คาดการณ์ไว้ นอกจากนี้ ผู้เรียนจะต้องมีลักษณะที่จำเป็นในการประเมินการอ้างเหตุผลด้วย

2. ผู้เรียนจะต้องแสวงหาหลักฐานที่นำมาใช้ในการอ้างเหตุผลหรือการลงสรุป โดยจะต้องพิจารณาว่า ข้อสรุปที่นำมาอ้างมีข้อมูลสนับสนุนหรือไม่ ตลอดจนการพิจารณาว่า หลักฐานที่นำมาอ้างอิงมีอคติหรือไม่

3. ผู้เรียนจะต้องพิจารณา ไตร่ตรอง และประเมินทั้งหลักฐานที่นำมาใช้ และลักษณะการใช้เหตุผลที่นำมาใช้ในการอ้างเหตุผลก่อนการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธข้อสรุปนั้น

4. ผู้เรียนสามารถระบุข้อสันนิษฐาน ที่เกี่ยวข้องกับการอ้างอิงเหตุผล เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 26 – 30) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดเชิงวิเคราะห์ ไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการตีความ เราจะไม่สามารถวิเคราะห์สิ่งต่างๆ ได้ หากไม่เริ่มต้นด้วยความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏ เริ่มแรกเราจึงจำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้รับว่าอะไรเป็นอะไรด้วยการตีความ การตีความ (Interpretation) หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจและให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้น เป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ โดยสิ่งนั้น ไม่ได้ปรากฏโดยตรง คือ ตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรง แต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกิดกว่าสิ่งที่ปรากฏ อันเป็นการสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏในข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ เกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินใจแตกต่างกันไปตามประสบการณ์และค่านิยมของแต่ละบุคคล

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ เราจะคิดวิเคราะห์ได้ดีนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์ แจกแจงและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้น เกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อยๆ อะไรบ้าง มีทั้งหมด

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัย และช่างถาม นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้งสามนี้ร่วมด้วย คือต้องเป็นคนที่ช่างสังเกต สามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่ดูอย่างผิวเผินเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องเป็นคนที่ช่างสงสัย เมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลย แต่หยุดพิจารณา ขบคิดไตร่ตรอง และต้องเป็นคนที่ช่างถาม ชอบตั้งคำถามกับตัวเองและคนรอบๆ ข้างเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การคิดต่อเกี่ยวกับเรื่องนั้น การตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล นักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีความสามารถในการใช้เหตุผล จำแนกแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นความเท็จสิ่งใดมีองค์ประกอบในรายละเอียดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

สุวิทย์ มูลคำ (2548: 17) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ ดังนี้

1. สิ่งที่กำหนดให้เป็นสิ่งสำเร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์ เช่น วัตถุ สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ เป็นต้น

2. หลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของ สิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหาลักษณะความสัมพันธ์ซึ่งเหตุผลอาจจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน เป็นต้น

3. การค้นหาความจริงหรือความสำคัญ เป็นการพิจารณาส่วนประกอบของ สิ่งที่กำหนดให้ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์ แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1. ความสามารถในการตีความ
2. ความสามารถในการทำความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์
3. ความสามารถในการสังเกต ขอบสงสัย ตั้งคำถาม
4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ซึ่งเหตุผล

### 2.3 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

บลูม (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539: 41-44; อ้างอิงจาก Bloom. 1956) กล่าวถึง การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผลและที่เป็น อย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งแยกออกเป็น 3 อย่างดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดให้ว่าอะไรสำคัญ หรือ จำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่าความสำคัญย่อยๆ ของเรื่องราว หรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวและการกระทำต่างๆ ว่าสิ่งเหล่านี้รวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องด้วยอะไร โดยยึด อะไรเป็นหลักเป็นแกนกลาง มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไร หรือยึดคติใด

เซฟเวอร์ (นิพล นาสมบูรณ์. 2536: 4-5; อ้างอิงจาก Shaver. 1997) ได้แบ่ง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ออกเป็น 3 ระดับ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบลูม (มาลินี ศิริจารี. 2545: 40; อ้างอิงจาก Ennis. 1985: 44-48) ดังนี้



1. ความสามารถพื้นฐาน ได้แก่ ความสามารถในการทำความเข้าใจเรื่องราว ซึ่งครอบคลุมการย่อความ การสรุปเรื่อง การเล่าเรื่อง และการแปลความหมาย เป็นความสามารถขั้นพื้นฐานของนักเรียนในการทำความเข้าใจเรื่องราว

2. ความสามารถในการวิเคราะห์หรืออนุมานข้อมูล ซึ่งได้แก่

2.1 การจำแนก

2.2 การวางหลักการ

2.3 การตั้งข้อสันนิษฐาน

2.4 การเปรียบเทียบ

3. ความสามารถในการตัดสินใจและการลงสรุปความเห็น ได้แก่

3.1 การวิจารณ์

3.2 การประเมินผล

3.3 การตัดสินใจ

อ้อมฤดี แซ่มอุปบล (2553: 64) ได้สรุปว่า ลักษณะสำคัญของการคิดวิเคราะห์มี 3

ประการคือ

1. การจำแนกแยกแยะ จัดกลุ่มข้อมูลอย่างเป็นระบบเพื่อการเปรียบเทียบ

2. การระบุสาเหตุและผลหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล

3. การระบุความสำคัญ หลักการ หรือจุดเด่นจุดด้อยของสถานการณ์

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์มีลักษณะแบ่งออกเป็น 3

อย่างดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสำคัญหรือการอนุมานข้อมูล คือ การจำแนกแยกแยะ

สิ่งที่กำหนดให้ว่าอะไรสำคัญ หรือจำเป็น รวมทั้งตั้งข้อสันนิษฐานและเปรียบเทียบ

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือ การระบุความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล

ว่าเหตุการณ์นั้นเกี่ยวข้องกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. การวิเคราะห์หลักการ คือ การพิจารณาว่าความสัมพันธ์ของสิ่งที่กำหนดให้ นั้น

ยึดอะไรเป็นหลักเกณฑ์ มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง หรือยึดถือหลักการใด

## 2.4 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.4.1 ความหมายการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

บลูม (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 41–44; อ้างอิงจาก Bloom. 1956)

กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คือ การแยกแยะส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้น

ยังมีส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันโดยอาศัย

หลักการใด จะเห็นว่าสมรรถภาพด้านวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุมาใช้ประกอบการพิจารณา

การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้มาประกอบ การพิจารณา การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. วิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่อยู่นั้นอะไรสำคัญหรือจำเป็น หรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ตัวอย่าง คำถามเช่น คีลห้าข้อใดสำคัญที่สุด
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการหาความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องส่วนย่อย ในปรากฏการณ์ หรือเนื้อหานั้น เพื่อนำมาอุปมาอุปไมยหรือค้นหาว่าแต่ละเหตุการณ์นั้น มีความสำคัญอะไรที่ไปเกี่ยวพันกัน ตัวอย่างคำถาม เช่น เหตุใดแสงจึงเร็วกว่าเสียง
3. วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวนั้นว่ายึด หลักการใด มีเทคนิคหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิด ความเข้าใจ ตัวอย่างคำถาม เช่น รถยนต์วิ่งได้โดยอาศัยหลักการใด

วัตสัน และ เกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 11) กล่าวว่า การวัดความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ คือ การวัดความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์ โดยมีกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการพิจารณา ในการตัดสินใจเรื่องราวต่างๆ หรือสถานการณ์ต่างๆ นอกจากนั้นที่สำคัญก็คือ ในเหตุการณ์หรือสถานการณ์ก็จะมี ความเกี่ยวข้องเป็นเหตุเป็นผลกัน ซึ่งจะเห็นว่าการคิดวิเคราะห์จะต้องมีการหาสาเหตุและผลมาเพื่อพิจารณาอยู่เสมอ

วารี ว่องพินัยรัตน์ (2530: 91) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น การวัดความสามารถในการแยกหารายละเอียดของประเด็นต่างๆ ของเรื่องราว เหตุการณ์ การกระทำ ความคิด ความจริง เพื่อนำมาพิจารณาไตร่ตรอง เปรียบเทียบหาสาระหรือแก่นสาร หลักการความ เกี่ยวโยง หรือหามูลเหตุ หรือต้นกำเนิดของสิ่งนั้น

อ้อมฤดี แซ่มอบล (2553: 65) ได้สรุปว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นการศึกษาระดับความสามารถในการพิจารณาแยกแยะส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญและสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการคิดพิจารณา อย่างมีเหตุผลเพื่อหาข้อสรุปหรือหลักการที่จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น การศึกษาระดับความสามารถในการคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ในการหาคำตอบ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่างๆ โดยใช้ความสามารถในการพิจารณาแยกแยะ ดีความ และทำความเข้าใจความสัมพันธ์นั้นๆ และกระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

#### 2.4.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ทิตนา แชมมณี และคนอื่นๆ (2544: 180-186) กล่าวว่า การวัดความสามารถ ในการคิด แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ วัดด้วยแบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถ ในการคิด ซึ่งมีผู้สร้างไว้แล้วกับวัดด้วยแบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการคิดที่สร้างขึ้น ใช้เอง

1. แบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิดซึ่งมีผู้สร้างไว้แล้ว

แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบทดสอบการคิดทั่วไป และแบบทดสอบการคิดเฉพาะด้าน

1.1 แบบทดสอบการคิดทั่วไป เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดให้ครอบคลุมความสามารถในการคิดโดยเป็นความคิดที่อยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้ทั่วไป แบบทดสอบลักษณะนี้ส่วนใหญ่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับการวัดความสามารถในการคิดทั่วไปที่สำคัญมีดังนี้

1.1.1 Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal

1.1.2 Cornell Critical Thinking Test, Level X and Level Z

1.1.3 Ross Test of Higher Cognitive Processes

1.1.4 New Jersey Test of Reasoning Skills

1.1.5 Judge : Deductive Logic and Assumption Recognition

1.1.6 Test of Enquiry Skills

1.1.7 The Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test

1.2 แบบทดสอบการคิดเฉพาะด้าน เป็นแบบมุ่งวัดความสามารถในการคิดเฉพาะ แบบที่แสดงถึงลักษณะของการคิด เช่น การคิดแบบนิรนัย (deductive) ความสามารถประเมินข้อมูล ที่ได้จากการสังเกต เป็นต้น แบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิดเฉพาะด้านที่สำคัญ มีดังนี้

1.2.1 Cornell Class Reasoning Test, Form X

1.2.2 Cornell Conditional Reasoning Test, Form X

1.2.3 Logical Reasoning

1.2.4 Test on Appraising Observations

2. แบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการคิดที่สร้างขึ้นใช้เอง ถ้าแบบทดสอบมาตรฐานสำหรับการคิดที่มีอยู่ทั่วไปไม่สอดคล้องกับเป้าหมายการวัด เช่น จุดเน้นที่ต้องการขอบเขตความสามารถทางการคิดที่มุ่งวัด หรือกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการใช้สอบ ก็สามารถสร้างแบบวัดการคิดขึ้นใช้เองเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการในการวัดอย่างแท้จริง

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545: 210-211) กล่าวถึง แบบทดสอบที่วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ว่า จะต้องให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างแท้จริง โดยคำถามต้องให้นักเรียนได้แยกส่วนย่อยต่างๆ ที่รวมกันอยู่ หรือดูความสัมพันธ์ หรือชี้ถึงการจัดระบบระเบียบของหลักการต่างๆ ซึ่งเหมาะที่จะใช้แบบทดสอบประเภทปรนัยหลายตัวเลือก โดยคำถามควรมีลักษณะดังนี้

1. ชี้ให้เห็นความคลาดเคลื่อนเชิงเหตุผลในเรื่องราวต่างๆ เช่น ความขัดแย้งความคลาดเคลื่อนในการอนุมาน หรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการตีความ

2. ชี้ให้เห็นความสัมพันธ์หรือจำแนกประเภทของเรื่องราวต่างๆ เช่น ข้อเท็จจริง ข้อสันนิษฐาน ข้อสมมติฐาน ข้อสรุป และแนวความคิด ฯลฯ ในเรื่องราวนั้นๆ ด้วยเหตุนี้ข้อคำถามที่ใช้ในระดับนี้โดยปกติแล้วมักจะเป็นการฝึกการใช้กระบวนการทางตรรกวิทยา

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบมาตรฐานที่มีผู้สร้างไว้แล้วและแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเองในกรณีที่แบบทดสอบมาตรฐานนั้นไม่สอดคล้องกับเป้าหมายของการวัด

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ซึ่งนิยามความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยนำหลักการของบลูมมาบูรณาการร่วมกับทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน แบ่งประเภทของเนื้อหาที่วัดออกเป็น 5 ด้าน คือ

1. ด้านการจำแนก หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ และเหตุการณ์ที่เหมือนกันและแตกต่างกันออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถระบุตัวอย่างหลักฐาน และลักษณะความเหมือน ความแตกต่างได้
2. ด้านการจัดหมวดหมู่ หมายถึง ความสามารถในการจัดประเภท จัดลำดับ จัดกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะเดียวกันเข้าด้วยกัน โดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน
3. ด้านการเชื่อมโยง หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร
4. ด้านการสรุป หมายถึง ความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้ได้
5. ด้านการประยุกต์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้หรือหลักการจากการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ สามารถคาดการณ์ พยากรณ์ คาดเดาสິงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

## 2.5 แนวทางการสอนการคิดวิเคราะห์

เบเยอร์ (Beyer, 1985: 279-303) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ในการเรียนการสอน ได้ดังนี้

1. แนะนำทักษะที่ฝึก
2. ผู้เรียนทบทวนกระบวนการ ทักษะ กฎและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับทักษะที่จะฝึก
3. ผู้เรียนใช้ทักษะเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนด
4. ผู้เรียนทบทวนสิ่งที่คิดหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในสมองขณะที่ทำกิจกรรม

ชาติ แจ่มนุช (2545: 54-55) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ไว้เป็นขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดสิ่งสำเร็จรูปสิ่งหนึ่งขึ้นมาเป็นตัวต้นเรื่อง เช่น ดิน น้ำ โคลง กลอนบทหนึ่ง รูปภาพ กราฟ บทความ เหตุการณ์ต่างๆ
2. กำหนดคำถามหรือปัญหาเพื่อค้นหาความจริงหรือความสำคัญต่างๆ เช่น ภาพนี้หรือกราฟนี้ต้องการสื่อหรือบอกอะไรที่สำคัญที่สุด

3. พินิจพิเคราะห์แยกแยะกระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อยๆ
4. ค้นหาความจริงหรือความสำคัญที่กำหนด
5. สรุปเป็นคำตอบ หรือตอบปัญหานั้นๆ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 11-17) ได้เสนอแนวคิดในการส่งเสริมพัฒนาการคิดเชิงวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดอย่างใคร่ครวญแสวงหาคำตอบอย่างมีเหตุผล การส่งเสริมพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ คือ การให้ผู้เรียนได้ค้นพบข้อเท็จจริงหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยอาศัยองค์ประกอบดังนี้

1. ส่งเสริมให้ตีความ การพยายามทำความเข้าใจ ให้เหตุผล การแปลความจากข้อมูลที่ยังไม่ครบ
2. ส่งเสริมให้แสวงหาความรู้ ความเข้าใจ หรือข้อมูลเป็นการตอบคำถาม แจกแจงจำแนก จัดลำดับหมวดหมู่ หาเหตุผล ความสัมพันธ์ ผลกระทบ
3. ส่งเสริมให้ช่างสังเกต สงสัย ช่างถาม เพื่อการค้นพบหาคำตอบ หาเหตุผล
4. ส่งเสริมให้หาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล เพื่อการตัดสินใจ แก้ปัญหา การประเมินค่าในเรื่องต่างๆ

ชาญชัย ยมดิษฐ์ (2548: 161) กล่าวว่าการสอนการคิดวิเคราะห์ ทำได้ 2 วิธี คือ

1. ใช้วิธีของสูตร WsH คือ
  - อะไร (what) มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง มีรายละเอียดอย่างไร
  - ใคร (who) ใครกันที่เป็นต้นเรื่อง เจ้าของเรื่อง บุคคลสำคัญของเรื่อง ผู้ได้รับผลกระทบทั้งทางบวกและทางลบ
  - ที่ไหน (where) สถานที่ หรือตำแหน่งแห่งหนที่ชัดเจน
  - เมื่อใด (when) ที่เหตุการณ์นั้นได้เกิดขึ้นหรือจะเกิดขึ้น
  - ทำไม (why) ทำไมหรือเพราะเหตุใดเรื่องนี้จึงเกิดขึ้น ทำไมแต่ละเหตุการณ์จะต้องเป็นไปอย่างนั้นอย่างนี้
  - อย่างไร (How) เป็นรายละเอียดในสิ่งที่ได้เกิดไปแล้ว หรือกำลังจะเกิดขึ้นว่า จะมีความเป็นไปได้ในลักษณะใด

2. ใช้กระบวนการเปรียบเทียบเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น เปรียบเทียบรูปภาพ การเปรียบเทียบ คะแนนตามเกณฑ์ (Criteria rating) และการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทั้งด้านการเงิน ด้านเทคนิค ด้านกำหนดเวลา การวิเคราะห์ตามอนุกรมเวลา

สุคนธ์ สินธพานนท์ วรรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และ พรณี สินธพานนท์ (2550: 24-26) ได้เสนอแนวทางการฝึกนักเรียนให้มีทักษะการคิด ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การสร้างแรงจูงใจให้แก่นักเรียนพร้อมที่จะเรียนรู้และเฝ้าต่อการคิด มีการจัดบรรยากาศในห้องเรียนที่เอื้อต่อการเรียนและฝึกการคิด มีการใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่โน้มน้าวจิตใจ เช่น การตั้งคำถาม การใช้เพลง คำขวัญ คำกลอน นิทาน ข่าว เกม เพื่อโยนเข้าสู่การฝึกทักษะการคิดช่วยให้นักเรียนมีความพร้อม กระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรม

2. ในการจัดการเรียนรู้ทุกกิจกรรม ครูควรมีบทบาทในการปลุกเร้าและเสริมแรงให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง รู้จักทำงานเป็นกลุ่ม
  3. ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ควรแทรกให้นักเรียนได้ฝึกการคิด เช่น กิจกรรมที่เกี่ยวกับการปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม ความมีระเบียบวินัย เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักรู้ถึงความสำคัญ ความจำเป็นและผลที่จะได้รับจากการปฏิบัติตามและไม่ปฏิบัติตาม
  4. ควรใช้วิธีสอน/เทคนิคการสอน/วิธีการจัดการเรียนรู้หลากหลายวิธี เพราะแต่ละวิธีนั้นจะส่งเสริมกระบวนการคิดของนักเรียนหลากหลายต่าง ๆ กันไป
  5. การใช้แหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษาเป็นที่เสาะแสวงหาความรู้และฝึกการคิดค้นหาคำตอบต่างๆ การค้นพบสิ่งต่างๆที่เป็นข้อมูลในเรื่องที่เรียนอย่างหลากหลายนั้น จะช่วยฝึกให้นักเรียนได้รู้จักแยกข้อมูลที่จริงหรือเท็จ รู้จักแยกข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยการคิดวิเคราะห์ ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกข้อมูลนั้นๆ เป็นการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง
  6. ครูจะต้องรู้จักฝึกกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิดในรูปแบบต่างๆ
  7. ครูควรกำหนดขั้นตอนของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมให้ชัดเจนว่าควรจะมีขั้นตอนการคิดวิเคราะห์อยู่ในตอนใดของการเรียนรู้
  8. ในการแบ่งกลุ่มนักเรียนในการทำกิจกรรมกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มต้องไม่มากเกินไป
  9. ครูอาจใช้วิธีวัดและประเมินผลได้หลากหลายรูปแบบ ได้แก่ วัดและประเมินผลจากแบบทดสอบความคิดที่มีรูปแบบต่างๆกัน เช่น สร้างสถานการณ์มาให้ให้นักเรียนคิดและตัดสินใจ การตอบคำถาม การนำข่าวหรือบทความมาให้วิเคราะห์ตามประเด็นที่กำหนด เป็นต้น
- จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทางการสอนการคิดวิเคราะห์สามารถทำได้ดังนี้
1. จัดบรรยากาศในห้องเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้และฝึกกระบวนการคิด
  2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการตีความ การจำแนกแยกแยะ การหาความสัมพันธ์ การให้เหตุผล
  3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดลักษณะความเป็นคนช่างสังเกต สงสัย ช่างถาม เพื่อการค้นพบหาคำตอบ หาเหตุผลหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล
  4. ให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง
  5. ใช้วิธีสอน/เทคนิคการสอน/วิธีการจัดการเรียนรู้หลากหลายวิธี

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

### งานวิจัยต่างประเทศ

ลัมพ์คิน (Lumpkin. 1991: 369-A) ได้ศึกษาผลการสอนทักษะการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษา ของนักเรียนระดับ 5 และ 6

ผลการวิจัยพบว่า เมื่อได้สอนทักษะการคิดวิเคราะห์แล้วนักเรียนระดับ 5 และ 6 มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ไม่ต่างกัน นักเรียนระดับ 5 ทั้ง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในวิชาสังคมไม่แตกต่างกัน สำหรับนักเรียนระดับ 6 ที่เป็นกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม

รีด (Reed. 1999: 3220-A) ได้ศึกษาผลของแบบจำลองการคิดอย่างมี

วิจรรณญาณ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในการคิดวิเคราะห์เอกสารจากแหล่งต่างๆ รวมทั้งแปลความหมาย การให้เหตุผลและการคิดอย่างมีวิจรรณญาณในการศึกษาวิชาประวัติศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการคิดเชิงประวัติศาสตร์ของนักศึกษาและการคิดอย่างมีวิจรรณญาณพัฒนาได้ดีขึ้นภายใน 1 ภาคเรียน
  2. ความรู้ในเรื่องประวัติศาสตร์จะพัฒนาดีขึ้นเมื่อได้รับการฝึกฝนการคิดอย่างมีวิจรรณญาณ เพศและวัยไม่ได้มีบทบาทสำคัญใดๆในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจรรณญาณ
- คลาค และคนอื่นๆ (Clark; et al. 2001: 811) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของหลักสูตรร่วมพีชคณิต/วิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดวิเคราะห์และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนิสิตมหาวิทยาลัยโอกลาโฮมา ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า
1. ทักษะการแก้ปัญหของนิสิตหลักสูตรพีชคณิต/วิทยาศาสตร์และนิสิตหลักสูตรพีชคณิตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ
  2. นิสิตหลักสูตรพีชคณิต/วิทยาศาสตร์มีทักษะการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น
  3. ทัศนคติในแง่บวกต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนิสิตหลักสูตรพีชคณิต/วิทยาศาสตร์มากกว่านิสิตหลักสูตรพีชคณิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บรอนสัน (Bronson. 2008: online) ได้ศึกษาความสามารถในด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาที่เรียนผ่านระบบทางไกลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและนักศึกษาที่เรียนในชั้นเรียนปกติผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และความสามารถในด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โกยาค (Goyak. 2009: online) ได้ศึกษาผลของเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อการรับรู้สภาพแวดล้อมในชั้นเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ของครูฝึกสอน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เรียนรู้แบบร่วมมือ 4 กลุ่มจากทั้งหมด 8 กลุ่มนั้น มีการรับรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและผลการประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและกลุ่มที่เรียนด้วยเทคนิคการบรรยายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

## งานวิจัยในประเทศ

บุญเชิด ชุมพล (2547: 48) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนอานวยวิทย์ พบว่า การจัดกิจกรรมหรือกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ สามารถคิดหาเหตุผลด้วยตนเองและคิดเป็นกลุ่มได้นั้น เป็นการฝึกให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาที่อาจจะต้องเผชิญในอนาคตได้อย่างสมเหตุสมผล

ณาทยา อุทัยรัตน์ (2549: 76-77) ศึกษาพัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียนต่างกันในโรงเรียนกลุ่มรัตนโกสินทร์ กรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนที่เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีที่ 5 และปีที่ 6 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในระดับปานกลางและความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะสูงขึ้น เมื่อเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้น เช่นเดียวกับนักเรียนที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียนทั้งระดับปานกลางและระดับสูงจะมีพัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มสูงขึ้นตามลำดับชั้นที่สูงขึ้นด้วย

อุษณีย์ เตரியมเชิดติวงศ์ (2549: 47-44) ได้ศึกษาผลการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์ที่มีต่อความสามารถในการจำแนกประเภทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทั้งกลุ่มที่ได้รับการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์และไม่ได้รับการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์มีความสามารถในการจำแนกประเภทเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มที่ได้รับการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์มีความสามารถในการจำแนกประเภทเพิ่มขึ้นมากกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กฤษฎา แก้วสิงห์ (2551: 110) ได้ศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีการวัดและประเมินควบคู่กับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ผลการเรียนรู้อื่นวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นหลังใช้การวัดและประเมินความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ควบคู่กับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุชาดา บันโถม (2551: 63-64) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนกลุ่ม 3 เขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลทางตรงต่อการคิดวิเคราะห์ ในวิชาคณิตศาสตร์ คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง คุณภาพการสอนของครู การอบรมเลี้ยงดูของครอบครัว และสภาพแวดล้อมของโรงเรียน



จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนสามารถพัฒนาได้ด้วยวิธีการสอนที่หลากหลาย ซึ่งต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดหาเหตุผลด้วยตนเอง เพื่อเป็นการฝึกสมรรถภาพทางสมองซึ่งจะช่วยในการพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning)

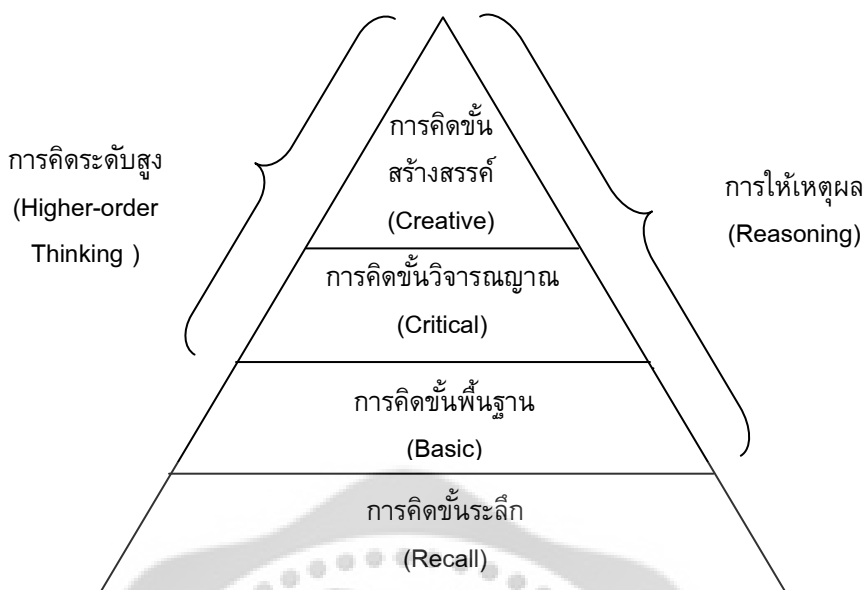
การให้เหตุผลเป็นทักษะกระบวนการหนึ่ง ที่เราใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน อยู่เสมอ เช่น การใช้เหตุผลในการเลือกซื้อสินค้า ในการเลือกใช้โปรโมชั่นโทรศัพท์มือถือ ในการเลือกเสื้อผ้าตามโอกาสต่างๆ เป็นต้น จึงได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของการให้เหตุผลไว้ ดังนี้

#### 3.1 ความหมายของการให้เหตุผล

ครูลิขิต และ รุذنิก (Krulik; & Rudnick. 1993: 3-5) อธิบายว่า การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิด โดยการคิด หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์และได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนต้องสร้างข้อคาดการณ์ หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผล อธิบายข้อสรุป และยืนยันข้อสรุปนั้น โดยได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ชั้น ได้แก่

1. ชั้นระลึกได้ (Recall) เป็นทักษะการคิดที่เป็นธรรมชาติเกือบเป็นอัตโนมัติ เป็นความสามารถในการระลึกข้อเท็จจริง
2. ชั้นพื้นฐาน (Basic) เป็นความเข้าใจความคิดรวบยอด เป็นประโยชน์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
3. ชั้นวิจารณ์ญาณ (Critical) เป็นความคิดที่ใช้ในการตรวจเชื่อมโยงและประเมินลักษณะทั้งหมดของการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การจำ การเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล เพื่อหาคำตอบที่มีเหตุผลได้
4. ชั้นสร้างสรรค์ (Creative) เป็นความคิดที่ซับซ้อน ความคิดระดับนี้เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่คิดหรือจินตนาการขึ้นเอง

โดยได้จัดให้การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดที่อยู่เหนือจากระดับชั้นระลึกได้ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ลำดับชั้นการคิดของครูลิกและรูดนิก

ที่มา: Krulik, S.; & Rudnick, J. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers*. p.3.

ครูลิก และรูดนิก อธิบายอีกว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน แต่ละขั้นตอน ที่แสดงในแผนภาพไม่ได้แยกออกจากกันอย่างสิ้นเชิง โดยแต่ละชั้นจะมีส่วนที่เหลื่อมล้ำทับซ้อนกัน บ้าง จากแผนภาพดังกล่าว จะเห็นว่าการให้เหตุผล จะอยู่ในการคิดขั้นพื้นฐาน ขั้นวิจารณ์ และขั้นสร้างสรรค์ สำหรับการคิดขั้นวิจารณ์ และการคิดอย่างสร้างสรรค์นั้น ครูลิก และรูดนิก เรียกว่า เป็นการคิดระดับสูง (Higher-order Thinking)

เลห์ตัน (Leighton. 2004: 11) อธิบายว่า การให้เหตุผล หมายถึง กระบวนการ ในการสร้างข้อสรุป โดยทุกสิ่งทุกอย่างที่เราทำและคิดจะเกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสรุป กล่าวคือ เมื่อเราเรียนรู้ วิเคราะห์ ตัดสิน สรุปอ้างอิง ประเมิน ฯลฯ เราจะต้องมีการสร้างข้อสรุปจากข้อมูลและความเชื่อของเราเสมอ

วรณ์ี ธรรมโชติ (2550: 3) ได้ให้ความหมายว่า การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่มนุษย์ ใช้สำหรับการแสวงหาความรู้ใหม่ๆ โดยการนำเอาความจริงอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ในระบบ ซึ่งเรียกว่า เหตุหรือข้อตั้ง (Premise) มาวิเคราะห์แจกแจงความสัมพันธ์ เพื่อให้เกิดความจริงอันใหม่ขึ้น ซึ่งเรียกว่า ผล หรือ ผลสรุป หรือ ข้อยุติ (Conclusion)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 45) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็น

ระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

จิตติมา ขอบเอียด (2551: 26) กล่าวว่า การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันข้อสรุปของเราว่าเป็นจริง หรือเป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด กฎเกณฑ์หรือความจริงนั้นๆ พร้อมทั้งสามารถที่จะยืนยันหรือคัดค้านข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

วิษณุ นภาพันธ์ (2551: 10) นิยามการให้เหตุผลว่า คือ การอธิบายหรือการแสดงหลักฐานที่ทำให้เราเชื่อในสิ่งใดสิ่งหนึ่งว่าเป็นจริง ซึ่งสร้างขึ้นจากการคิดที่อาศัยหลักตรรกวิทยาแล้วถ่ายทอดออกมาในรูปของภาษา

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2551: 19) ให้ความหมายของการให้เหตุผลว่า หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการอธิบายข้อสรุปด้วยข้อเท็จจริงต่างๆ โดยใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์และคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ ในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อยืนยันว่าข้อสรุปดังกล่าวนั้นจริง อีกทั้งยังส่งเสริมกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ และสามารถวางแผน ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

### 3.2 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

โอแดฟเฟอร์ (O'Daffer. 1990: 378) อธิบายว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างข้ออ้างอิงทั่วไป การวิเคราะห์และการหาข้อสรุปที่ถูกต้อง สมเหตุสมผลเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการที่สิ่งต่างๆ เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

กรีนวูด (Greenwood. 1993: 144) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับ การคิดเชิงคณิตศาสตร์ว่าหมายถึง ความสามารถในการเข้าใจแบบรูป หาสถานการณ์ร่วมของปัญหา ระบุข้อผิดพลาด และสร้างยุทธวิธีใหม่ การคิดเชิงคณิตศาสตร์ทำให้เกิดวิธีการเชิงระบบสำหรับปัญหาเชิงปริมาณที่เป็นผลของการเรียนรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการเน้นการเรียนรู้มากกว่าการมุ่งเพียงคำตอบหรือผลลัพธ์ ซึ่งถ้าสนับสนุนจุดเน้นนี้ให้เกิดขึ้นในการเรียนคณิตศาสตร์จะเป็นประโยชน์ไม่เพียงแต่การเรียนรู้ในเนื้อหาเท่านั้น แต่จะเกิดความสามารถในการคิดและการให้เหตุผลในตัวนักเรียนด้วย

โอแดฟเฟอร์ และธอร์นควิสต์ (O'Daffer; & Thornquist. 1993: 43) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งหมายถึงการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุป

ให้อยู่ในรูปทั่วไป หรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด พร้อมทั้งแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับแนวคิดนี้อย่างสมเหตุสมผล

อลิซ และชิเรล (Alice; & Shirel. 1999: 114) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาหรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้หากปราศจากการให้เหตุผล กล่าวได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

จิตติมา ชอบเอียด (2551: 28) ได้สรุปว่าการให้เหตุผล หมายถึง คือ การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันข้อสรุปของเราว่าเป็นจริง หรือเป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด กฎเกณฑ์หรือความจริงนั้นๆ พร้อมทั้งสามารถที่ยืนยันหรือคัดค้านข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

เปียทิพย์ เขาไข่แก้ว (2551: 11) ให้ความหมายการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการ การคิดและวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากการรวบรวมข้อเท็จจริงต่างๆ ทางคณิตศาสตร์แล้วหาข้อสรุป พร้อมทั้งยืนยัน หรือคัดค้านข้อสรุปนั้น อย่างสมเหตุสมผลในแต่ละขั้นตอนของการหาข้อสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 46) ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

พรรณทิภา ทองนวล (2554: 90) ได้สรุปว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวคิด หรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบอย่างสมเหตุสมผล จากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งแสดงขั้นตอนการให้เหตุผลที่ชัดเจนและสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการอธิบายแนวคิดในการหาคำตอบด้วยข้อเท็จจริง ข้อความ หลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ที่สมเหตุสมผล สามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องและแสดงขั้นตอนการให้เหตุผลได้อย่างชัดเจน

### 3.3 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะหนึ่งที่หลักสูตรคณิตศาสตร์ในปัจจุบันได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาความสามารถกับนักเรียน ดังที่นักการศึกษาและนักวิชาการได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้

สติกกินส์ (Stiggins. 1997: 6) อธิบายว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เพราะการทำความเข้าใจปัญหาโดยใช้เหตุผล ช่วยให้นักเรียนเป็นนักคิดที่ดี ในบางโอกาสเราต้องใช้

การให้เหตุผลในลักษณะการวิเคราะห์เพื่อจะดูว่าส่วนปลีกย่อยต่างๆ เข้ากับภาพโดยรวมของสิ่งนั้นหรือไม่ หรือในบางโอกาสเราต้องใช้การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจความเหมือนกับความแตกต่าง

รัสเซลล์ (Russell. 1999: 1) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่จะเข้าใจนามธรรมนั้น โดยการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่ใช้คิดเกี่ยวกับสมบัติต่างๆ ในทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาให้อยู่ในลักษณะของการอ้างอิง เพื่อให้สามารถใช้ข้อเท็จจริงที่เรียนรู้มาอ้างอิงไปยังสิ่งใหม่

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2001: 56) ได้กำหนดให้การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์เป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งได้อธิบายมาตรฐานหลักสูตรการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในชั้นก่อนอนุบาล-มัธยมศึกษาปีที่ 6 (Prekindergarten through Grade 12) ว่าควรจัดโปรแกรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถ

1. เห็นคุณค่าของการให้เหตุผลและการพิสูจน์ในฐานะที่เป็นลักษณะพื้นฐานของคณิตศาสตร์ได้

2. สร้างและสืบสวนสอบสวนข้อความคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้

3. พัฒนาและประเมินค่าข้อโต้แย้งและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ได้

4. เลือกและใช้การให้เหตุผล และวิธีการที่หลากหลายในการพิสูจน์ได้

สมวงษ์ แปลงประสพโชค (2544: คำนำ) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นเรื่องจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต ความเชื่อ การยอมรับ การโต้แย้ง ตลอดจนการตัดสินใจ ต้องอาศัยเหตุผลประกอบหากเหตุผลดี ถูกหลักการจะทำให้การตัดสินใจไม่ผิดพลาด นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานของการศึกษาหาความรู้ในศาสตร์อีกหลายสาขา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ รัฐศาสตร์ เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 45) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผลถือเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ เพราะเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่ยืนยันว่า การสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผล ดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ การสอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551: 54-56) กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ได้กำหนดความสำคัญให้การให้เหตุผลเป็นความสามารถหนึ่งที่สำคัญสำหรับนักเรียนทุกคน โดยกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีตัวชี้วัดด้านการให้เหตุผลในทุกระดับชั้น (ป.1-ม.6) กำหนดไว้ว่า นักเรียนต้องสามารถให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่หลักสูตรแกนกลาง 2551 ได้กำหนดไว้ว่าเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียน ซึ่งหากนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลประกอบแนวคิด การตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสมแล้ว นักเรียนจะสามารถเรียนรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ จดจำเนื้อหาได้เป็นอย่างดีและยาวนาน มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ทั้งการทำงานและการดำรงชีวิต อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานของการศึกษาหาความรู้ในศาสตร์อื่นๆ อีกหลายสาขาด้วย

### 3.4 รูปแบบของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

บาร์ดี (Baroody. 1993: 2-59) กล่าวว่า การให้เหตุผลแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ (Intuitive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่คนเรามีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะตัดสินใจ จึงตัดสินใจบนข้อมูลที่เห็นและตามความรู้สึก การให้เหตุผลแบบสหัชญาณจึงเป็นเหตุผลที่ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ปรากฏหรือข้อสันนิษฐาน ซึ่งทั้งสิ่งที่ปรากฏและข้อสันนิษฐานนี้อาจถูกหรือผิดก็ได้

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้การสังเกตเป็นพื้นฐานเพื่อค้นหาแบบรูปหรือสร้างข้อคาดการณ์แล้วสรุปเป็นกรณีทั่วไป มีผู้ให้ความหมายของการให้เหตุผลแบบอุปนัยในลักษณะที่คล้ายๆ กัน คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ช่วยให้คนเราสร้างหรือสรุปกฎจากประสบการณ์ เกิดจากการนำเสนอข้อมูลของสมาชิกบางส่วนมาสร้างเป็นนัยทั่วไปเกี่ยวกับสมาชิกตัวอื่นหรือสมาชิกทั้งหมดของเซต เป็นกระบวนการตั้งสมมติฐานที่เป็นกฎทั่วไปซึ่งแทนลักษณะร่วมกันของกลุ่มของวัตถุสิ่งของหรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะ การให้เหตุผลแบบอุปนัยจึงเป็นการหาสมบัติร่วมกัน หาแบบรูป กฎ และข้อสรุปจากตัวอย่างที่ต่างกัน

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการสรุปอย่างสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของข้อตกลงหรือกฎ ซึ่งยอมรับว่าเป็นจริงแล้ว หรือที่เรียกว่าเหตุ สามารถกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลเชิงนิรนัยมีลักษณะตรงข้ามกับการให้เหตุผลแบบอุปนัย เพราะการให้เหตุผลแบบอุปนัยมีจุดเริ่มจากกรณีเฉพาะไปสู่ข้อสรุปที่เป็นกรณีทั่วไป ในขณะที่การให้เหตุผลแบบนิรนัยมีทิศทางตรงกันข้าม คือ จะใช้ความรู้กรณีทั่วไปในการแก้ปัญหากรณีเฉพาะ เชื่อกันว่าการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือได้มากที่สุด เนื่องจากเป็นการให้เหตุผลที่สร้างบนพื้นฐานทางตรรกศาสตร์

สติกกินส์ (Stiggins. 1997: 260-262) ได้จำแนกการให้เหตุผลหลักๆ 3 แบบ ได้แก่ การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ การให้เหตุผลในการประเมิน โดยได้อธิบายไว้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ (Analytical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยพิจารณาส่วนย่อยหรือส่วนประกอบ ซึ่งประกอบกันเป็นสิ่งนั้นๆ เป็นการศึกษาลึกลงในส่วนย่อยๆ

เมื่อต้องการศึกษาสิ่งนั้นอย่างลึกซึ้งก็ใช้การวิเคราะห์เพื่อศึกษารายละเอียด หรือในกรณีที่ต้องการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องอาศัยการวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา แล้วนำความรู้และการให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นๆ

2. การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ (Comparative Reasoning) เป็นกระบวนการศึกษา ว่าสิ่งนั้นๆ มีอะไรที่เหมือนกัน มีอะไรที่ต่างกัน ในบางโอกาสเราต้องศึกษาส่วนที่ต่างกัน บางโอกาสเราต้องศึกษาส่วนที่เหมือนกัน การใช้การให้เหตุผลวิธีนี้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบอย่างลึกซึ้ง มีข้อตกลงอย่างชัดเจนว่าอย่างไรที่ถือว่าเหมือนกัน อยางไรถือว่าต่างกันก่อนที่จะทำการเปรียบเทียบ

3. การให้เหตุผลในการประเมิน (Evaluative Reasoning) เป็นการใช้เหตุผลประเมินเมื่อเราตัดสินคุณค่าหรือความถูกต้องโดยใช้เหตุผล อาศัยความสมเหตุสมผลเป็นเครื่องตัดสิน

นอกจากนี้สติภิกษิณส์ยังได้กล่าวถึงการให้เหตุผลในลักษณะอื่นๆ อีก ได้แก่

การสังเคราะห์ (Synthesizing) เป็นการนำข้อมูลต่างๆ มาหลอมรวมเป็นข้อสรุป หรือเป็นการนำข้อมูลจากหลายๆ แหล่งมาทำความเข้าใจและหาข้อสรุป เช่น การสอนแบบเป็นหัวเรื่อง (Thematic) ที่นำการให้เหตุผลและความรู้จากหลายๆ สาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษา มาบูรณาการให้การให้เหตุผลมาแก้ปัญหาทางสังคมหรือทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

การจำแนก (Classifying) เป็นการจัดแบ่งประเภท เช่น การจำแนกประเภทของพืช ประเภทของสัตว์ ซึ่งการจำแนกในลักษณะนี้ผู้จำแนกต้องรู้จักแต่ละประเภทที่ต้องการจำแนกเป็นอย่างดี และอาศัยการให้เหตุผลในการจำแนก

การอนุมาน (Inferential) เป็นการให้เหตุผลให้ได้มาเป็นผลผลิต เช่น ได้หลักการข้อสรุปเป็นการหากรณีทั่วไปจากหลักฐาน กล่าวคือ ใช้ความจริงจากกรณีหนึ่งๆ นำไปสู่กฎหรือหลักการทั่วไป และในทางกลับกันการให้เหตุผลที่อ้างอิงกฎหรือกรณีทั่วไปเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ก็ถือเป็นการให้เหตุผลแบบอนุมาน

กรีนเนส และฟินเดลล์ (Greenes; & Findell. 1999: 128) ได้จำแนกการให้เหตุผลออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเชิงตรรกที่เริ่มต้นด้วยประโยคหรือเหตุใหญ่ในรูปทั่วไป เพื่อนำไปสู่การสรุปในกรณีเฉพาะ ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าถึงการให้เหตุผลเชิงนิรนัยนี้ได้ เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาที่ให้พวกเขาได้สร้างข้อสรุปจากข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ทั้งที่อยู่ในรูปของคำพูด ไดอะแกรม กราฟ หรือตาราง

2. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากกรณีเฉพาะหลายๆ กรณี โดยระบุนความสัมพันธ์จากกรณีย่อยๆ เหล่านั้น เพื่อสร้างเป็นข้อสรุปที่อยู่ในรูปทั่วไปของความสัมพันธ์ดังกล่าว

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ และคนอื่นๆ (2545: 69-70) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลไว้ว่า การให้เหตุผล มี 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลโดยกำหนดให้หรือยอมรับเหตุเป็นจริงนั้น คือ เหตุที่ตั้งขึ้นบังคับให้เกิดผลลัพธ์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ซึ่งจะสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลจะต้องตรวจสอบความสมเหตุสมผลนั้น

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการใช้ประสบการณ์ย่อยๆ หลายๆ ตัวอย่างหรือการคาดคะเนในการสรุปผลนั้น คือเหตุที่จะตั้งขึ้นเป็นการเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งที่เกิดขึ้นแล้วสรุปซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ อาจไม่สอดคล้องกับเหตุการณ์ เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้ อาจเป็นจริงหรือไม่เป็นจริงก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 46-60) ได้จำแนกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ เป็นการให้เหตุผลที่มาจากการใช้ความรู้ที่มีมาแต่กำเนิดหรือสามัญสำนึก เช่น เมื่อน้ำตาลทรายกำลังจะขึ้นราคา น้ำตาลทรายมักจะขาดตลาด ชาวบ้านและแม่ค้ามักรีบสะสมน้ำตาลทรายในราคาเดิมก่อนขึ้นราคา หรือในวันที่ฝนตกตอนเช้า คนในเมืองใหญ่มักเดินทางออกจากบ้านเร็วกว่าปกติ เพราะคิดว่าการจราจรน่าจะติดขัดมากกว่าวันที่ฝนไม่ตกตอนเช้า เป็นต้น

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือการทดลองหลายๆ ครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแบบรูปที่จะนำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเชื่อว่า น่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง มีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริงและยังไม่พบข้อขัดแย้งเรียกข้อสรุปนั้นว่า “ข้อความคาดการณ์” ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**ตัวอย่างที่ 1** โรงเรียนก้าวหน้าวิทยา เป็นโรงเรียนประจำตำบลแห่งหนึ่ง ที่ทำการเกษตรเพื่อโครงการอาหารกลางวัน เด็กชายแสนดีเป็นนักเรียนของโรงเรียนนี้ เขาสังเกตว่า ทุกๆ วันพุธซึ่งผ่านมา 5 สัปดาห์แล้ว เขาได้รับประทานแกงจืดผักกาดขาวและไข่เจียวหมูสับเป็นอาหารกลางวัน เขาจึงสรุปเป็นข้อความคาดการณ์ว่า ทุกๆ วันพุธ เขาจะได้รับประทานแกงจืดผักกาดขาวและไข่เจียวหมูสับเป็นอาหารกลางวัน

**ตัวอย่างที่ 2** แก้วตาสังเกตว่า ในวันที่โรงเรียนเปิด คุณครูนวลศรีซึ่งมีบ้านอยู่ท้ายซอย จะขับรถผ่านบ้านของแก้วตาไปโรงเรียนทุกเช้า ประมาณ 7.00 น. แต่วันนี้สายแล้ว แก้วตายังไม่เห็นคุณครูนวลศรีขับรถไปโรงเรียน แก้วตาจึงสรุปเป็นข้อความคาดการณ์ว่า วันนี้เป็นวันที่โรงเรียนหยุด

และหากต้องการยืนยันว่าข้อความคาดการณ์นั้นเป็นจริงหรือไม่ ก็ต้องสืบเสาะค้นหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนให้มากพอหรือแสดงเหตุผลที่ทำให้ยอมรับได้ว่าข้อความคาดการณ์นั้นเป็นจริง ในทางคณิตศาสตร์ เรายืนยันว่าข้อความคาดการณ์เป็นจริงโดยการแสดงหรือการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถ้าแสดงหรือพิสูจน์ได้ว่า ข้อความคาดการณ์เป็นจริงในกรณีทั่วไป ข้อความคาดการณ์ นั้นจะเป็น “ทฤษฎีบท” ในทางตรงกันข้าม ถ้าสามารถยก “ตัวอย่างค้าน” ได้ แม้เพียงกรณีเดียว ข้อความคาดการณ์นั้นจะเป็นเท็จทันที



3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่ยกเอาสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ อ้างจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ โดยมีองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ

**ส่วนที่ 1 เหตุหรือสมมติฐาน** หมายถึง สิ่งที่เป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ ได้แก่ คำอธิบาย บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบทที่พิสูจน์แล้ว กฎ หรือสมบัติต่างๆ

**ส่วนที่ 2 ผลหรือผลสรุป** หมายถึง ข้อสรุปที่ได้จากเหตุหรือสมมติฐาน โดยทั่วไป เหตุหรือสมมติฐานของการให้เหตุผลแบบนิรนัย มักประกอบด้วย “เหตุกรณีทั่วไป” และตามด้วย “เหตุกรณีเฉพาะ” ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกรณีทั่วไป และเหตุกรณีเฉพาะ ก่อให้เกิด “ผลหรือผลสรุป” ถ้าเหตุทำให้เกิดผลหรือผลสรุปเสมอ เราเรียกว่า เป็น “การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล” ในทางตรงกันข้าม ถ้าเหตุไม่ทำให้เกิดผลหรือผลสรุปเสมอ เราเรียกว่าเป็น “การให้เหตุผลที่ไม่สมเหตุสมผล” ขอเสนอตัวอย่างการพิจารณาการให้เหตุผล เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ ดังนี้

#### ตัวอย่างที่ 1

**เหตุ :** 1. จำนวนคู่ คือ จำนวนเต็มหารด้วย 2 ลงตัว

2. 36 หารด้วย 2 ลงตัว

**ผล :** 36 เป็นจำนวนคู่

ในการให้เหตุผลแบบนิรนัยข้างต้น เรามี

ข้อความ “จำนวนคู่ คือ จำนวนเต็มหารด้วย 2 ลงตัว” เป็น “เหตุกรณีทั่วไป”

ข้อความ “36 หารด้วย 2 ลงตัว” เป็น “เหตุกรณีเฉพาะ”

ข้อความ “36 เป็นจำนวนคู่” เป็น “ผลสรุปเฉพาะ”

เมื่อเรายอมรับ “เหตุ” ว่าเป็นจริง นั่นคือ ยอมรับว่า “จำนวนคู่ คือ จำนวนเต็มหารด้วย 2 ลงตัว” และ “36 หารด้วย 2 ลงตัว” เป็นจริงแล้ว การสรุปว่า “36 เป็นจำนวนคู่” จึงเป็นการสรุปที่ถูกต้อง ดังนั้น การให้เหตุผลนี้ถือว่าการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล

#### ตัวอย่างที่ 2

**เหตุ :** 1. ผู้ที่เรียนกฎหมายทุกคนเป็นคนมีเหตุผล

2. วัลลภเรียนกฎหมาย

**ผล :** วัลลภเป็นคนมีเหตุผล

ในการให้เหตุผลแบบนิรนัยข้างต้น เรามี

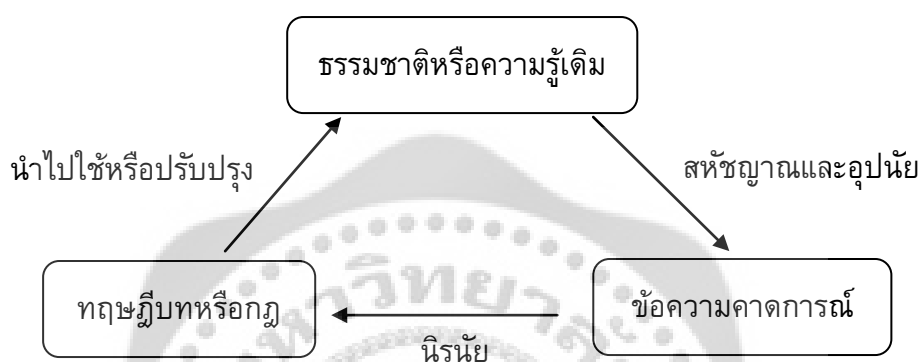
ข้อความ “ผู้ที่เรียนกฎหมายทุกคนเป็นคนมีเหตุผล” เป็น “เหตุกรณีทั่วไป”

ข้อความ “วัลลภเรียนกฎหมาย” เป็น “เหตุกรณีเฉพาะ”

ข้อความ “วัลลภเป็นคนมีเหตุผล” เป็น “ผลสรุปเฉพาะ”

ซึ่งเหตุการณ์ทั่วไปที่ว่า “ผู้ที่เรียนกฎหมายทุกคนเป็นคนมีเหตุผล” ไม่เป็นจริงเสมอ ทำให้ผลสรุปที่ว่า “วัลลภเป็นคนมีเหตุผล” จึงอาจเป็นจริงหรือเท็จก็ได้ ดังนั้น การให้เหตุผลนี้ถือว่าเป็นการให้เหตุผลที่ไม่สมเหตุสมผล

อย่างไรก็ตาม การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ การให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัย อาจเป็นกระบวนการที่สืบเนื่องกัน โดยเฉพาะในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ได้ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กระบวนการให้เหตุผลแบบสหัชญาณ แบบอุปนัยและแบบนิรนัย

ตามภาพประกอบ 3 เมื่อเราสังเกตข้อมูลจากธรรมชาติหรือด้วยความรู้เดิมที่มีอยู่ เราอาจพบปัญหาหรือคำถามที่อยากหาคำตอบ แรกๆ อาจใช้การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ มาช่วยแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ได้เป็นคำตอบคร่าวๆ ที่อาจจะใช้แก้ปัญหาได้ดีในบางกรณี ต่อไปเมื่อทำการสังเกตหรือทดลองหลายๆ ครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อค้นหาแบบรูป ซึ่งจะนำไปสู่ข้อสรุปหรือคำตอบที่เชื่อว่า น่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง มีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริง ก็เป็นการใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัย มาช่วยสร้างข้อความคาดการณ์ที่เป็นกรณีทั่วไป หลังจากนั้น ก็ใช้สิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้การให้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์อ้างอิงจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริง เพื่อยืนยันว่า ข้อความคาดการณ์นั้นเป็นจริง ก็เป็นการให้เหตุผลแบบนิรนัย ทำให้ได้ทฤษฎีบทหรือกฎ แล้วนำกลับไปใช้ในธรรมชาติหรือปรับปรุงขยายความรู้เดิมให้กว้างขวางหรือลึกซึ้งมากขึ้น ไม่ว่าจะในเนื้อหาเดิมหรือเนื้อหาใหม่ก็ตาม ต่อจากนั้นก็อาจกลับไปเริ่มต้นวงจรใหม่จากการสังเกตข้อมูลจากธรรมชาติหรือด้วยความรู้เดิมที่มีอยู่ เข้าวงจรตามแผนภูมิต่อไป

อัมพร ม้าคอง (2553: 50-53) อธิบายว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีหลายลักษณะ ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงตรรก (Logical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ใช้การคิดเชิงตรรกประกอบด้วย การให้เหตุผล 2 ประเภท ต่อไปนี้

1.1 การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลตามการคิดจากข้อเท็จจริงย่อย โดยการสังเกตลักษณะร่วมที่สำคัญหรือแบบแผนของสิ่งที่พบเพื่อนำไปสู่กฎเกณฑ์หรือหลักการทั่วไป การให้เหตุผลแบบนี้จึงใช้ข้อมูลที่เป็นจริงจากข้อมูลย่อยๆ ไปสู่ข้อสรุปหรือความจริงทั่วไป หรือเป็นการมองเห็นตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง แล้วให้เหตุผลสรุปความสัมพันธ์ในรูปแบบทั่วไปของตัวอย่างเหล่านั้น หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการหาความสัมพันธ์จากสมาชิกบางส่วนในกลุ่ม เพื่ออ้างอิงไปใช้กับสมาชิกส่วนอื่นของกลุ่มเดียวกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$\begin{array}{l} \text{เมื่อทราบว่า} \\ \text{และ} \\ \text{ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า} \end{array} \begin{array}{l} 2^2 \times 2^3 = 2^5 \\ 3^1 \times 3^3 = 3^4 \\ (-5)^2 \times (-5)^4 = (-5)^6 \\ a^m \times a^n = a^{m+n} \end{array}$$

เมื่อ  $a$  เป็นจำนวนจริงใดๆ  $m$  และ  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวก

1.2 การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลตามการคิดจากกฎเกณฑ์ หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไปไปสู่ข้อเท็จจริงย่อย การให้เหตุผลแบบนี้จึงเป็นการใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎหรือหลักเกณฑ์ทั่วไปที่ยอมรับกันว่าเป็นจริง โดยมีการพิสูจน์มาแล้วเป็นหลักในการหาข้อสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎหรือเกณฑ์นั้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เมื่อทราบว่า  $\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}$  เมื่อ  $a$  เป็นจำนวนจริง  $n$  เป็นจำนวนเต็ม  
ที่มากกว่า 1 และ  $a$  มีรากที่  $n$  เป็นจริงตามบทนิยาม

$$\text{จึงสรุปว่า } \sqrt[3]{8} \text{ มีค่าเท่ากับ } 8^{\frac{1}{3}} \text{ หรือ } 2$$

2. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยใช้ความคิดเกี่ยวกับสัดส่วน ทั้งสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและตัวเลขและข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น การหาค่าที่หายไป การเปรียบเทียบจำนวน การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วน เป็นต้น

3. การให้เหตุผลเชิงตัวเลข (Numerical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข แบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

3.1 การระบุค่าของตัวแปร เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับที่มาของค่าตัวแปรจากปัญหาสัดส่วน เช่น เก่งกับแก้วว่ายน้ำด้วยอัตราเร็วเท่ากัน ถ้าเก่งใช้เวลา 18 วินาที ในการว่ายน้ำ 100 เมตร แก้วจะใช้เวลากี่วินาที ในการว่ายน้ำ 150 เมตร ถ้าให้  $x$  เป็นตัวแปรแทนเวลาที่แก้วใช้ จะได้สัดส่วน  $\frac{18}{100} = \frac{x}{150}$  และจากการแก้ปัญหาค่าสัดส่วน จะได้ค่าของตัวแปร หรือ  $x$  เป็น 27 วินาที

3.2 การเปรียบเทียบเชิงตัวเลข เป็นการให้เหตุผลจากการเปรียบเทียบ อัตราส่วนหรือเศษส่วน เช่น นิดซื้อไข่ไก่ 3 ฟอง 10 บาท น้อยซื้อไข่ไก่ขนาดเดียวกัน 5 ฟอง 16 บาท แสดงว่าน้อยซื้อไข่ไก่ราคาฟองละ  $\frac{16}{5}$  บาท ซึ่งถูกกว่าราคาฟองละ  $\frac{10}{3}$  บาท ที่นิดซื้อ

4. การให้เหตุผลเชิงปริภูมิ (Spatial Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับ มิติสัมพันธ์ หรือสิ่งที่ปรากฏในมิติต่างๆ เช่น ภาพสองมิติ หรือ ทรงสามมิติ และการให้เหตุผลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตทั้งในมิติเดียวกันและมิติต่างกัน รวมถึงการให้เหตุผลเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นภาพหรือทรงมิติต่างๆ เพื่อความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น

จากรูปแบบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีนักการศึกษาได้แบ่งไว้ สามารถสรุป รูปแบบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ เป็นความสามารถในการอธิบายแนวคิดในการหา ข้อสรุปต่าง ๆ ด้วยความรู้เดิม ที่ได้มาจากการสะสมประสบการณ์ โดยอาศัยการตัดสินใจบนข้อมูลที่ เห็นและตามความรู้สึก หรือสามัญสำนึก

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นความสามารถในการอธิบายแนวคิดในการหา ข้อสรุปต่าง ๆ ด้วยการสังเกตรูปเป็นพื้นฐาน ในการค้นหาแบบรูปหรือลักษณะร่วมกันของกลุ่ม ของวัตถุสิ่งของหรือเหตุการณ์ ที่มีลักษณะเฉพาะ เพื่อสร้างข้อคาดการณ์แล้วจึงสรุปเป็นกรณีทั่วไป ซึ่งเชื่อว่าน่าจะเป็นจริงแต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริง

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นความสามารถในการอธิบายแนวคิดในการหา ข้อสรุปต่าง ๆ ในกรณีเฉพาะที่สมเหตุสมผล ด้วยข้อตกลงหรือกฎที่ยอมรับแล้วว่าเป็นจริงโดยไม่ต้อง พิสูจน์

### 3.5 แนวทางการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นการสอนที่เน้นให้ นักเรียนใช้เหตุผลเพื่อแสวงหาความรู้และค้นหาคำตอบต่างๆด้วยตนเอง โดยมีนักการศึกษาได้เสนอ แนวทาง ดังนี้

แบรนด์ (Brandt. 1984: 3) ได้แสดงทัศนะในการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิด การคิดอย่างมีระบบและมีเหตุผลมากขึ้น โดยได้กล่าวไว้ 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนเพื่อให้อคิด (Teaching for Thinking) การสอนตามแนวทางนี้เน้น ในด้านการสอนเนื้อหาวิชา โดยมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนเพื่อเพิ่มความสามารถในการคิด ของนักเรียน

2. การสอนการคิด (Teaching of Thinking) การสอนตามแนวทางนี้มีจุดเน้น เกี่ยวกับกระบวนการทางสมองที่นำมาใช้ในการคิดโดยเฉพาะ โดยเน้นไปที่ทักษะการคิดหรือ แนวทางที่สอนทักษะการคิดโดยตรง แนวทางการสอนนั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายแนวทาง ตามความเชื่อพื้นฐานของผู้ที่จัดสร้างแนวการสอน

3. การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thinking) การสอนตามแนวทางนี้เป็นแนวทางที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยมุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่เป็นการคิดของตนเองโดยไม่รู้ตนเองกำลังคิดอะไร ต้องการรู้อะไร และในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้นตนเองรู้อะไรและไม่รู้อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้จะช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเองอันก่อให้เกิดทักษะที่เรียกว่า การสังเคราะห์ความคิด (Metacognition) ของตนเอง แนวทางการสอนเกี่ยวกับการคิดนี้เริ่มเป็นที่สนใจของนักการศึกษาทั่วไปเพิ่มขึ้นโดยเชื่อว่าเป็นแนวทางที่ทำให้ นักเรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ในขณะที่ทำการคิด ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนเองได้เพื่อหาแนวทางการแก้ไขได้ตรงจุด

กาโรฟาโล และเท็ตวา (Garofalo; & Mtetwa. 1993: 16-18) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า ครูต้องจัดบรรยากาศที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง บรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว หากแต่ต้องเป็นบรรยากาศที่สนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ โดยอาจแสดงเหตุผลด้วยวาจา ด้วยการเขียนที่ใช้ภาษาง่ายๆ หรือใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นจริง

มอลลอย (Malloy. 1999: 13) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลในระดับมัธยมศึกษา โดยเสนอให้ผู้สอนใช้แนวทางการสืบสอบ (Inquiry Approach) ในการส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับบริบทของปัญหา และเชื่อมโยงปัญหากับเนื้อหา และความรู้ทางคณิตศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ก: 18) ได้ให้หลักการในการพัฒนา การให้เหตุผลว่ามีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. ควรจัดประสบการณ์ให้สม่ำเสมอทุกระดับชั้น
  2. การให้เหตุผลสามารถพัฒนาได้ โดยสอดแทรกทุกหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม
  3. ระดับการให้เหตุผล ควรให้สอดคล้องกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน
  4. การให้เหตุผล ควรจัดให้ได้มีประสบการณ์อย่างสม่ำเสมอ ตั้งแต่วัยก่อนอนุบาลจนถึงระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งควรปลูกฝังให้เกิดเป็นนิสัย
  5. ควรให้นักเรียนได้ตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล
  6. ควรจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้ส่งเสริมการฝึกการให้เหตุผล
- นอกจากจะต้องคำนึงถึงหลักการต่างๆแล้ว สิ่งที่ครูควรดำเนินการมีดังนี้

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

2. ปรับแนวคิดในการสอน การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล สามารถทำควบคู่ไปกับการสอนได้ทุกอย่างโดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดเองมากขึ้น เช่น จัดให้มีการอภิปราย ถามให้นักเรียนเล่าความคิด ชี้แจงเหตุผลประกอบ ซึ่งเป็นการแสดงเหตุผลอย่างง่าย ๆ เพื่อให้นักเรียนได้เคยชินกับการคิดอย่างมีเหตุผล และการชี้แจงนี้จะเป็นโอกาสให้นักเรียนได้ย้อนกลับมาพิจารณาแนวคิดของตนเอง ทำความเข้าใจให้แจ่มชัดขึ้น และปรับแต่งแนวคิดได้อย่างมีเหตุผล ตลอดจนประเมินเหตุผลของผู้อื่นว่าควรเชื่อถือหรือไม่ เมื่อนักเรียนแสดงเหตุผล ครูควรอาศัยการสรุปเหตุผลของนักเรียน ปรับแต่งเหตุผลนั้นให้รัดกุม เพื่อให้นักเรียนได้ซึมซับวิธีการให้เหตุผลที่ดี

3. จัดกิจกรรมเพิ่มเติม ครูควรเพิ่มกิจกรรมนอกเหนือจากการสอนปกติ เช่น จัดให้มีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ไม่ใช่เฉพาะโจทย์ปัญหาในหนังสือเรียนเท่านั้น ให้มีการสร้างแบบรูปเอง หรือการพิจารณาแบบรูปที่กำหนดให้ ให้นักเรียนได้นำคณิตศาสตร์ไปใช้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ เป็นต้น

อัมพร ม้าคนอง (2553: 50) เสนอแนะว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ ครูควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์ และบริบทอื่นๆ รวมทั้งควรพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป จะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร” โดยครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผลไม่เฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น ซึ่งการให้นักเรียนได้อธิบาย ชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้เด็กได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนเอง และที่สำคัญคือ นักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจถูกต้องของสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง มากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

พรรณทิภา ทองนวล (2554: 105) ได้สรุปว่า ครูมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยในการจัดการเรียนรู้นั้น ครูต้องจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรม และคำถามที่กระตุ้นต่อการคิดให้เหตุผลของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ในการประเมินผล ครูควรประเมินการให้เหตุผลจากกิจกรรมที่ทำ การพูดชี้แจงเหตุผล หรือการแสดงเหตุผลในการทำแบบทดสอบ

จากแนวทางที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า ครูควรจัดบรรยากาศ กิจกรรม และคำถามที่ส่งเสริมและฝึกให้เหตุผลของนักเรียน จัดกิจกรรมเพิ่มเติม ให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ โดยสามารถสอดแทรกทุกหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม

### 3.6 การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ครูลีค และรูดนิก (Krulik; & Rudnick. 1996: 8-9) อธิบายถึงเทคนิคการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสังเกต โดยครูควรเดินรอบๆ ห้อง เพื่อสังเกตความสามารถในการให้เหตุผลขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาในกลุ่มเพื่อนในห้องเรียน

2. การทดสอบ ไม่ควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบแต่ควรเป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล เพื่อดูการตัดสินใจของนักเรียน ซึ่งควรเป็นคำถามปลายเปิด

สเตอร์นเบิร์ก (Sternberg. 1999: 37) ได้เสนอแนวคิดว่า ในการพัฒนาทักษะและประเมินการให้เหตุผลของผู้เรียน ผู้สอนควรต้องคำนึงถึงกระบวนการทางปัญญา 5 ชั้น คือ การระบุปัญหา การสร้างกลวิธีเพื่อแก้ปัญหา การสร้างมโนภาพจากข้อมูลในปัญหา การวางแผนและการจัดการทรัพยากรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และการกำกับและประเมินคำตอบ

อัครยา สังขจันทร์ (2543: 102) ได้กล่าวถึง หลักการสำคัญของกระบวนการเรียนการสอน เป็นสิ่งที่ผู้สอนจำเป็นต้องตระหนักรู้เสมอ เพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ของความพยายามที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผลเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความสามารถทางการให้เหตุผล โดยได้กล่าว ถึงวิธีการประเมินความสามารถในการให้เหตุผล ดังต่อไปนี้

#### วิธีการประเมิน

1. การสอบไม่สำคัญเท่ากับการกระตุ้น ให้นักเรียนใฝ่รู้และคิดเป็น
2. มีวิธีการวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดให้เหตุผลที่เหมาะสมกับ

รูปแบบการเรียนการสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ก: 50-52) ได้กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผล นอกจากจะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลแล้ว ผู้ประเมินควรคำนึงถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้ด้วย

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

ในการประเมินผลควรจะคำนึงถึงจุดมุ่งหมายในการประเมินว่าประเมินเพื่ออะไร เช่น

- ประเมินเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ เพื่อให้รู้ว่านักเรียนพร้อมที่จะเรียนคณิตศาสตร์เรื่องนั้นๆ หรือไม่ เพื่อนำมาใช้คาดการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนแล้วนำมาออกแบบกิจกรรม การประเมินเพื่อจุดประสงค์ในลักษณะนี้ จะประเมินด้วยการวิเคราะห์ เก็บข้อมูลเป็นรายละเอียดในแง่มุมต่างๆ ตามที่ต้องการทราบ

- ประเมินเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผล การประเมินเพื่อจุดประสงค์นี้อาจใช้การให้คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ซึ่งครูอาจใช้การประเมินแบบองค์รวม โดยใช้เกณฑ์ที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วหรืออาจตั้งเกณฑ์ขึ้นเอง จากประสบการณ์จริงที่พบได้จากนักเรียน

ในการประเมินความสามารถด้านการให้เหตุผล จะใช้วิธีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) เพื่อมุ่งหวังที่จะขจัดปัญหาที่จะเกิดจากการให้คะแนน ป้องกันความลำเอียงและเสริมสร้างความเป็นธรรม ตลอดจนสร้างระบบการประเมินที่จะนำไปสู่การพัฒนา ทั้งนี้ อาจเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งรายละเอียดของเกณฑ์จะขึ้นกับบริบทของเรื่องและระดับชั้นเรียนนั้นๆ โดยทั่วไปอาจกำหนด ดังนี้

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) โดยทั่วไป โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ก: 50-52)

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
0 / ไม่พยายาม	- ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ / แนวคิดไม่ถูกต้องเลย
1 / ต้องปรับปรุง	- มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ หรือมีข้อบกพร่องมากกว่า 2 แห่ง
2 / พอใช้	- เสนอแนวคิดได้สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ แต่มีข้อบกพร่อง 2 แห่ง
3 / ดี	- มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ มีข้อบกพร่องเพียง 1 แห่ง
4 / ดีมาก	- มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551: 60) อธิบายถึงการประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่บรรจุไว้ในหลักสูตร โดยครูสามารถประเมินได้จากกิจกรรมที่นักเรียนทำ จากแบบฝึกหัด จากการเขียนอนุทิน หรือข้อสอบที่เป็นคำถามปลายเปิดที่ให้โอกาสนักเรียนแสดงความสามารถ

กล่าวโดยสรุป การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน นักเรียน ประเมินได้โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยที่มีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์ (Rubric) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนโดยนำเกณฑ์การประเมินของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ก: 50-52) มาปรับปรุงเพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น



### 3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

#### งานวิจัยต่างประเทศ

แลนนิน (Lannin. 2001: Online) ได้ศึกษาพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในการให้เหตุผลที่มีความชัดเจนและการให้เหตุผลที่ต่อเนื่องเพื่อตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นจากการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการพัฒนาและอธิบายสถานการณ์ในรูปทั่วไปของตัวเลข และชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องและบกพร่องในการให้เหตุผลที่ชัดเจนและการให้เหตุผลที่ต่อเนื่อง

คริสโตว์ และปาปาจีออจิว (Christou; & Papageorgiou. 2006: 55-66) ได้ศึกษาโครงสร้างของการให้เหตุผลเชิงอุปนัยที่ได้บังคับใช้ในหลักสูตรของนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยศึกษา ความสามารถด้านความรู้ของนักเรียนที่จะสรุปความเหมือนหรือความต่างระหว่างคุณสมบัติและความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนที่ได้เขียนไว้ โดยเก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ 5 จำนวน 135 คน ในประเทศไซปรัส การวิเคราะห์ที่วิจัยในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยนำไปสู่ข้อสรุปด้านความรู้ 6 กระบวนการที่ค้นพบความเหมือนหรือความแตกต่างในคุณสมบัติหรือและความสัมพันธ์ ซึ่งสามารถนำมาใช้สำหรับการหาผลลัพธ์ของปัญหาคณิตศาสตร์เชิงอุปนัย และยังเป็นประโยชน์ในการกำหนดพื้นฐานทางทฤษฎีสำหรับการออกแบบหลักสูตรและการกำหนดโปรแกรมในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์อีกด้วย

ฮาลเพิร์น และพูเซลลา (Halpern; & Pucella. 2007: Abstract) ได้ศึกษาเรื่องการแสดงถึงลักษณะพิเศษและการให้เหตุผลเกี่ยวกับการคาดหมายความน่าจะเป็นและความไม่น่าจะเป็น โดยได้นำข้อแนะนำทางตรรกศาสตร์สำหรับการให้เหตุผลเกี่ยวกับการคาดหมาย กล่าวว่า เป็นวิชาที่ว่าด้วยความหมายของคำขึ้นอยู่กับความเป็นตัวแทนที่เป็นพื้นฐานของความไม่แน่นอน โดยได้ให้สัมบูรณ์ที่สมบูรณ์สำหรับตรรกศาสตร์ในรายการที่การเป็นตัวแทนที่เป็นพื้นฐานเป็นความน่าจะเป็น จัดให้เป็นขอบเขตของความน่าจะเป็น ความคิดเห็นเกี่ยวกับฟังก์ชัน และขอบเขตที่เป็นไปได้ พวกเขาได้แสดงการหาเหตุผลว่าเป็นการแสดงออกมามากกว่าการหาเหตุผลที่สอดคล้องกันสำหรับ การให้เหตุผลเกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปได้ในรายการของกลุ่มของขอบเขตความน่าจะเป็น แต่เฉพาะในรายการของความน่าจะเป็น ความเชื่อและความเป็นไปได้ อย่างไรก็ตาม พวกเขาได้แสดงสิ่งที่สอดคล้องกับความสามารถในหลายๆ ด้านสำหรับการหาเหตุผลเหล่านี้ในส่วนที่สมบูรณ์

ไอดิน และฮาแลท (Aydin; & Halat. 2009: 151-164) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับอุดมศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงเรขาคณิตของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันในวิชาเรขาคณิต โดยนักศึกษากลุ่มแรกได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นระดับชั้นการเรียนรู้เรขาคณิตของแวนฮิลลี ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นตรรกะและการพิสูจน์ กับนักศึกษากลุ่มที่สองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรขาคณิตตามแบบปกติ

มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มจำนวน 149 คน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นระดับชั้นการเรียนรู้เรขาคณิตของแวนฮิลีมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแบบปกติ นอกจากนี้ยังพบอีกด้วยว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นระดับชั้นการเรียนรู้เรขาคณิตของแวนฮิลีมีสหสัมพันธ์ทางบวกต่อการเขียนการพิสูจน์

ยานเคเลวิทซ์ (Yankelewitz. 2009: abstract) ได้ทำการศึกษาว่า รูปแบบการให้เหตุผล แบบใดที่นักเรียนนำมาใช้ในกิจกรรมเกี่ยวกับความเข้าใจทางเศษส่วน ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1-4 ที่เรียนเรื่องเศษส่วน โดยเน้นการให้เหตุผล การสรุปข้อโต้แย้งและการพิสูจน์โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการบันทึกภาพไว้ถึง 46 ครั้งในขณะที่นักเรียนทำงาน และผู้วิจัยได้จัดบันทึกขณะสังเกตการให้เหตุผลของนักเรียนระหว่างการเรียนถึง 17 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 60-80 นาที จากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการใช้รูปแบบการให้เหตุผลที่หลากหลาย และสิ่งแวดล้อมในการเรียนมีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนได้ จึงนับได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการให้เหตุผล การสรุปข้อโต้แย้งและการพิสูจน์ เป็นกลวิธีที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-4

#### งานวิจัยในประเทศ

อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ (2548: 57-62) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการ การให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาผลการเรียนของนักเรียนจากการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการ การให้เหตุผล ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการ การให้เหตุผล มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01

จิตติมา ขอบเอียด (2551: 89-96) ได้ทำการเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง การประยุกต์ 2 ผลการศึกษาพบว่า หลังการใช้ปัญหาปลายเปิด นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .01

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2551: 187-201) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง โดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษา และศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า ในด้านทักษะการให้เหตุผล นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลอง

มากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01 และจากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผลมากที่สุด โดยที่นักเรียนสามารถตอบคำถามถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้เกือบสมบูรณ์ โดยเหตุผลที่แสดงนั้นชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีการใช้การเปรียบเทียบหรือมีการมองแนวโน้มจากข้อมูลนอกเหนือ จากการมองเพียงตัวเลขหรือความสูงของกราฟ เมื่อให้อ่านข้อมูลเปรียบเทียบข้อมูล วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลที่กำหนดให้ หรือเมื่อให้อธิบายถึงคำตอบที่กำหนดให้

พรรณทิภา ทองนวล (2554: 194-208) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทำการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนเรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ผลการศึกษาพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้จัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จะช่วยพัฒนากระบวนการคิด การให้เหตุผล และการตัดสินใจในการลงข้อสรุปของนักเรียน ทำให้นักเรียนจะสามารถเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ แก้ปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตจริง ทั้งการทำงานและการดำรงชีวิต รวมถึงยังส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นอีกด้วย โดยการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม ได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ ทั้งกิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมรายบุคคล เหล่านี้ล้วนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนวัดสังเวช แขวงวัดสามพระยา เขตพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 93 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดผู้เรียนของแต่ละห้องแบบ คละความสามารถ

##### การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนวัดสังเวช แขวงวัดสามพระยา เขตพระนคร จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจากนักเรียนทั้งหมด 3 ห้องเรียนแล้วจับสลากเลือกมา 1 ห้องเรียน

##### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 16 คาบ ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น

- |   |             |
|---|-------------|
| 1. รูปเรขาคณิตสามมิติ                               | จำนวน 4 คาบ |
| 2. ปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยและทรงกลม | จำนวน 5 คาบ |
| 3. พื้นที่ของปริซึมและทรงกระบอก                     | จำนวน 2 คาบ |
| 4. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิว และปริมาตร         | จำนวน 5 คาบ |

##### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาในการทดลองสอน 16 คาบ คาบละ 50 นาที ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 2 คาบ และทดสอบหลังเรียน (Post-test) 2 คาบ รวม 20 คาบ

## การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 1 ชุด เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ

### ขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนวัดสังเวช

1.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.3 ศึกษาคู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

1.4 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้

1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน จำนวน 16 คาบ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	ปริซึมและพีระมิด	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	ทรงกระบอก กรวยและทรงกลม	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	ปริมาตรของปริซึมและพีระมิด	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	ปริมาตรของทรงกระบอกและกรวย	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	ปริมาตรของทรงกลม	จำนวน 1 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	พื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก	จำนวน 2 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตร	จำนวน 3 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิว	จำนวน 2 คาบ

ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย

1.5.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

1.5.2 สาระสำคัญ

1.5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.3.1 ด้านความรู้

1.5.3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1.5.3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.5.4 สาระการเรียนรู้

1.5.5 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1.5.5.1 ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาหรือระบปัญหา

1.5.5.2 ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา

1.5.5.3 ขั้นที่ 3 ขั้นศึกษาค้นคว้า

1.5.5.4 ขั้นที่ 4 การสังเคราะห์ข้อมูล

1.5.5.5 ขั้นที่ 5 สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

1.5.6 ชิ้นงาน/ภาระงาน

1.5.7 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1.5.8 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

1.5.9 บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย ผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหาอุปสรรค ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณา จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดกับกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้องเพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.7 แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะต่างๆตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ การปรับจุดประสงค์การเรียนรู้ในส่วนของคุณลักษณะอันพึงประสงค์ให้สอดคล้องกับคุณลักษณะของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การปรับกิจกรรมบางกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลา และการแก้ไขคำศัพท์หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

**2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์** ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 1 ชุด เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยแบ่งเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการจำแนก ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการเชื่อมโยง ด้านการสรุปและด้านการประยุกต์

2.2 ศึกษาทฤษฎี นิยาม เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.3 เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ตามคุณลักษณะที่ต้องการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ชุด จำนวน 40 ข้อ โดยสร้างให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

2.6 แก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามคำแนะนำแล้วนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมถึงความครอบคลุมของคำถาม โดยพิจารณาจากค่า IOC โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 จำนวน 35 ข้อ

2.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน และเคยเรียนเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.8 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำ โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกัน

2.9 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 210-212; อ้างอิงจาก Fan. 1952: 6-32) จากนั้นเลือกแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก(r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.28 – 0.77 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 – 0.61

2.10 นำแบบทดสอบที่ได้คัดเลือกแล้วจำนวน 20 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยเรียนเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน

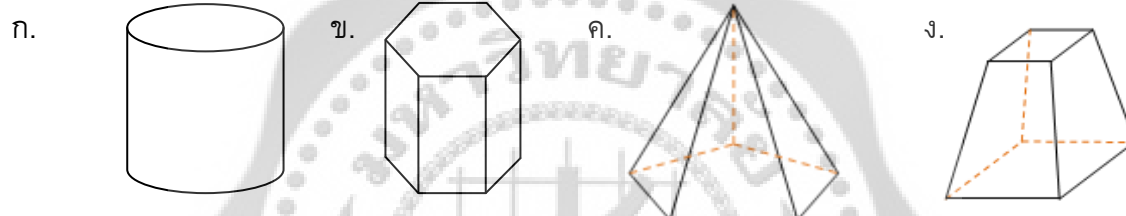
100 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (ลัวิน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 215) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 แล้วนำเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัตรก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.11 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สมบูรณ์แล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

0. รูปเรขาคณิตสามมิติข้อใดต่อไปนี้มีลักษณะของปริซึม (การจำแนก)



**ตอบ** ข้อ ข.

00. สิ่งของข้อใดใช้วิธีการหาปริมาตรเหมือนกัน (การจัดหมวดหมู่)

- ก. กระบอกข้าวหลาม และกรวยกระดาษ    ข. กรวยกระดาษ และลูกฟุตบอล  
ค. กระบอกข้าวหลาม และลูกฟุตบอล    ง. กระบอกข้าวหลาม และกระป๋องกาแฟ

**ตอบ** ข้อ ง.

000. ถ้าพีระมิดและปริซึมมีฐานที่เท่ากันทุกประการและสูงเท่ากัน ค่ากล่าวข้อใดถูกต้อง (การเชื่อมโยง)

- ก. ปริมาตรของพีระมิดเท่ากับ  $\frac{1}{2}$  ของปริมาตรปริซึม  
ข. ปริมาตรของพีระมิดเท่ากับ  $\frac{1}{3}$  ของปริมาตรปริซึม  
ค. ปริมาตรของพีระมิดเท่ากับ  $\frac{1}{4}$  ของปริมาตรปริซึม  
ง. ปริมาตรของพีระมิดเท่ากับ  $\frac{2}{3}$  ของปริมาตรปริซึม

**ตอบ** ข้อ ข.

0000. ก่อสร้างใส่ขนมก๋วยเตี๋ยวหนึ่งมีฐานสองฐานเป็นรูปวงกลม และเมื่อตัดก๋วยเตี๋ยวตามระนาบที่ขนานกับฐานหน้าตัดที่ได้เป็นรูปทรงกลมที่เท่ากันทุกประการกับฐาน ก๋วยเต๋วดังกล่าวมีลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติในข้อใด (การสรุป)



- |              |           |
|--------------|-----------|
| ก. พีระมิด   | ข. กรวย   |
| ค. ทรงกระบอก | ง. ปริซึม |

**ตอบ** ข้อ ค.

00000. สายใจต้องการทำสี่เสาสองต้น ต้นหนึ่งเป็นทรงกระบอกมีรัศมีที่ฐานยาว 21 เซนติเมตร และเสาทรงปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีฐานยาวด้านละ 21 เซนติเมตร ถ้าเสาทั้งสองสูง 2 เมตรเท่ากัน จะต้องทำสี่ทั้งหมดกี่ตารางเซนติเมตร (การประยุกต์)

- |           |           |
|-----------|-----------|
| ก. 86,400 | ข. 43,200 |
| ค. 26,400 | ง. 16,800 |

**ตอบ** ข้อ ข.

### 3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 10 คะแนน โดยใช้เวลา 50 นาที ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาแนวคิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 168-208) แล้วนำหลักการวัดและเกณฑ์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะงานของผู้วิจัย ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.2 ศึกษาแบบเรียน คู่มือครู หลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบ และแนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยสร้างแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 10 ข้อ

3.4 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากเกณฑ์การให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 168-208)

3.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นจำนวน 10 ข้อพร้อมเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 9 ข้อ แล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข

3.6 แก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตามข้อเสนอแนะ ได้แก่ การปรับภาษาให้เข้าใจง่ายสำหรับนักเรียน และกระชับมากขึ้น จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย

3.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน และเคยเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีและซาเบอร์ส (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 199-201; อ้างอิงจาก Whitney; & Sabers. 1970) โดยเลือกแบบทดสอบเฉพาะข้อที่มีค่าความง่าย ( $P_E$ ) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้ค่าความง่าย ( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.38 – 0.65 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.40 – 0.84

3.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยอีก 1 คน ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบตามเกณฑ์ จากนั้นนำคะแนนของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.98 แสดงว่าการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดมีความเชื่อถือได้

3.9 นำผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกแล้วจำนวน 5 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัย โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 218) โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัยเท่ากับ 0.95 แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

## ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

## ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ข้อ 0. ไบบัวต้องการทำขนมเทียนซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยมีฐานยาวด้านละ 4 เซนติเมตร สูง 6 เซนติเมตร จำนวน 50 ห่อ ถ้าขนมเทียนแต่ละห่อใช้แป้งประมาณ  $\frac{3}{4}$  ของเนื้อขนม อยากทราบว่าไบบัว จะต้องใช้แป้งในการทำขนมเทียนทั้งหมด กี่กิโลกรัม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
1. อธิบายแนวคิดหรือแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบ ระดับ 4 / ดีมาก	อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบ จากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจนและสมเหตุสมผล
3 / ดี	อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบ จากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน
2 / พอใช้	อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
1 / ต้องปรับปรุง	อธิบายแนวคิด หรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบด้วยวิธีการที่ไม่ถูกต้อง
0 / ไม่มีความพยายาม	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ หรือไม่ได้อำนาจ

## ตาราง 3 (ต่อ)

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
<p>2. แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล</p> <p>ระดับ 4 / ดีมาก</p> <p>3 / ดี</p> <p>2 / พอใช้</p> <p>1 / ต้องปรับปรุง</p> <p>0 / ไม่มีความพยายาม</p>	<p>แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลที่ถูกต้อง ชัดเจน</p> <p>แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลที่ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน</p> <p>แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลได้ถูกต้องเพียงบางส่วน</p> <p>แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลไม่ถูกต้อง</p> <p>ไม่ได้แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลที่ชัดเจนหรือไม่ได้ทำ</p>
<p>3. สรุปคำตอบได้ถูกต้อง</p> <p>ระดับ 2 / ดี</p> <p>1 / พอใช้</p> <p>0 / ต้องปรับปรุง</p>	<p>สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์</p> <p>สรุปคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน ไม่ครบถ้วน</p> <p>สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการสรุปคำตอบที่ได้</p>

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการตามแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 249) โดยมีแผนภาพ ดังตาราง 5

ตาราง 4 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

T<sub>1</sub> แทน การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง (Pre-test)

T<sub>2</sub> แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Post-test)

### ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนวัดสังเวช เขตพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างวันที่ 28 สิงหาคม 2555 ถึง 22 กันยายน 2555

2. ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันและปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง

3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดสังเวช เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้ เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อย่างละ 50 นาที รวมเวลา 100 นาที

4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งใช้เวลาในการสอน 16 คาบ คาบละ 50 นาที
5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานครบแล้ว ทำการทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง แล้วบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest) โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างละ 50 นาที รวมเวลา 100 นาที
6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

### การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples
2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample
3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples
4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

#### สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

##### 1. สถิติพื้นฐาน

- 1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550:

33)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณได้จากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 60)

$$s = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	$s$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$X$	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## 2. สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 248-249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	$N$	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 210-212; อ้างอิงจาก Fan. 1952: 6-52)

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

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนี้ถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$r_{p.bis} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_f}{s_t} \cdot \sqrt{pq}$$

เมื่อ	$r_{p.bis}$	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$\bar{X}_p$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนี้ถูก
	$\bar{X}_f$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนี้ผิด
	$s_t$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบ ทั้งฉบับ
	p	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนี้ถูก
	q	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนี้ผิด หรือ 1-p

2.3 หาค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีย์และซาเบอร์ส ซึ่งแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 25% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วแทนค่าในสูตร (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 199-201; อ้างอิงจาก Whitney; & Sabers. 1970)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$P_E$	แทน	ดัชนีค่าความง่าย
	$S_U$	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน



$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$S_U$	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร KR- 20 คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 197-198)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	N	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ $1-p$
	$s_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่

$$s_t^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n^2}$$

เมื่อ	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 218)

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

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$s_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$s_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่ 
$$s_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$s_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่ i
	$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ i
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

และ 
$$s_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$s_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 312)

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r	แทน	ความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนที่ตรวจโดย ผู้วิจัยกับคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

### 3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้ค่าสถิติแบบ t-test for Dependent Samples (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 179)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; \quad df = n-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลัง และก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ ทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ แต่ละคู่ยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ ทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดย ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สูตร t-test for One Sample (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550: 134)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผลจากการทดลอง และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
K	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม)
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest - Posttest Design ข้อมูลที่ได้สามารถแสดงค่าสถิติ โดยจำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา ได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	35	20	6.63	3.41	
หลังการทดลอง	35	20	15.20	2.59	19.82**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 34)} = 2.441$ )

จากตาราง 5 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ผลปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	$\mu_0$ (70%)	t
หลังการทดลอง	35	20	15.20	2.59	14	2.73**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 34)} = 2.441$ )

จากตาราง 6 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.00

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	35	50	9.97	2.04	
หลังการทดลอง	35	50	38.86	4.18	47.53**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 34)} = 2.441$ )

จากตาราง 7 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรกับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ผลปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรกับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	$\mu_0$ (70%)	t
หลังการทดลอง	35	50	38.86	4.18	35	5.51**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 34)} = 2.441$ )

จากตาราง 8 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 38.86 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.72

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์

#### สมมุติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

## วิธีดำเนินการวิจัย

### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนวัดสังเวช แขวงวัดสามพระยา เขตพระนคร จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจากนักเรียนทั้งหมด 3 ห้องเรียนแล้วจับสลากเลือกมา 1 ห้องเรียน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 1 ชุด เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนวัดสังเวช เขตพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างวันที่ 28 สิงหาคม 2555 ถึง 22 กันยายน 2555
2. ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันและปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดสังเวช เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้ เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อย่างละ 50 นาที รวมเวลา 100 นาที
4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งใช้เวลาในการสอน 16 คาบ คาบละ 50 นาที
5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานครบแล้ว ทำการทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง แล้วบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest) โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบหลัง

เรียนเพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
อย่างละ 50 นาที รวมเวลา 100 นาที

6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และ  
แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์  
ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติ t-test  
for Dependent Samples

2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดย  
ใช้สถิติ t-test for One Sample

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน  
โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับเกณฑ์  
(ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

#### สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับ  
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัด  
การเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัด  
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.00

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับ  
การจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70  
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 38.86 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.72

## อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการจัดเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากวิธีดั้งเดิม ที่นักเรียนคุ้นชิน เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ใช้การตั้งคำถามหรือปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นและกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดความสนใจอยากรู้ เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนจำได้นาน เกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้แนะตนเองได้ ดังที่ ทิศนา แคมมณี (2545: 136) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือ ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหา จริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา ผูกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและ แก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจนได้ ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของแม็คคาร์ที (McCarthy. 2001: Online) ที่ได้ทำการทดลองสอนด้วยวิธีการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดเรื่อง ทศนิยม โดยทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 12 กลุ่มเล็ก ๆ ในเวลา 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 45 นาที โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วในตัว of นักเรียน และมีการวิเคราะห์ว่าการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร ซึ่งจาก หลักฐานการบันทึกวิดีโอชี้ให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ ตลอดเวลาที่ได้ พยายามหาวิธีแก้ปัญหา โดยนักเรียนใช้ภาษาพูดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้เกี่ยวกับทศนิยมที่ตัวนักเรียน มีอยู่ก่อนแล้ว และความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับทศนิยมอย่างถูกต้อง และยัง สอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจมาศ เทพบุตรดี (2550: 103-109) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน (PBL) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยม ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 แต่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกัน

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการ จัด การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.00 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

2.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาหรือการกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยจากในการคิดวิเคราะห์จากการฝึก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญเชิด ชุมพล (2547: 48) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนอานวยวิทย์ พบว่า การจัดกิจกรรมหรือกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ สามารถคิดหาเหตุผลด้วยตนเองและคิดเป็นกลุ่มได้นั้น เป็นการฝึกให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาที่อาจจะต้องเผชิญในอนาคตได้อย่างสมเหตุสมผล และยังพบรายงานอีกว่า จากผลการวิจัยของ อุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์ (2549: 47-44) ซึ่งให้เห็นถึงการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์ในด้านความสามารถในการจำแนกประเภทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์มีความสามารถในการจำแนกประเภทเพิ่มขึ้นมากกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ผู้วิจัยใช้การเสริมแรงเชิงบวก ด้วยการชมด้วยวาจา ทำให้นักเรียนรู้สึกภูมิใจในตนเองมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการเรียนรู้ของมนุษย์ที่สกินเนอร์ (Skinner) ได้ทำการศึกษาและพบว่า การเสริมแรงเป็นตัวแปรสำคัญในการเปลี่ยนพฤติกรรม หรือการเรียนรู้ของนักเรียน พฤติกรรมใดที่ได้รับแรงเสริม นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมนั้นออกมาอีก ดังนั้นครูที่ดีจะต้องสามารถจัดสภาพของการเรียนการสอน เพื่อให้ให้นักเรียนได้รับแรงเสริมเมื่อการเรียนรู้ได้เกิดขึ้น (สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2548: 193) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสุชาติดา บันโณม (2551: 63-64) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนกลุ่ม 3 เขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลทางตรงต่อการคิดวิเคราะห์ ในวิชาคณิตศาสตร์ คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง คุณภาพการสอนของครู การอบรมเลี้ยงดูของครอบครัว และสภาพแวดล้อมของโรงเรียน

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

3.1 การใช้ปัญหาหรือคำถามเป็นตัวกระตุ้นการคิดให้เหตุผลของนักเรียน เป็นตัวแทนของสิ่งที่นักเรียนต้องเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนสนใจที่จะได้เรียนรู้และเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ผ่านกระบวนการฝึกการคิดอย่างสมเหตุสมผล มองเห็นภาพความรู้และวิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจนขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแบรนต์ (Brandt. 1984: 3) ที่กล่าวว่า การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching About Thinking) เป็นการสอนตามแนวทางที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยมุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเองที่กำลังคิดอะไร ต้องการรู้อะไร และในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้น

ตนเองรู้อะไรและไม่รู้อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้จะช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเอง อันก่อให้เกิดทักษะที่เรียกว่า การสังเคราะห์ความคิด (Metacognition) ของตนเอง และเป็นแนวทางที่ทำให้นักเรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ในขณะที่ทำการคิด ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนเองได้เพื่อหาแนวทางการแก้ไขได้ตรงจุด และสอดคล้องกับคำกล่าวของอัมพร ม้าคอง (2553: 50) ที่ว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ ครูควรพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป จะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร” โดยครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผลไม่เฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พรรณทิภา ทองนวล (2554: 194-208) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทำการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ผลการศึกษาพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้จัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูด อธิบาย และแสดงเหตุผลของตนเพื่อแสดงแนวคิดของตนอยู่เป็นประจำ รู้จักเชื่อมโยงบริบทต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งนักเรียนได้รับประสบการณ์จากการตอบคำถามของครูหรือการอภิปรายในกลุ่มเล็ก จึงทำให้นักเรียนมีได้ฝึกการให้เหตุผลอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ก: 18) ที่ได้กล่าวถึงหลักการในการพัฒนาการให้เหตุผลว่ามีหลักการที่สำคัญ คือ ควรจัดประสบการณ์ให้สม่ำเสมอทุกระดับชั้น สอดแทรกทุกหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสมและควรจัดจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้ส่งเสริมการฝึกการให้เหตุผล และสอดคล้องกับ มอลลอย (Malloy, 1999: 13) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลในระดับมัธยมศึกษา โดยเสนอให้ผู้สอนใช้แนวทางการสืบสอบ (Inquiry Approach) ในการส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับบริบทของปัญหา และเชื่อมโยงปัญหากับเนื้อหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับกาโรฟาโล และเท็ตวา (Garofalo; & Mtetwa, 1993: 16-18) ที่ว่า ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น ครูต้องจัดบรรยากาศที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง บรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว หากแต่ต้องเป็นบรรยากาศที่สนับสนุนส่งเสริม ให้นักเรียนได้พูด อธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ โดยอาจแสดงเหตุผลด้วยวาจา ด้วยการเขียนที่ใช้ภาษาง่าย ๆ หรือใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นจริง

4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 38.86 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.72 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาหรือการกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้และฝึกการให้เหตุผลด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและคุ้นเคยในการให้เหตุผลในสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แลนนิ (Lannin, 2001: Online) ที่ได้ศึกษาพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในการให้เหตุผลที่มีความชัดเจนและการให้เหตุผลที่ต่อเนื่องเพื่อตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นจากการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการพัฒนาและอธิบายสถานการณ์ในรูปแบบต่างๆไปของตัวเลข และชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องและบกพร่องในการให้เหตุผลที่ชัดเจนและการให้เหตุผลที่ต่อเนื่อง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อารีย์ ศรีเดือน (2547: 85) พบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

### ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ครูผู้สอนจะต้องอธิบายถึงแต่ละขั้นตอนให้เข้าใจผู้เรียนอย่างชัดเจนในคาบแรก และในกิจกรรมแต่ละกิจกรรม ครูผู้สอนต้องใช้เวลาแก่ผู้เรียนในการทำความเข้าใจปัญหา เพื่อที่ผู้เรียนได้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดียิ่งขึ้น
2. นักเรียนสามารถเรียนรู้ในส่วนโจทย์ปัญหา ได้ดีกว่าในส่วนของการค้นพบสูตรการหาพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่ง การใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนจะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไปตามลำดับ และทำให้นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับปัญหาเพื่อให้นักเรียนค้นพบความรู้
3. เนื่องจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มผู้เรียนที่เรียนอ่อนจะไม่ชอบแสดงความคิดเห็น ครูผู้สอนจะต้องเข้าไปแนะนำให้ผู้เรียนที่เรียนเก่งคอยชักจูงและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างการทำกิจกรรมให้มาก และยังเป็นการทำให้ผู้เรียนที่เรียนเก่งรู้จักการเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ และช่วยเหลือผู้อื่น
4. ในการทำกิจกรรมต่างๆ ถ้าครูผู้สอนมีการเสริมแรงด้วยการให้ของรางวัลในบางครั้ง นอกเหนือจากการชมเชยจะทำให้นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นเป็นพิเศษและเพิ่มความสุขสนุกสนานในการทำกิจกรรมยิ่งขึ้น



5. ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาด้วยตนเองตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทำกิจกรรม ซึ่งจะทำให้นักเรียนตื่นตัวอยู่เสมอและเกิดการเรียนรู้ในกิจกรรมนั้นได้อย่างดี

### ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาครั้งต่อไป ดังนี้

#### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูผู้สอนจะต้องเตรียมตัวในการสอนเป็นอย่างดี เพื่อประโยชน์แก่ผู้เรียนและครูผู้สอน
2. ในการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียนครูควรให้ความใส่ใจให้ทั่วถึงในชั้นเรียน ให้คำปรึกษากับนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรม และครูจะต้องใช้น้ำเสียงที่อ่อนโยนเวลาให้คำปรึกษาและน้ำเสียงที่สนุกสนานเวลาที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรมในชั้นเรียน
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะเกิดประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ถ้าผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนที่มีความสามารถในด้านต่าง ๆ ช่วยออกแบบกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสามารถด้านนั้น ๆ โดยครูคอยให้คำแนะนำ ซึ่งจะทำให้กิจกรรมการเรียนรู้นั้นตรงศักยภาพของนักเรียนและมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น
4. ครูผู้สอนควรกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมต่าง ๆ อย่างพอเหมาะ มิฉะนั้นจะทำให้กิจกรรมใช้เวลาจนเกินไป
5. ครูผู้สอนพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายตั้งคำถาม เพื่อพัฒนาทางการคิดวิเคราะห์

#### ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ ได้แก่ ทักษะการสื่อสารสื่อความหมาย และการนำเสนอ และทักษะความคิดสร้างสรรค์ ให้กับนักเรียนในแต่ละระดับชั้น และในเนื้อหาอื่น ๆ หรืออาจแทรกในส่วนที่เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาของแต่ละเนื้อหา
2. ควรมีการเปรียบเทียบผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ หรือกับวิธีการสอนอื่นๆ
3. ควรมีการศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านอื่น ๆ เช่น ความมีวินัย หรือ ความมุ่งมั่นในการทำงาน เป็นต้น



ขอนแก่น

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.  
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤษฎา แก้วสิงห์. (2551). *การศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีการวัดและประเมินควบคู่กับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์  
โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 4*. ปรินิพนธ์ กศ.ม.  
(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.
- กุลยา ตันติผลชีวะ. (2548, มกราคม). *การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน*. *สารานุกรม  
ศึกษาศาสตร์*. หน้า 77-84. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *การคิดเชิงวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: ชัคเชส มีเดีย.
- จิตติมา ชอบเอียด. (2551). *การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการ  
สื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินิพนธ์ กศ.ม.  
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิตรานนท์ คำชนแดน. (2548). *สนุกกับการท่องสูตรคูณด้วยท่าทางอย่างสร้างสรรค์*. ใน *เอกสาร  
การประชุมสาธิตวิชาการ ครั้งที่ 1 จาก LAB SCHOOL สู่... REAL WORLD วันที่ 3-4  
พฤษภาคม พ.ศ. 2548 ณ หอประชุมพอขุนรามคำแหงมหาวิทยาลัยรามคำแหง*.  
หน้า 136-140. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ฉวีวรรณ เศวตมาลย์; และคนอื่นๆ. (2545). *ชุดปฏิรูปการเรียนรู้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
พ.ศ. 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ม.4- ม.6*. กรุงเทพฯ:  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชาญชัย ยมดิษฐ์. (2548). *เทคนิคและวิธีการสอนร่วมสมัย*. กรุงเทพฯ: หลักพิมพ์.
- ชาติ แจ่มนุช. (2545). *สอนอย่างไรให้คิดเป็น*. กรุงเทพฯ: เลียงเชียง.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ:  
เทพเนรมิตการพิมพ์.
- เชิดศักดิ์ ตันภูมิ. (2550). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพหุระดับกับความสามารถในการ  
ใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขต  
พื้นที่การศึกษาดุรธานี เขต 1*. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ณัฐภาส ถาวรวงษ์. (2551). การประเมินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL) ของรายวิชาพรีคลินิก หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ปรินท์งานพิมพ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณาดยา อุทัยรัตน์. (2549). พัฒนาการความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านการเรียนต่างกัน ในโรงเรียนกลุ่มรัตนโกสินทร์ กรุงเทพมหานคร. ปรินท์งานพิมพ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทองจันทร์ หงส์ลัดดารมภ์. (2537). “การเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก”. ในเอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในหลักสูตรต่าง ๆ , 12-17. ภูเก็ต: ม.ป.พ.
- ทิสนา แคมมณี. (2540). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2545). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2551). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แคมมณี และคนอื่นๆ. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ธนวัฒน์ สุวรรณจรัส. (2546). PBL เบื้องต้น (Introducing PBL). กรุงเทพฯ: ฝ่ายประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นภา หลิมรัตน์. (2540, กันยายน-ธันวาคม). PBL คืออะไร. วารสารส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอน. 6(1): 12-14.
- นิพล นาสมบูรณ์. (2536). ผลของการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเชิด ชุมพล. (2547). การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนอานวยวิทย. ปรินท์งานพิมพ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- เบญจมาศ เทพบุตรดี. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- เป็ยทิพย์ เขาไข่แก้ว. (2551). ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่เน้นการให้เหตุผลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณทิภา ทองนวล. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิจิตร อุดตะโปน. (2550). ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนสภรณ์ วิฑูรเมธา. (2544, มกราคม-มิถุนายน). การเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Learning / PBL). วารสารรังสิตสารสนเทศ. 7(1): 57-69.
- มัทธรา ธรรมบุศย์. (2549, มกราคม). การส่งเสริมกระบวนการคิด โดยใช้ยุทธศาสตร์ PBL. วิทยาจารย์. 105 (3): 42-45.
- (2545, กุมภาพันธ์). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning). วารสารวิชาการ. 5(2) : 11-17.
- มาลินี ศิริจारी. (2545). การเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนไฮเปอร์เท็กซ์และบทเรียนสื่อประสมในวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เมธาวี พิมวัน. (2549). ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิฑกุล. (2539). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- (2545). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2545). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รังสรรค์ ทองสุกนอก. (2547). *ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem-Based Learning) เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- . (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- . (2540). *สถิติวิทยาทางการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วรรณิ ธรรมโชติ. (2550). *หลักการคณิตศาสตร์*. สงขลา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- วิชา เล่าเรียนดี. (2547) *เทคนิคการจัดการเรียนการสอนและการนิเทศการสอน.:*  
*โครงการส่งเสริมการผลิตตำราและเอกสารการสอน*. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วาริ ว่องพินัยรัตน์. (2530). *การสร้างข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาทดสอบ และวิจัยการศึกษา คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา.
- วาสนา กิมเท็ง. (2553). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิทยากร เขียงกุล. (2551). *การศึกษา : กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาชุมชนให้เข้มแข็ง. ใน ครูคือผู้เสียสละ. คณะกรรมการโครงการประกาศเกียรติคุณ มศว 60 ปี ศรีสง่ามหานคร. หน้า 81-105. กรุงเทพ: สันติศิริการพิมพ์.*
- วิษณุ นภาพันท์. (2551). *การศึกษาลักษณะการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิไลวรรณ ปิยปรกรณ์. (2535). *การศึกษามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค. (2544). การให้เหตุผล. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: Learn and Play Mathgroup.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2554). ค่าสถิติพื้นฐานคะแนน O-NET มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2553. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2554, จาก <http://www.niets.or.th/upload-files/uploadfile/9/bdaea64f96d90aeca0bb751dc827ca60.pdf>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2528). รายงานผล การวิจัยและประเมินผล วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์.
- (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คุรุสภา ลาดพร้าว.
- (2546). คู่มือการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: หน่วยการพิมพ์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2547ก). การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็น.การพิมพ์.
- (2547ข). สาระที่ควรเพิ่มและควรลด และข้อคิดการจัดการกิจกรรมคณิตศาสตร์ในยุค ปฏิรูป. กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็น.การพิมพ์.
- (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ส เจริญ การพิมพ์.
- (2552). เอกสารพัฒนาวิชาชีพครู คณิตศาสตร์มืออาชีพ. กรุงเทพฯ: สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุคนธ์ สินธพานนท์; วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์; และ พรรณี สินธพานนท์. (2550). พัฒนาทักษะ การคิดพิชิตการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุชาติ ปันโนม. (2551). ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ใน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนกลุ่ม 3 เขตพื้นที่ การศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาวดี ดอนเมือง. (2544). ประสิทธิผลการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักวิชาเคหพยาบาล ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โรงเรียนอายุรเวท จังหวัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พยาบาลศาสตร์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.

- สุรางค์ โคว์ตระกูล. (2548). จิตวิทยาศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดประยุกต์. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- . (2548). กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาระบบการเรียนรู้. (2550). การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- อ้อมฤดี แซ่มอบล. (2553) ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นการใช้คำถามหมวกความคิดหกใบเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัครยา สังข์จันทร์. (2543). การสอนเพื่อพัฒนาการใช้เหตุผล. คู่มือการเรียนการสอนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ คณะกรรมการส่งเสริมการเรียนการสอนเน้นการพัฒนาความคิดวิเคราะห์วิจารณ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ใน ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. พร้อมพรรณ อุดมสิน; และ อัมพร ม้าคนอง. หน้า 94-107. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- . (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารีย์ ศรีเดือน. (2547). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่องการประยุกต์ 1 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์. (2548). ชุดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการ การให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.



- อุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์. (2549). ผลการฝึกคิดเชิงวิเคราะห์ที่มีต่อความสามารถในการ  
จำแนกประเภท ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียน  
วิทยาลัย เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร. ปรินฎานินพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Alice, F Artzt.; & Shirel, Yaloe-Femia. (1999). *Mathematics Reasoning During Small-Group  
Problem Solving*. Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12 1999  
Yearbook. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Aydin, Nuh.; & Halat, Erdogan. (2009). The Impact of Undergraduate Mathematics  
Courses on College Students' Geometric Reasoning Stages. *The Montana  
Mathematics Enthusiast*. 6(1/2): 151-164. Retrieved June 4, 2010, from  
<http://content.ebscohost.com/pdf9/pdf/2009/1XDG/01Feb09/36292345.pdf?T=P&P=AN&K=36292345&S=R&D=ehh&EbscoContent=dGJyMNLe80SeprE4yOvsOLCmr0ieqLFSsKy4TLKWxWXS&ContentCustomer=dGJyMOzprkm0qLRKuePfgeyx44Dt6fl>
- Baroody, Arthur J. (1993). Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8.  
*Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan Publishing  
Company.
- Barell, John. (1998). *PBL an Inquily Approach*. Illinois : Skylight Training and Publishing.
- Barrows, Howard S. (1996). Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief  
Overview. In L. Wilkerson and W.H. Gijselears (eds.), *Bringing Problem-Based  
Learning to Higher Educatio : Theory and Practice*, pp. 3 -12. San Francisco:  
Jossey – Bass.
- Barrows; H.S, & R.M. Tamblyn. (1980). *Problem-Based Learning : An Approach to Medical  
Education*. New York: Springer Publishing.
- Beyer, B. K. (1985, April). "Critical Thinking : What is it ?". *Social Education*. 25: 279-303.
- Bloom, Benjamin S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives Book 1 :  
CognitiveDomain*. London: Longman Group.
- Brandt, Ron. (1984, September). Teaching of Thinking, for Thinking, about Thinking.  
*Educational Leadership*. 42(1): 3.
- Bronson, Rowan W. (2008). *Critical Thinking as an Outcome of Distance Learning :  
A Study of Critical Thinking in a Distance Learning Environment*. Washington:  
The George Washington University. Retrieved July 20, 2011, from <http://proquest.umi.com/pqdweb?index=0&did=1568967741&SrchMode=2&sid=3&Fmt=6&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1247635540&clientId=61839>

- Candela, Lori L. (April, 1998). Problem Based Learning versus Lecture : Effect on Multiple Choice Test Scores in Associate Degree Nursing Student. *Dissertation Abstracts International*. 60: 17.
- Christou, Contantinos; & Papageorgiou, Eleni. (2006, February). A Framework of mathematics inductive reasoning. *Learning and Instruction*. 17(1): 55-66. Retrieved October 2, 2012, from <http://www.sciencedirect.com>.
- Clark, Bryon.; et al. (2001). The Effect of an Interdisciplinary Algebra/Science Course on Student 's Problem Solving Skills, Critical Thinking Skills and Attitudes towards Mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 6(32): 811.
- Delisle, Robert. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in Classroom*. Alexandria, Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dewey, John. (1933). *How We Think?*. New York: D.C. Health and Company.
- Duch, Barbara J. (1995, January). *What is Problem-Based Learning?*. Retrieved April 20, 2011, from [www.udel.edu/pbl/cte/jan95-What.html](http://www.udel.edu/pbl/cte/jan95-What.html)
- Edens, Kellah M. (2000). Preparing Problem Solvers for the 21st Century through Problem-Based Learning. *College Teaching*. 48(2): 55-60.
- Eggen, P.D.; & Kauchak, D.P. (2001). *Strategies for Teachers Teaching Content and Thinking Skills*. 4th ed. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Elshafei, Donna L. (1998). *A Comparison of Problem – Based and Traditional Learning in Algebra II*. Dissertation Abstracts. Retrieved April 20, 2011, from [www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html](http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html)
- Fan, Chung-Teh. (1952). *Item Analysis Table*. Princeton. New Jersey: Educational Testing Service.
- Gallagher, S.A.; et al. (1995). Implementation Problem-Based Learning in Science Classrooms. *School Science and Mathematics*. 95(3): 136-145.
- Gallagher, S.A. (1997). Problem-Based Learning : Where did it come from, What does it do, and Where is it going?. *Journal for the Education of the Gifted*. 20(4): 332-62.
- Garofalo, Joe; & Mtetwa, David Kufakwami. (1993). Mathematics as Reasoning. In *Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standards: Reading from the Arithmetic Teacher*. Rowan, Thomas E.; & Morrow, Lorna J. pp. 16-18. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: Teacher College Press.

- Goyak, Antone M. (2009). *The Effects of Cooperative Learning Techniques on Perceived Classroom Environment and Critical Thinking Skills of Preserves Teachers*. Virginia: Liberty University. Retrieved July 13, 2011, from <http://proquest.umi.com/pqdweb?ldex=0&did=1730191301&SrchMode=2&sid=4&Fmt=14&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1247635764&clientId=61839>.
- Greenes, Carole.; & Findell, Carol. (1999). Developing Students' Algebraic Reasoning Abilities. In *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*. Stiff, Lee V. pp. 127-137. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Greenwood, Jonathan Jay. (1993, November). On the Nature of Teaching and Assessing Mathematics Power and Mathematics Thinking. *Arithmetic Teacher*. 41(3): 144-152.
- Halpern, Joseph Y ; & Pucella, Riccardo. (2007). *Characterizing and Reasoning about Probabilistic and Non- Probabilistic Expectation*. *Journal of the ACM(JACM)*. 54(3). Retrieved October 2, 2011, from <http://portal.acm.org/dl.cfm?coll=portal&dI=ACM&CFID=47897557&CFTOKEN=54036033>.
- Hudgins, Bryce B. (1977). *Learning and Thinking : A Primer for Teachers*. Illinois: F.E. Peacock.
- Illinois Mathematics and Science Academy. (2006). *Introduction to PBL*. Retrieved May, 22 2011, from <http://www.imsa.edu/team/cpbl/whatis/whatis/slide3.html>
- Johnson, S.M.; Finucane, P.M. & Prideaux, D.J. (1999). Problem-Based Learning : Process and Practice. *Aust NZ J Med*. 29: 350-354.
- Krulik, Stephen.; & Rudnick, Jesse A. (1987). *Problem Solving. A Handbook for Teachers*. Boston: Allyn and Bacon.
- (1993). *Reasoning and Problem Solving : A Handbook for Elementary School Teachers*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- (1996). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Junior and Senior High School*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Lannin, John K. (2001, August). *Developing Middle School Students' Understanding of Recursive and Explicit Reasoning*. *Dissertation Abstracts International*. 60(02): 500-A. (Online).
- Leighton, Jacqueline P. (2004). Defining and Describing Reason. In *The Nature of Reasoning*. Edited by Leighton, Jacqueline P.; & Sternberg, Robert J. pp 1-11. New York: Cambridge University Press.

- Lumpkin, Cynthia Rolen. (1991). Effect of Teaching Critical Thinking Skill on the Critical Thinking Ability, Achievement, and Retention of Social Studies content by Fifth and Sixth-graders. *Dissertation Abstracts International*. 51(11): 3694- A.
- Malloy, C. (1999). Developing Mathematical Reasoning in the Middle Grades Recognizing Diversity. In *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*. Stiff, Lee V. pp. 13-21. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- McCarthy, D.S. (2001). *A Teaching Experiment Using Problem-Based Learning at the Elementary Level to Develop Decimal Concepts*. Dissertation Abstracts. Retrieved April 20, 2011, from [www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html](http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html)
- Marzano, Robert J. (2001). *Designing A New Taxonomy of Educational Objectives*. California: Corwin Press.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2001). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Natsaulas, Anthula. (2000, May). Group Symmetries Connect Art and History with Mathematics. *Mathematics Teacher*. 93(5): 364-370.
- O'Daffer, Phares G. (1990, May). Activities: Inductive and Deductive Reasoning. *Mathematics Teacher*. 84(5): 378-384.
- O'Daffer, Phares G.; & Thornquist, Bruce A. (1993). Critical Thinking, Mathematical Reasoning and Proof. In *Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics*. Wilson, Patricia S. pp.39-56. New York: MacMilan Publishing Company.
- Reed, J.H. (1999). Effect of Model for Critical Thinking on Students Achievement in Primary Source Document Analysis and Interpretation, Argumentative, Reasoning, Critical Thinking Disposition, and History Source. *Dissertation Abstracts International*. 59(11): 3220-A.
- Russell, Susan Jo. (1999). Mathematical Reasoning in the Elementary Grades. In *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*. Stiff, Lee V. pp. 1-12. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics. (1999 Yearbook)
- Sternberg, R. (1999). The Nature of Mathematical Reasoning. In *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*. Stiff, Lee V. pp. 37-43. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics. (1999 Yearbook)
- Stiggins, Richard. (1997). *Student-Centered Classroom Assessment*. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall.

- Torp, Linda & Sage, Sara. (1998). *Problem as Possibilities : Problem-Based Learning for K-12. Alexandria, Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development.*
- Walton, H.J.; & Matthews, M.B. (1998). *Essentials of Problem-Based Learning. Medical Education. 23: 456-459.*
- Watson, G.; & Glazer, E.M. (1964). *Watson-Glazer Critical Thinking Appraisal Manual. New York: Harcourt Brace and World .*
- Yankelewitz, Dina. (2009). *The Development of Mathematical Reasoning in Elementary School Students' Exploration of Fraction Ideas.* Retrieved June 4, 2010, from <http://proquest.umi.com/pqdweb?index=6&did=1882503521&SrchMode=1&sid=1&Fmt=2&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1275625279&clientId=61839>
- Zhang. (2002, October). *The Combination of Traditional Teaching Method and Problem-Based Learning.* *The China Papers.1: 30-36.* Retrieved April 20, 2011, from [www.science.uniserve.edu.au/pubs/china/vol1](http://www.science.uniserve.edu.au/pubs/china/vol1).







## ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
- ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
- ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
- ค่า  $\sum X$ ,  $\sum X^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s_e^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
- ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
- ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
- ค่า  $\sum X_i$ ,  $\sum X_i^2$  และ  $s_e^2$  ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
- ค่า  $\sum X$ ,  $\sum X^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s_e^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร
- ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร



ตาราง 9 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ  
 คัดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1	21	1	1	1	1
2	1	1	1	1	22	1	1	1	1
3	1	1	1	1	23	1	1	1	1
4	1	1	1	1	24	1	1	1	1
5	1	1	1	1	25	1	1	1	1
6	-1	1	1	0.33	26	1	1	1	1
7	1	1	1	1	27	1	1	1	1
8	1	0	0	0.33	28	1	1	1	1
9	1	1	1	1	29	1	1	1	1
10	1	1	1	1	30	0	1	1	0.67
11	1	1	1	1	31	1	1	1	1
12	1	1	1	1	32	1	1	1	1
13	1	0	0	0.33	33	1	1	1	1
14	1	1	1	1	34	1	1	1	1
15	1	1	1	1	35	0	0	0	0
16	0	1	1	0.67	36	1	1	1	1
17	1	1	1	1	37	1	1	1	1
18	1	1	1	1	38	1	1	1	1
19	1	1	1	1	39	1	1	1	1
20	1	0	0	0.33	40	0	1	1	0.67

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการคัดวิเคราะห์ ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรง  
 เชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า  $IOC \geq 0.5$  จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00  
 จำนวน 35 ข้อ

ตาราง 10 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1
2	0	0	1	0.33
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	0	1	1	0.67
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC  $\geq 0.5$  จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 จำนวน 9 ข้อ

ตาราง 11 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ  
 คัดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 35 ข้อ  
 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ข้อที่	p	r	การพิจารณา	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
1	0.75	0.26	คัดเลือก	19	0.35	0.26	คัดเลือก
2	0.57	0.01	คัดออก	20	0.22	0.18	คัดออก
3	0.64	0.27	คัดเลือก	21	0.50	0.15	คัดออก
4	0.82	0.23	คัดออก	22	0.41	0.33	คัดเลือก
5	0.82	0.38	คัดออก	23	0.67	0.43	คัดเลือก
6	0.59	0.33	คัดเลือก	24	0.89	0.17	คัดออก
7	0.93	0.15	คัดออก	25	0.42	0.47	คัดเลือก
8	0.77	0.31	คัดเลือก	26	0.38	0.29	คัดเลือก
9	0.49	0.44	คัดเลือก	27	0.53	0.40	คัดเลือก
10	0.28	0.45	คัดเลือก	28	0.35	0.50	คัดเลือก
11	0.44	0.13	คัดออก	29	0.43	0.16	คัดออก
12	0.39	0.45	คัดเลือก	30	0.32	0.00	คัดออก
13	0.35	0.32	คัดเลือก	31	0.53	0.29	คัดเลือก
14	0.18	0.46	คัดออก	32	0.78	0.28	คัดออก
15	0.59	0.33	คัดออก	33	0.64	0.27	คัดเลือก
16	0.60	0.54	คัดเลือก	34	0.46	0.20	คัดเลือก
17	0.56	0.61	คัดเลือก	35	0.15	0.25	คัดออก
18	0.15	0.25	คัดออก				

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้  
 เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.28 – 0.77 ซึ่งเป็นความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่  
 ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 – 0.61 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนก  
 นักเรียนอ่อนและเก่งได้ โดยคัดเลือกแบบทดสอบทั้งหมดจำนวน 20 ข้อ ไปใช้ในครั้งต่อไป คือ ข้อ  
 1, 3, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 19, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 31, 33 และ 34

ตาราง 12 ค่า  $\sum X$ ,  $\sum X^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s_i^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่น  
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
1	19	361	26	17	289
2	15	225	27	20	400
3	7	49	28	9	81
4	15	225	29	12	144
5	7	49	30	12	144
6	9	81	31	20	400
7	15	225	32	2	4
8	20	400	33	20	400
9	10	100	34	9	81
10	5	25	35	12	144
11	2	4	36	4	16
12	20	400	37	19	361
13	14	196	38	15	225
14	12	144	39	12	144
15	18	324	40	7	49
16	16	256	41	9	81
17	17	289	42	12	144
18	13	169	43	15	225
19	16	256	44	2	4
20	19	361	45	12	144
21	16	256	46	9	81
22	12	144	47	12	144
23	12	144	48	7	49
24	12	144	49	2	4
25	12	144	50	19	361

ตาราง 12 (ต่อ)

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
51	5	25	76	12	144
52	12	144	77	17	289
53	15	225	78	19	361
54	20	400	79	20	400
55	7	49	80	9	81
56	20	400	81	19	361
57	15	225	82	16	256
58	16	256	83	19	361
59	2	4	84	17	289
60	19	361	85	12	144
61	9	81	86	15	225
62	12	144	87	17	289
63	16	256	88	16	256
64	2	4	89	19	361
65	12	144	90	17	289
66	12	144	91	16	256
67	7	49	92	7	49
68	19	361	93	9	81
69	20	400	94	17	289
70	9	81	95	19	361
71	16	256	96	16	256
72	16	256	97	19	361
73	7	49	98	19	361
74	11	121	99	20	400
75	15	225	100	9	81
				$\sum X = 1,331$	$\sum X^2 = 20,351$

ตาราง 13 ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ  
 คิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.80	0.20	0.16	19	0.56	0.44	0.25
3	0.78	0.22	0.17	22	0.71	0.29	0.21
6	0.73	0.27	0.20	23	0.62	0.38	0.24
8	0.71	0.29	0.21	25	0.65	0.35	0.23
9	0.66	0.34	0.22	26	0.65	0.35	0.23
10	0.63	0.37	0.23	27	0.57	0.43	0.25
12	0.68	0.32	0.22	28	0.68	0.32	0.22
13	0.70	0.30	0.21	31	0.55	0.45	0.25
16	0.72	0.28	0.20	33	0.56	0.44	0.25
17	0.63	0.37	0.23	34	0.71	0.29	0.21
					รวม		4.37

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร  
 KR – 20 (Kuder – Richardson )

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกในข้อหนึ่งๆ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือ 1-p
	$s_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่

$$s_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$s_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 12 จะได้  $\sum X = 1,331$  ,  $\sum X^2 = 20,351$  ,  $N = 100$

$$\begin{aligned}
 s_t^2 &= \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{100(20,351) - (1,331)^2}{100(100 - 1)} \\
 &= \frac{2,035,100 - 1,771,561}{9,900} \\
 &= 26.62
 \end{aligned}$$

จากตาราง 13 จะได้  $k = 20$  ,  $\sum pq = 4.37$  ,  $s_t^2 = 26.62$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\} \\
 &= \frac{20}{20-1} \left\{ 1 - \frac{4.37}{26.62} \right\} \\
 &= \frac{20}{19} (1 - 0.164) \\
 &= \frac{20}{19} (0.836) \\
 &= 0.88
 \end{aligned}$$

ตาราง 14 ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

ข้อที่	$P_E$	$D$	ผลการพิจารณา
1	0.82	0.26	ตัดออก
2	0.65	0.40	คัดเลือก
3	0.19	0.31	ตัดออก
4	0.50	0.76	คัดเลือก
5	0.44	0.65	คัดเลือก
6	0.45	0.61	ตัดออก
7	0.81	0.33	ตัดออก
8	0.58	0.84	คัดเลือก
9	0.38	0.51	คัดเลือก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉพาะข้อที่มีค่าความง่าย ( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.38 – 0.65 ซึ่งเป็นความยากพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่ 0.40 – 0.84 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ โดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2, 4, 5, 8 และ 9 ที่ครอบคลุมจุดประสงค์ไปใช้ในครั้งต่อไป

ตาราง 15 ค่า  $\sum X_i$ ,  $\sum X_i^2$  และ  $s_i^2$  ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	$s_i^2$
2	295	2021	5.72
4	308	2148	5.12
5	290	1970	5.88
8	283	1977	7.66
9	254	1556	5.42
			$\sum s_i^2 = 29.80$



ตาราง 16 ค่า  $\sum X$ ,  $\sum X^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s_t^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่น  
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
1	32	1024	26	44	1936
2	38	1444	27	15	225
3	33	1089	28	27	729
4	35	1225	29	45	2025
5	35	1225	30	25	625
6	12	144	31	15	225
7	15	225	32	23	529
8	25	625	33	23	529
9	28	784	34	35	1225
10	9	81	35	39	1521
11	20	400	36	46	2116
12	25	625	37	35	1225
13	31	961	38	23	529
14	10	100	39	37	1369
15	14	196	40	48	2304
16	18	324	41	39	1521
17	15	225	42	15	225
18	40	1600	43	21	441
19	44	1936	44	23	529
20	38	1444	45	39	1521
21	31	961	46	23	529
22	12	144	47	36	1296
23	31	961	48	37	1369
24	38	1444	49	50	2500
25	15	225	50	22	484
				$\sum X = 1,429$	$\sum X^2 = 46,939$

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

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

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$s_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$s_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่ 
$$s_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$s_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่ $i$
	$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ $i$
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

และ 
$$s_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$s_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 16 จะได้  $\sum X = 1,429$  ,  $\sum X^2 = 46,939$  ,  $N = 50$

$$\begin{aligned} s_t^2 &= \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{50(46,939) - (1,429)^2}{50(50-1)} \\ &= 124.45 \end{aligned}$$

จากตาราง 15 จะได้  $k = 5$  ,  $\sum s_i^2 = 29.80$  ,  $s_t^2 = 124.45$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\} \\ &= \frac{5}{5-1} \left\{ 1 - \frac{29.80}{124.45} \right\} \\ &= \frac{5}{5-1} (1 - 0.239) \\ &= 0.95 \end{aligned}$$

ตาราง 17 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร

คนที่	คะแนนจากผู้ตรวจ คนที่ 1 (X)	คะแนนจากผู้ตรวจ คนที่ 2 (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	32	29	1024	841	928
2	38	37	1444	1369	1406
3	33	35	1089	1225	1155
4	35	37	1225	1369	1295
5	35	37	1225	1369	1295
6	12	11	144	121	132
7	15	12	225	144	180
8	25	24	625	576	600
9	28	29	784	841	812
10	9	7	81	49	63
11	20	23	400	529	460
12	25	26	625	676	650
13	31	33	961	1089	1023
14	10	9	100	81	90
15	14	12	196	144	168
16	18	16	324	256	288
17	15	16	225	256	240
18	40	42	1600	1764	1680
19	44	45	1936	2025	1980
20	38	39	1444	1521	1482
21	31	33	961	1089	1023
22	12	9	144	81	108
23	31	33	961	1089	1023
24	38	39	1444	1521	1482
25	15	17	225	289	255

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้ตรวจ คนที่ 1 (X)	คะแนนจากผู้ตรวจ คนที่ 2 (Y)	$X^2$	$Y^2$	XY
26	44	43	1936	1849	1892
27	15	17	225	289	255
28	27	25	729	625	675
29	45	43	2025	1849	1935
30	25	27	625	729	675
31	15	12	225	144	180
32	23	25	529	625	575
33	23	25	529	625	575
34	35	37	1225	1369	1295
35	39	38	1521	1444	1482
36	46	47	2116	2209	2162
37	35	35	1225	1225	1225
38	23	24	529	576	552
39	37	38	1369	1444	1406
40	48	51	2304	2601	2448
41	39	41	1521	1681	1599
42	15	23	225	529	345
43	21	20	441	400	420
44	23	26	529	676	598
45	39	41	1521	1681	1599
46	23	22	529	484	506
47	36	39	1296	1521	1404
48	37	36	1369	1296	1332
49	50	46	2500	2116	2300
50	22	24	484	576	528
รวม	1,429	1,455	46,939	48,877	47,781

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 และผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

$$r_{XY} = \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนที่ตรวจโดย ผู้วิจัยกับคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 17 จะได้  $\sum X = 1,429$  ,  $\sum Y = 1,455$  ,  $\sum X^2 = 46,939$  ,  
 $\sum Y^2 = 48,877$  ,  $\sum XY = 47,781$  ,  $N = 50$

$$\begin{aligned} r_{XY} &= \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \\ &= \frac{50(47,781) - (1,429)(1,455)}{\sqrt{[50(46,939) - (1,429)^2][50(48,877) - (1,455)^2]}} \\ &= \frac{309,885}{315,676.87} \\ &= 0.98 \end{aligned}$$





### คะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง

- คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
- คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร



ตาราง 18 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลัง  
 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร  
 (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน( $X_1$ )	คะแนน หลังเรียน( $X_2$ )	$X_2^2$	D	$D^2$
1	6	13	169	7	49
2	5	12	144	7	49
3	8	17	289	9	81
4	7	18	324	11	121
5	6	15	225	9	81
6	2	14	196	12	144
7	5	13	169	8	64
8	7	13	169	6	36
9	2	12	144	10	100
10	7	14	196	7	49
11	9	16	256	7	49
12	6	14	196	8	64
13	8	20	400	12	144
14	11	19	361	8	64
15	3	12	144	9	81
16	8	15	225	7	49
17	10	18	324	8	64
18	12	20	400	8	64
19	6	13	169	7	49
20	6	14	196	8	64
21	4	16	256	12	144
22	5	18	324	13	169
23	1	13	169	12	144
24	2	14	196	12	144
25	2	13	169	11	121

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน( $X_1$ )	คะแนน หลังเรียน( $X_2$ )	$X_2^2$	D	$D^2$
26	10	12	144	2	4
27	6	18	324	12	144
28	12	16	256	4	16
29	14	19	361	5	25
30	13	19	361	6	36
31	6	13	169	7	49
32	5	14	196	9	81
33	4	15	225	11	121
34	3	12	144	9	81
35	11	18	324	7	49
	$\sum X_1 = 232$ $\bar{X}_1 = 6.63$	$\sum X_2 = 532$ $\bar{X}_2 = 15.20$	$\sum X_2^2 = 8,314$	$\sum D = 300$	$\sum D^2 = 2,794$

เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แต่ละคู่ยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก  $\sum D = 300$  ,  $\sum D^2 = 2,794$  ,  $n = 35$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \\
 &= \frac{300}{\sqrt{\frac{35(2,794) - (300)^2}{35-1}}} \\
 &= \frac{300}{15.14} \\
 &= 19.82
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.4411 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ  $df = 35 - 1 = 34$ )



เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{532}{35} \\ &= 15.20 \end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{35(8,314) - (532)^2}{35(35-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{7,966}{1190}} \\ &= 2.59 \end{aligned}$$

เนื่องจาก  $\bar{X} = 15.20$  ,  $\mu_0 = 14$  ,  $s = 2.59$  ,  $n = 35$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \\ &= \frac{15.20 - 14}{\frac{2.59}{\sqrt{35}}} \\ &= 2.73 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.4411 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ  $df = 35 - 1 = 34$ )



ตาราง 19 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน( $X_1$ )	คะแนน หลังเรียน ( $X_2$ )	$X_2^2$	D	$D^2$
1	10	37	1369	27	729
2	13	40	1600	27	729
3	10	38	1444	28	784
4	9	36	1296	27	729
5	6	35	1225	29	841
6	13	45	2025	32	1024
7	11	35	1225	24	576
8	10	44	1936	34	1156
9	9	36	1296	27	729
10	7	37	1369	30	900
11	10	37	1369	27	729
12	11	39	1521	28	784
13	8	34	1156	26	676
14	8	36	1296	28	784
15	8	34	1156	26	676
16	11	46	2116	35	1225
17	7	37	1369	30	900
18	11	40	1600	29	841
19	12	38	1444	26	676
20	11	41	1681	30	900
21	8	45	2025	37	1369
22	10	34	1156	24	576
23	10	37	1369	27	729
24	13	36	1296	23	529
25	13	48	2304	35	1225

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน( $X_1$ )	คะแนน หลังเรียน( $X_2$ )	$X_2^2$	D	$D^2$
26	8	40	1600	32	1024
27	8	39	1521	31	961
28	10	43	1849	33	1089
29	8	39	1521	31	961
30	15	50	2500	35	1225
31	9	34	1156	25	625
32	10	38	1444	28	784
33	12	37	1369	25	625
34	11	34	1156	23	529
35	9	41	1681	32	1024
	$\sum X_1 = 349$ $\bar{X}_1 = 9.97$	$\sum X_2 = 532$ $\bar{X}_2 = 38.86$	$\sum X_2^2 = 53,440$	$\sum D = 1,011$	$\sum D^2 = 29,663$

เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; \quad df = n-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แต่ละคู่ยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก  $\sum D = 1,011$  ,  $\sum D^2 = 29,663$  ,  $n = 35$

ดังนั้น

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

$$= \frac{1,011}{\sqrt{\frac{35(29,663) - (1,011)^2}{35-1}}}$$

$$= \frac{1,011}{21.27}$$

$$= 47.53$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.4411 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ  $df = 35 - 1 = 34$ )

เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หาได้จากสูตร



$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{1,360}{35} \\ &= 38.86\end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned}s &= \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{35(53,440) - (1,360)^2}{35(35-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{20,800}{1,190}} \\ &= 4.18\end{aligned}$$


เนื่องจาก  $\bar{X} = 38.86$  ,  $\mu_0 = 35$  ,  $s = 4.18$  ,  $n = 35$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}t &= \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \\ &= \frac{38.86 - 35}{\frac{4.18}{\sqrt{35}}} \\ &= 5.51\end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.4411 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ  $df = 35 - 1 = 34$ )





### ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
- แบบประเมินทักษะกระบวนการ
- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน  
เรื่อง ปริซึมและพีระมิด

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
เวลา 2 คาบ

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

#### มาตรฐานการเรียนรู้

ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์ รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ  
ตัวชี้วัด

1. อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม

### 2. สาระสำคัญ

ปริซึม เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการฐานทั้งสองอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

พีระมิด เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใด ๆ มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกับกับฐาน และหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกับยอดแหลมนั้น

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

- 1) อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึมและพีระมิดได้
- 2) ระบุได้ว่ารูปใดมีลักษณะของปริซึมหรือระบุได้ว่ารูปใดมีลักษณะของพีระมิด

ด้านทักษะ / กระบวนการ นักเรียนมีความสามารถในการ

- 1) ให้เหตุผล
- 2) คิดวิเคราะห์
- 3) สื่อสาร

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ นักเรียนมี

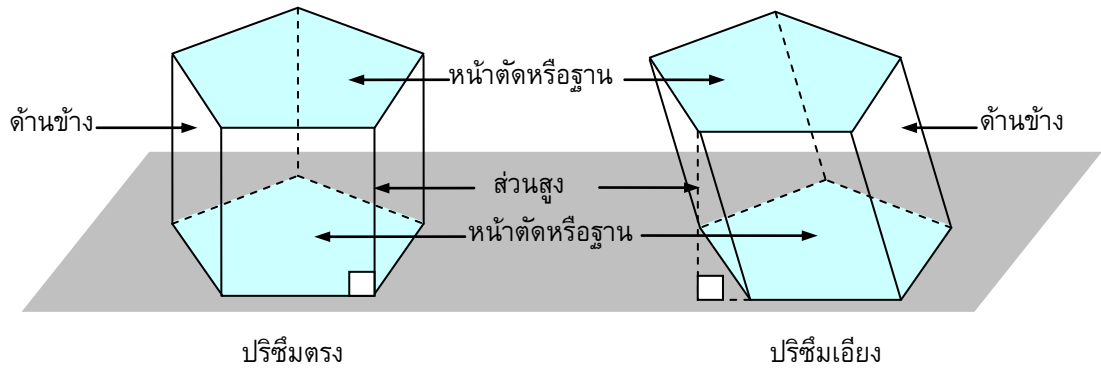
- 1) ความรับผิดชอบ
- 2) การทำงานที่เป็นระบบ
- 3) ความร่วมมือ

### 4. สาระการเรียนรู้

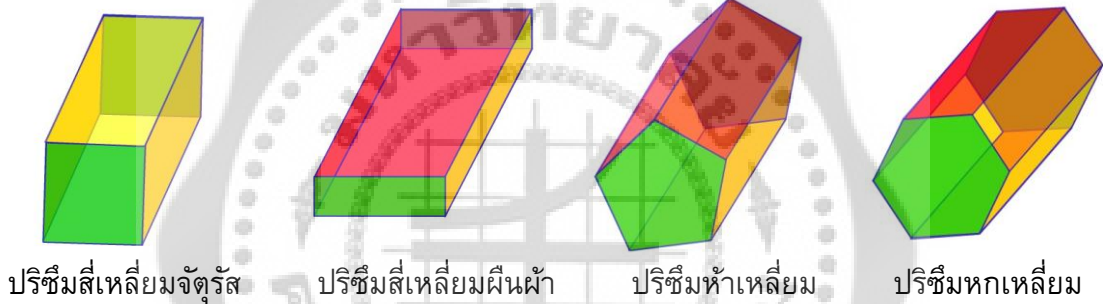
ปริซึม

ปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการฐานทั้งสองอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ส่วนต่าง ๆ ของปริซึม



เรียกชื่อปริซึมชนิดต่างๆ ตามลักษณะฐานของปริซึมดังตัวอย่าง

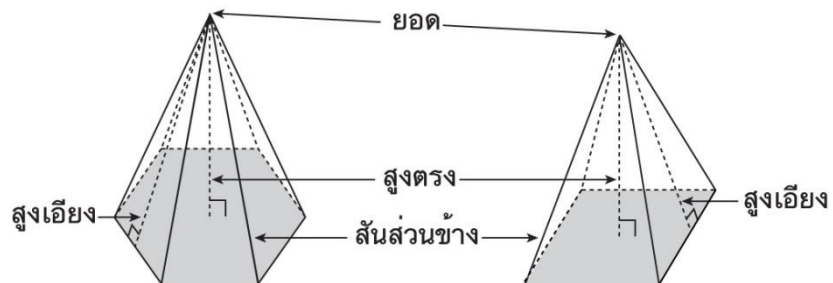


พีระมิด

พีระมิด เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใด ๆ มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกับกับฐาน และหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกับยอดแหลมนั้น

ส่วนต่าง ๆ ของพีระมิด

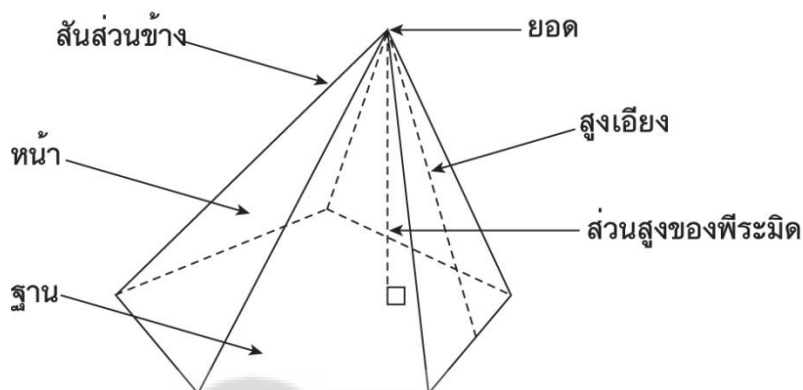
พีระมิดตรง



พีระมิดฐานหกเหลี่ยม

พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม

### พีระมิดเอียง



### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

#### คาบที่ 1

#### ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาหรือระบุมปัญหา

1. ครูนำสิ่งของที่อยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น แก้วน้ำ กล่องนม กล่องบรรจุภัณฑ์ต่างๆ และภาพถ่ายของสิ่งก่อสร้าง เช่น บ้าน อาคาร และพีระมิด มานำเสนอให้นักเรียนเห็นว่า สิ่งต่างๆที่อยู่ในชีวิตประจำวันไม่ว่าจะเป็นสิ่งของ หรือสิ่งก่อสร้าง ล้วนมีโครงสร้างหลักเป็นรูปทรงต่างๆ โดยที่ครูจะยังไม่ระบุชื่อรูปทรง แต่จะใช้คำถามกระตุ้นความคิดและเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนว่า นักเรียนเรียกรูปทรงต่างๆ เหล่านี้ว่าอย่างไร

2. ครูนำเสนอปัญหากล่องนมของฉันทันให้นักเรียนสังเกต โดยการใช้โปรแกรมนำเสนองานดังนี้

กล่องนมของฉันทันเป็นทรงอะไรนะ?





ปริซึม

พีระมิด

ทรงกระบอก

กรวย

ทรงกลม

## ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา

3. ครูถามนักเรียน ด้วยคำถามที่ให้นักเรียนเกิดความสงสัยว่า กล้องนมดังก้าวมีลักษณะของรูปสามมิติชนิดใด ระหว่าง ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย หรือทรงกลม และถามต่อว่าส่วนต่างๆของกล้องนมประกอบไปด้วยอะไรบ้าง

4. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1.1 ให้นักเรียนทำความเข้าใจ

## ขั้นที่ 3 ขั้นศึกษาค้นคว้า

5. นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่ครูกำหนดให้ (ใบความรู้ที่ 1.1)

## ขั้นที่ 4 การสังเคราะห์ข้อมูล

6. นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1.1 พร้อมทั้งตอบปัญหาให้ได้ว่า กล้องนมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีลักษณะของปริซึม

## ขั้นที่ 5 สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

7. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของปริซึม

8. ครูแจกใบงานที่ 1.1 ให้นักเรียนทำ

## คาบที่ 2

## ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาหรือระบุปัญหา

1. ครูนำเสนอปัญหาเกี่ยวกับลักษณะของพีระมิดโดยการใช้โปรแกรมนำเสนองาน ดังนี้

พีระมิด



นักเรียนเคยได้ทราบกันมาแล้วว่า  
ที่ประเทศอียิปต์ มีสิ่งมหัศจรรย์อย่างหนึ่งของโลก  
เรียกว่า "พีระมิด" ซึ่งเป็นสิ่งก่อสร้าง ที่สร้างขึ้นมา  
ตั้งแต่ 4600 ปีมาแล้ว  
แล้วนักเรียนทราบไหมว่าลักษณะของ  
พีระมิดนั้นเป็นอย่างไร

## ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา

2. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน แจกใบกิจกรรมที่ 1.2 ให้กับนักเรียนทุกคน และแจกอุปกรณ์ คือทรงสามมิติจำลองของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยม เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายลักษณะของพีระมิด

### ขั้นที่ 3 ขั้นศึกษาค้นคว้า

3. นักเรียนสังเกตทรงสามมิติจำลองของพีระมิตฐานสี่เหลี่ยม และศึกษาหัวข้อที่ที่นักเรียนจะต้องค้นคว้าหาคำตอบในใบกิจกรรมที่ 1.2

4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายลักษณะของทรงสามมิติจำลองของพีระมิตฐานสี่เหลี่ยม พร้อมทั้งการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่ครูกำหนดให้ (ใบความรู้ที่ 1.2)

### ขั้นที่ 4 การสังเคราะห์ข้อมูล

5. นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1.2 พร้อมทั้งตอบปัญหาให้ได้ว่า ลักษณะของพีระมิตนั้นเป็นอย่างไร

### ขั้นที่ 5 สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

6. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของพีระมิต

7. ครูแจกใบงานที่ 1.2 ให้นักเรียนทำเป็นการบ้าน

### 6. ชิ้นงาน/ภาระงาน

-

### 7. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1.1 “กล่องนมของฉัน”
2. ใบกิจกรรมที่ 1.2 “สำรวจพีระมิต”
3. ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง ส่วนต่างๆของปริซึม
4. ใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง ส่วนต่างๆของพีระมิต
5. ใบงานที่ 1.1
6. ใบงานที่ 1.2
7. สื่อในการนำเสนอปัญหาในใบกิจกรรมที่ 1.1 และ 1.2 (โปรแกรมนำเสนองาน)
8. ทรงสามมิติจำลองของพีระมิตฐานสี่เหลี่ยม จำนวน 9 ชิ้น

### 8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้	ตรวจจากการทำ -ใบกิจกรรม -ใบงาน	-ใบกิจกรรมที่ 1.1 และ 1.2 -ใบงานที่ 1.1 และ 1.2	ทำได้ถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะ/กระบวนการ 1) ให้เหตุผล 2) การคิดวิเคราะห์	1. ตรวจจากการทำ -ใบกิจกรรม -ใบงาน	แบบประเมินทักษะ กระบวนการ	ผ่านเกณฑ์ ในระดับดี



สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
3) สื่อสาร	2. สังเกตจาก พฤติกรรม ระหว่างเรียน		
ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ 1.ความรับผิดชอบ 2.การทำงานเป็นระบบ 3.ความร่วมมือ	ประเมินพฤติกรรม ระหว่างเรียนและ หลังการเรียนรู้	แบบประเมินคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ ในระดับดี

**9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้**  
**ผลการจัดการเรียนรู้**

.....  
.....  
.....

**ปัญหาและอุปสรรค**

.....  
.....  
.....

**แนวทางแก้ไข**

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ .....

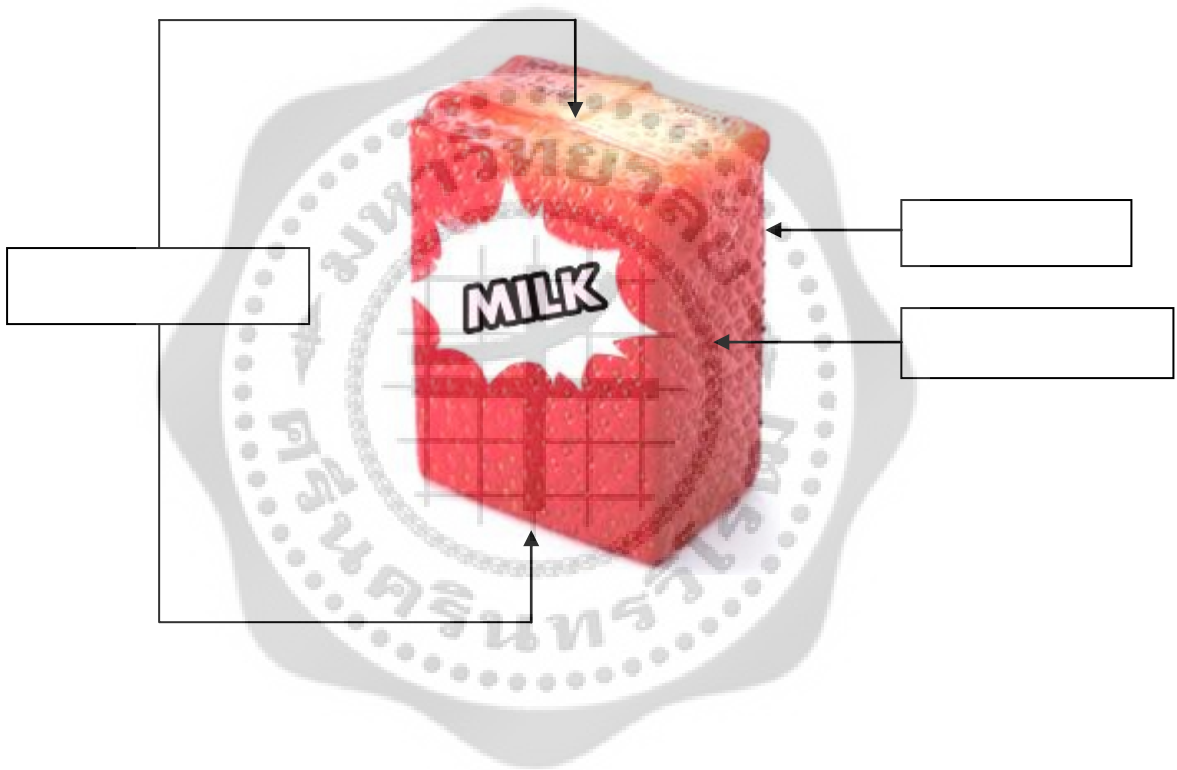
(.....)

ผู้จัดการเรียนรู้

**ใบกิจกรรมที่ 1.1**  
**“กล่องนมของฉัน”**

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมช่องว่างให้สมบูรณ์

รูปแสดงส่วนต่างๆของกล่องนม



กล่องนมของฉันมีลักษณะ ดังนี้

.....

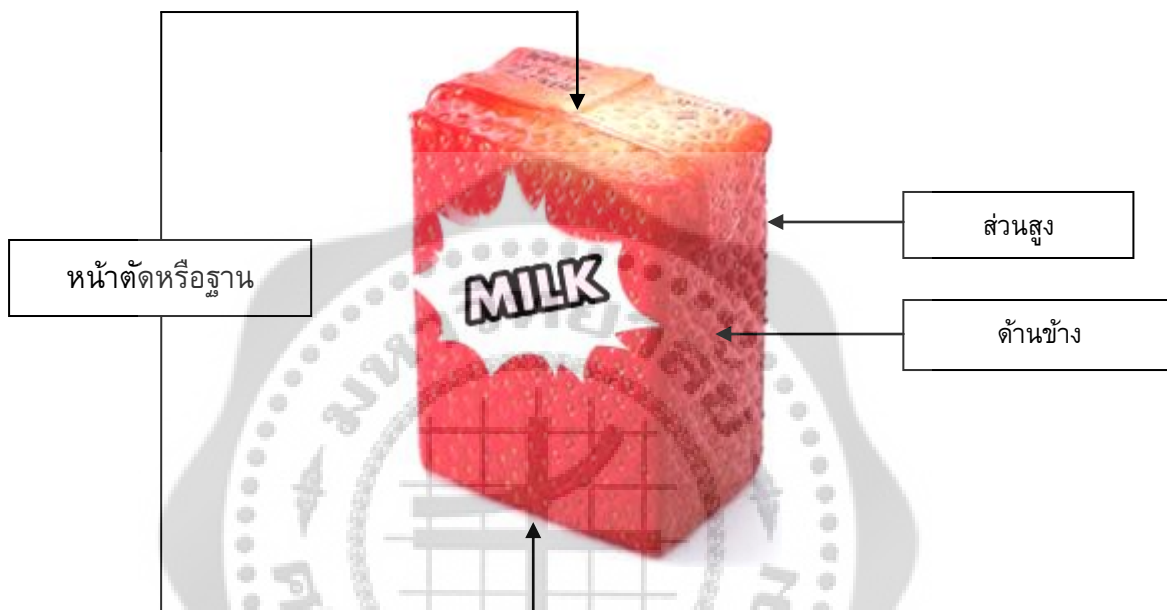
.....

.....

กล่องนมของฉันเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ  
ที่มีลักษณะของ.....

## เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1

รูปแสดงส่วนต่างๆของกล่องนม



กล่องนมของฉันทึ่มีลักษณะ ดังนี้

มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 ฐาน ด้านข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานจำนวน 4 ด้าน โดยด้านที่อยู่ตรงข้ามกันมีขนาดเท่ากันจำนวน 2 คู่

กล่องนมของฉันทึ่เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ  
ที่มีลักษณะของ ปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้า

## ใบกิจกรรมที่ 1.2 “สำรวจพีระมิด”

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนช่วยกันค้นหาลักษณะหรือคุณสมบัติของพีระมิดให้ได้มากที่สุด

ผลการร่วมพิจารณาเป็นดังนี้

1. ลักษณะเกี่ยวกับฐาน.....

.....

2. ลักษณะเกี่ยวกับผิวข้าง.....

.....

3. ลักษณะอื่นๆ.....

.....

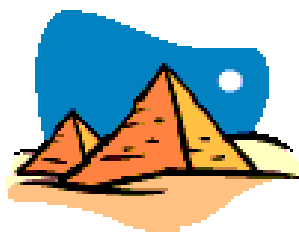
4. สรุปลักษณะของพีระมิด.....

.....

5. พีระมิดมีชื่อเรียกตามลักษณะของฐาน พีระมิดที่นักเรียนเห็นนี้ เรียกว่า.....

เพราะ.....

.....



## เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.2

คำชี้แจง ให้นักเรียนช่วยกันค้นหาลักษณะหรือคุณสมบัติของพีระมิดให้ได้มากที่สุด

ผลการร่วมพิจารณาเป็นดังนี้

1. ลักษณะเกี่ยวกับฐาน
  - ฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยม มี 1 ฐาน
2. ลักษณะเกี่ยวกับผิวข้าง
  - ผิวข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม มีจำนวน 4 หน้า ที่มีจุดยอดรวมกันที่ยอดแหลม
3. ลักษณะอื่นๆ
  - มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน
4. สรุปลักษณะของพีระมิด
  - มีฐานหนึ่งฐาน และมียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน มีหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกับยอดแหลมนั้น
5. พีระมิดมีชื่อเรียกตามลักษณะของฐาน พีระมิดที่นักเรียนเห็นนี้ เรียกว่า พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม
  - เพราะ มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยม



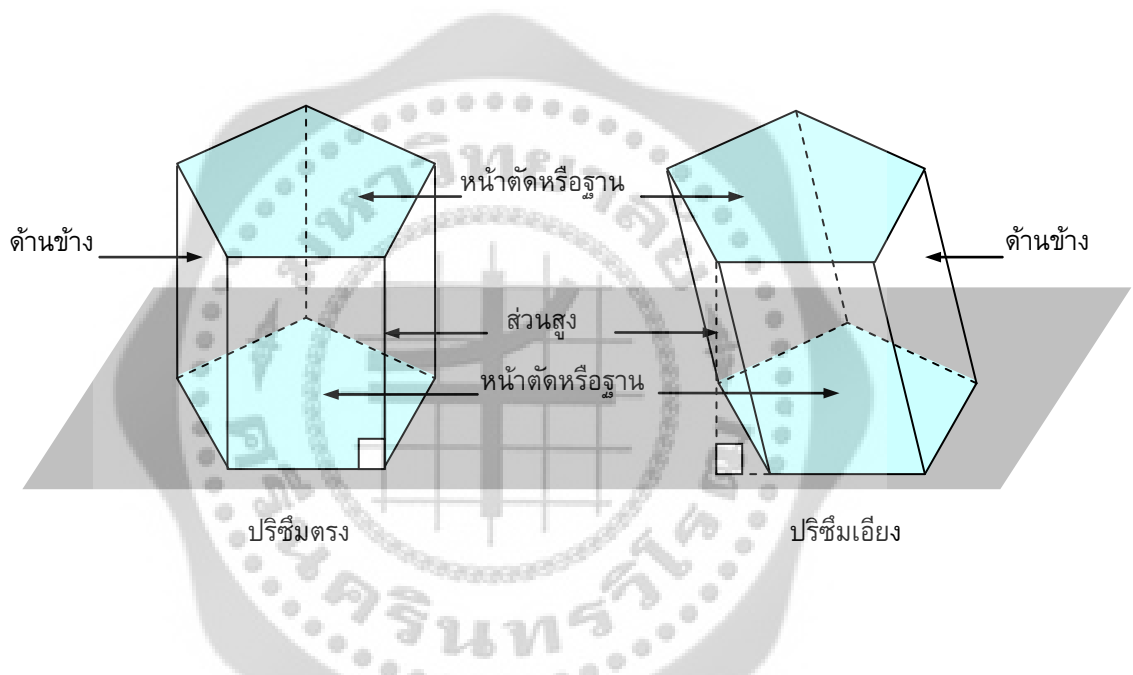


**ใบความรู้ที่ 1.1**  
เรื่อง ส่วนต่างๆของปริซึม

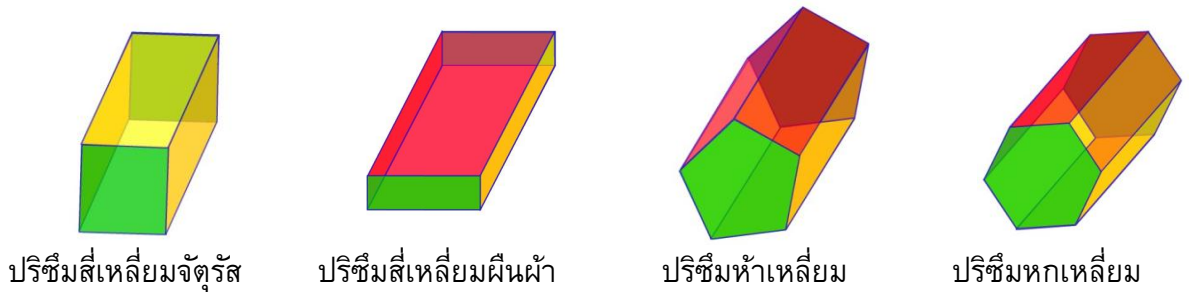
**ปริซึม**

ปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการฐานทั้งสองอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ส่วนต่าง ๆ ของปริซึม



เรียกชื่อปริซึมชนิดต่างๆ ตามลักษณะฐานของปริซึมดังตัวอย่าง



\*\*\*\*\*

**หมายเหตุ** ในบทเรียนต่อไปนี้จะกล่าวถึงเฉพาะ ปริซึมตรงซึ่งมีด้านข้างตั้งฉากกับฐานเท่านั้น

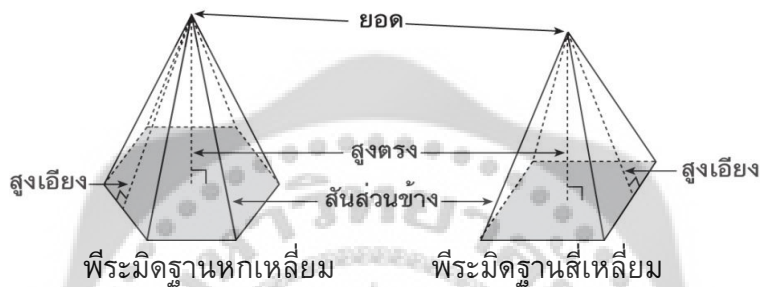


**ใบความรู้ที่ 1.2**  
เรื่อง ส่วนต่างๆของพีระมิต

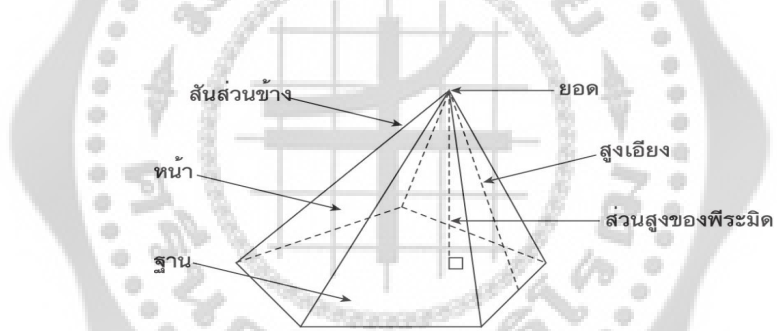
**พีระมิต**

พีระมิต เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใด ๆ มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกับกับฐาน และหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดตรงกับยอดแหลมนั้น

**พีระมิตตรง**



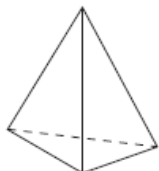
**พีระมิตเอียง**



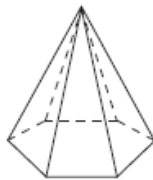
ในกรณีที่พีระมิตมีสันยาวเท่ากันทุกเส้น จะเรียกพีระมิตนั้นว่า พีระมิตตรง ซึ่ง พีระมิตตรงที่มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า จะมีสูงเอียงทุกเส้นยาวเท่ากัน และส่วนสูงของพีระมิตตรงใด ๆ จะตั้งฉากกับฐานที่จุดซึ่งอยู่ห่างจากจุดยอดมุมของรูปเหลี่ยมที่เป็นฐานเป็นระยะเท่ากัน

ในการเรียกชื่อของพีระมิตนั้น นิยมเรียกชื่อของพีระมิตตามลักษณะของฐาน เช่น พีระมิตฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส พีระมิตฐานหกเหลี่ยม เป็นต้น

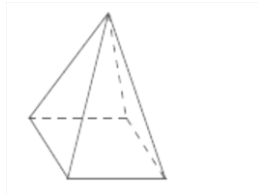
**ตัวอย่างเช่น**



พีระมิตฐานสามเหลี่ยม



พีระมิตฐานหกเหลี่ยม



พีระมิตฐานสี่เหลี่ยม

\*\*\*\*\*

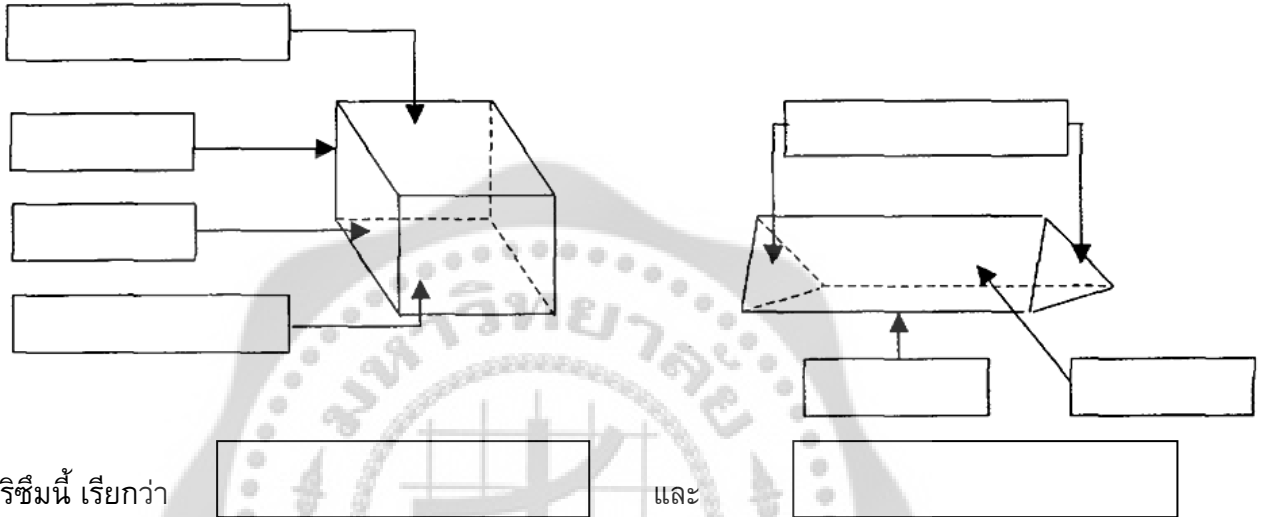
**หมายเหตุ** ในบทเรียนต่อไปนี้จะกล่าวถึงเฉพาะ พีระมิตที่มีส่วนสูงตั้งฉากกับฐานเท่านั้น



ใบงานที่ 1.1

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมช่องว่างให้สมบูรณ์

1. จงระบุส่วนต่างๆของปริซึมและสรุปว่าปริซึมมีลักษณะอย่างไร



ปริซึมนี้ เรียกว่า

[ ]

และ

[ ]

ปริซึม มีลักษณะ ดังนี้

.....

.....

2. รูปในข้อใดบ้างเป็นรูปของปริซึม เพราะเหตุใด

- 1) 
- 2) 
- 3) 
- 4) 

.....

.....

.....

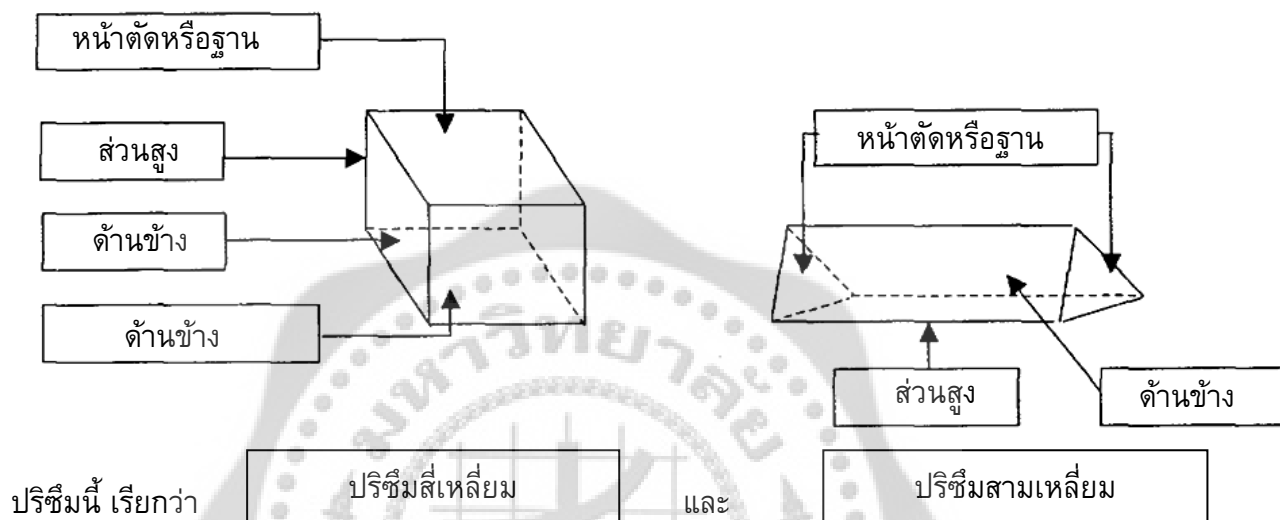
.....



## เฉลยใบงานที่ 1.1

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมช่องว่างให้สมบูรณ์

1. จงระบุส่วนต่างๆของปริซึมและสรุปว่าปริซึมมีลักษณะอย่างไร



ปริซึม มีลักษณะ ดังนี้

ปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการฐานทั้งสองอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

2. รูปในข้อใดบ้างเป็นรูปของปริซึม เพราะเหตุใด



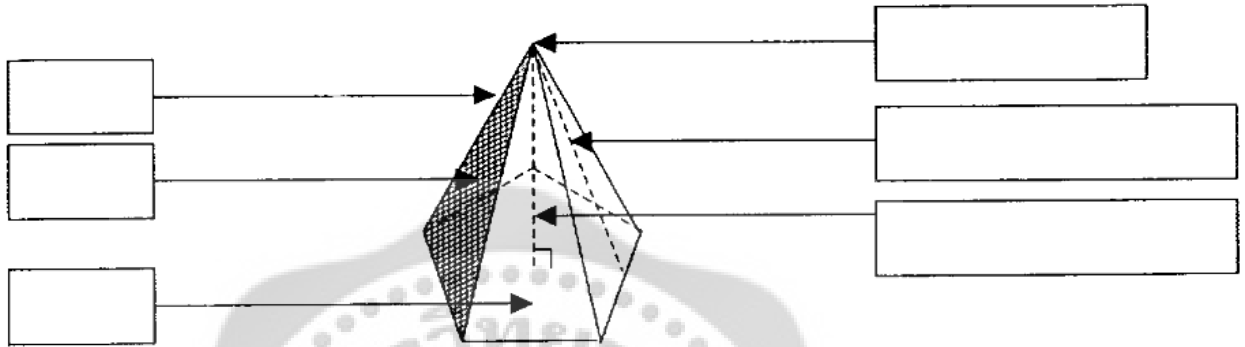
ตอบ รูปที่ 1) รูปที่ 3) และรูปที่ 4) เพราะมีฐาน 2 ฐานเป็นรูปเหลี่ยมใดๆ และมีด้านข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน



ใบงานที่ 1.2

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเติมช่องว่างให้สมบูรณ์

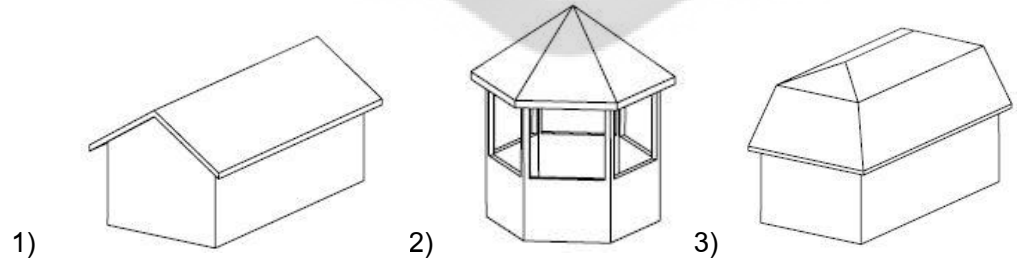
1. จงระบุส่วนต่างๆของพีระมิดและสรุปว่าพีระมิดมีลักษณะอย่างไร



ถ้านักเรียนต้องการเรียกชื่อพีระมิดนี้ จะเรียกว่า .....

พีระมิด มีลักษณะ ดังนี้  
.....  
.....

2. หลังคาบ้านในข้อใดต่อไปนี้มีลักษณะเป็นพีระมิด จงให้เหตุผล

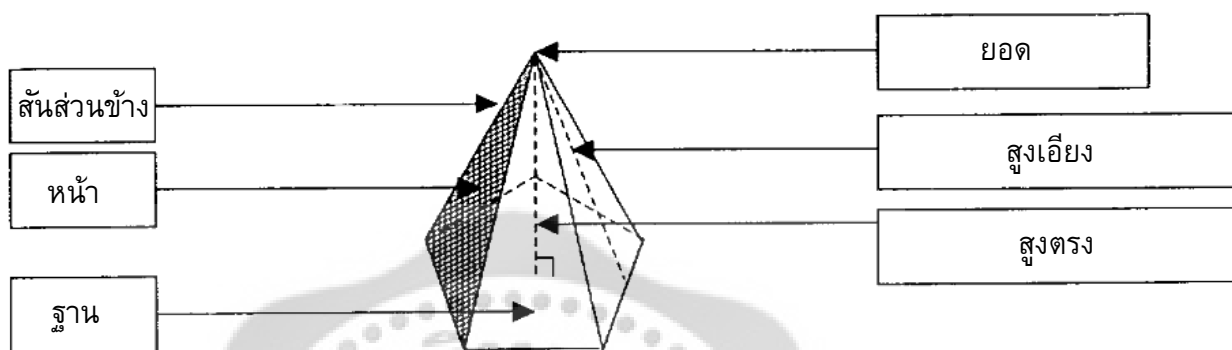


.....  
.....  
.....  
.....

## เฉลยใบงานที่ 1.2

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมช่องว่างให้สมบูรณ์

1. จงระบุส่วนต่างๆของพีระมิตและสรุปว่าพีระมิตมีลักษณะอย่างไร

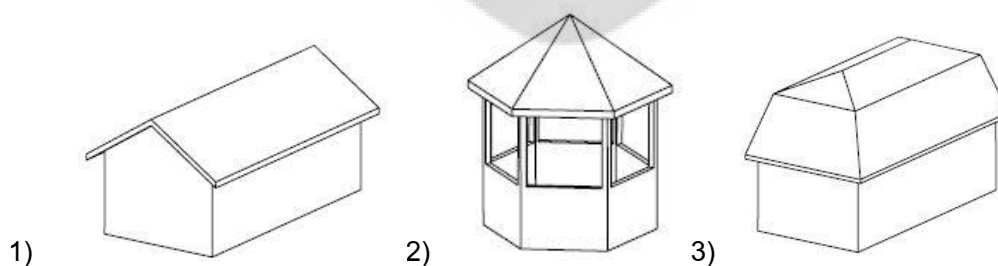


ถ้านักเรียนต้องการเรียกชื่อพีระมิตนี้ จะเรียกว่า พีระมิตฐานห้าเหลี่ยม

พีระมิต มีลักษณะ ดังนี้

พีระมิต เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใด ๆ มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกับกับฐาน และหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกับยอดแหลมนั้น

2. หลังคาบ้านในข้อใดต่อไปนี้มีลักษณะเป็นพีระมิต จงให้เหตุผล



ข้อ 2) เพราะ มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใด ๆ มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกับกับฐาน และหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกับยอดแหลมนั้น



### เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินทักษะกระบวนการ

#### 1. ด้านการสื่อสาร

คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3	อธิบายแนวความคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องทั้งหมด ตามลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน
2	อธิบายแนวความคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ตามลำดับขั้นตอน มีความชัดเจนเป็นบางส่วน
1	อธิบายแนวความคิดในการหาคำตอบถูกต้องเป็นบางส่วน ลำดับขั้นตอนชัดเจนเป็นบางส่วน
0	ไม่สามารถอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบได้

#### 2. ด้านการให้เหตุผล

คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3	ให้เหตุผลในการอธิบายแนวความคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน
2	ให้เหตุผลในการอธิบายแนวความคิดในการหาคำตอบ ชัดเจนเป็นบางส่วน
1	ให้เหตุผลในการอธิบายแนวความคิดในการหาคำตอบ ไม่ชัดเจน หรือคลุมเครือ
0	ไม่มีการให้เหตุผล

#### 3. ด้านการคิดวิเคราะห์

คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3	แยกแยะแนวความคิดในการหาคำตอบที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ได้ ถูกต้อง และชัดเจน
2	แยกแยะแนวความคิดในการหาคำตอบที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ได้ ถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่
1	แยกแยะแนวความคิดในการหาคำตอบที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ได้ ถูกต้อง เล็กน้อย
0	ไม่มีการแยกแยะแนวความคิดในการหาคำตอบที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ

## การแปลผลแบบประเมินทักษะกระบวนการ

ช่วงคะแนน	ผลการประเมิน
8 – 9	ทักษะกระบวนการอยู่ในระดับดีมาก
6 – 7	ทักษะกระบวนการอยู่ในระดับดี
4 – 5	ทักษะกระบวนการอยู่ในระดับปานกลาง
0 – 3	ทักษะกระบวนการอยู่ในระดับควรปรับปรุง





### เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

#### 1. ด้านความรับผิดชอบ

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3	ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลานัดหมาย
2	ส่งงานช้ากว่ากำหนดเล็กน้อย และมีเหตุผลที่พอรับฟังได้
1	ส่งงานช้ากว่ากำหนดโดยไม่มีเหตุผล
0	ไม่ส่งงานเลย

#### 2. ด้านการทำงานเป็นระบบ

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3	มีการวางแผนการทำงาน เป็นลำดับขั้นตอน ตามลำดับความสำคัญ
2	มีการวางแผนการทำงาน เป็นลำดับขั้นตอน แต่ไม่ได้จัดลำดับความสำคัญ
1	มีการวางแผนการทำงาน แต่ไม่เป็นลำดับขั้นตอน
0	ไม่มีการวางแผนการทำงาน

#### 3. ด้านความร่วมมือ

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3	ร่วมแสดงความคิดเห็นและร่วมปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จด้วยดี
2	ร่วมแสดงความคิดเห็นและร่วมปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จด้วยดี เป็นส่วนใหญ่
1	ร่วมแสดงความคิดเห็นและร่วมปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จด้วยดี เป็นบางเวลา
0	ไม่ร่วมแสดงความคิดเห็นและไม่ร่วมปฏิบัติกิจกรรมใดๆ เลย

### การแปลผลแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ช่วงคะแนน	ผลการประเมิน
8 – 9	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ในระดับดีมาก
6 – 7	คุณลักษณะอันพึงประสงค์อยู่ในระดับดี
4 – 5	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ในระดับปานกลาง
0 – 3	คุณลักษณะอันพึงประสงค์ในระดับควรปรับปรุง





ภาคผนวก ง



### แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

## แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

### เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

#### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 3 หน้า มีข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ 20 คะแนน ใช้เวลา 50 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว เมื่อนักเรียนเลือกได้แล้วให้กากบาท (×) ลงในช่อง ก, ข, ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่างการตอบข้างล่างนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0				×

กรณีที่ต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับลงบนเครื่องหมายกากบาทเดิม แล้วกากบาทเลือกข้อใหม่ เช่น เปลี่ยนจากตัวเลือก ก เป็น ข

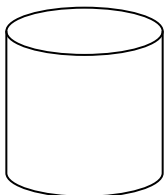
ข้อ	ก	ข	ค	ง
0		×		×

3. คำถามในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบเกินหนึ่งคำตอบ หรือไม่ตอบเลย ถือว่าไม่ได้คะแนนในข้อนั้น
4. ห้ามขีดเขียนหรือทำสัญลักษณ์ใดๆ ลงในข้อสอบ
5. เมื่อสอบเสร็จแล้ว ให้ส่งกระดาษคำตอบ และแบบทดสอบที่กรรมการคุมสอบ

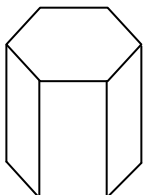
\*\*\*\*\*

1. รูปเรขาคณิตสามมิติข้อใดต่อไปนี้มีลักษณะของปริซึม

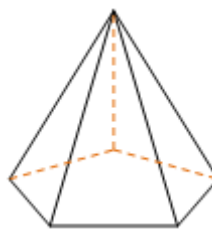
ก.



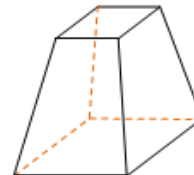
ข.



ค.



ง.



2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นทรงกระบอก

ก. หลอดกาแฟ

ข. กล้องซอล์ก

ค. ลูกปิงปอง

ง. กระจับปิ้งน้ำอัดลม

3. ปริซึมและพีระมิด มีลักษณะที่สัมพันธ์กันอย่างไร

ก. มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใดๆเหมือนกัน

ข. มียอดแหลมเหมือนกัน

ค. เมื่อนำระนาบที่ขนานกันกับฐาน มาตัดปริซึมและพีระมิดจะได้หน้าตัดเป็นรูปเหลี่ยมใดๆที่เท่ากันทุกประการกับฐานเหมือนกัน

ง. มีฐานเท่ากัน

4. กล่องใส่ขนมกล่องหนึ่งมีฐานสองฐานเป็นรูปวงกลม และเมื่อตัดกล่องนั้นตามระนาบที่ขนานกับฐานหน้าตัดที่ได้เป็นรูปทรงกลมที่เท่ากันทุกประการกับฐาน กล่องดังกล่าวมีลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติในข้อใด

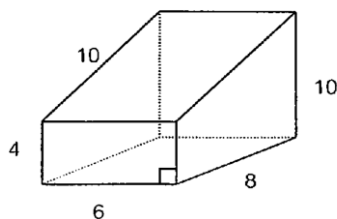
ก. พีระมิด

ข. กรวย

ค. ทรงกระบอก

ง. ปริซึม

5. จากรูปส่วนสูงของปริซึมเท่ากับกึ่งเซนติเมตร (กำหนดให้ทุกด้านมีหน่วยเป็นเซนติเมตร)



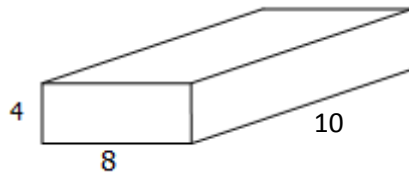
ก. 4

ข. 6

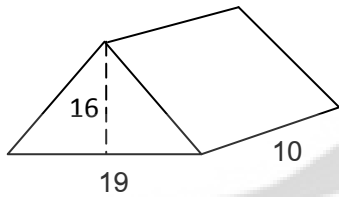
ค. 8

ง. 10

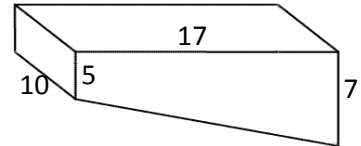
6. พื้นฐานของปริซึมข้อใด มีค่าเท่ากับพื้นที่ผิวของปริซึมที่กำหนดให้



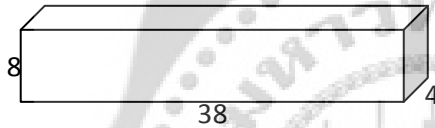
ก.



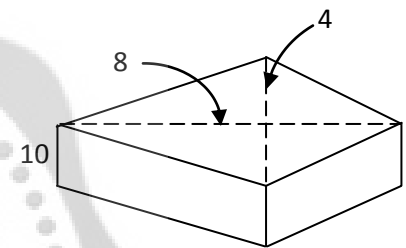
ข.



ค.



ง.



พิจารณารูปต่อไปนี้แล้วใช้ตอบคำถามข้อ 7 – 8



14 ซม.

กล่องใบที่ 1



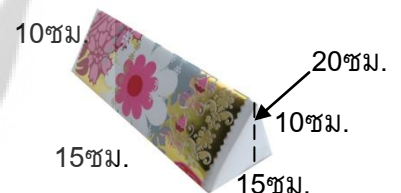
10 ซม. 20 ซม.

กล่องใบที่ 2



20 ซม. 20 ซม.

กล่องใบที่ 3



15 ซม. 15 ซม. 10 ซม.

กล่องใบที่ 4

7. ถ้ากล่องใส่ของขวัญแต่ละใบสูง 30 เซนติเมตร กล่องใบไหนใช้วัสดุในการทำมากที่สุด

- ก. กล่องใบที่ 1
- ค. กล่องใบที่ 3

- ข. กล่องใบที่ 2
- ง. กล่องใบที่ 4

8. ถ้าต้องการประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำกล่องของขวัญ ควรเลือกทำกล่องรูปใด

- ก. กล่องใบที่ 1
- ค. กล่องใบที่ 3

- ข. กล่องใบที่ 2
- ง. กล่องใบที่ 4

9. สายใจต้องการทาสีเสาสองต้น ต้นหนึ่งเป็นทรงกระบอกมีรัศมีที่ฐานยาว 21 เซนติเมตร และเสาทรงปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีฐานยาวด้านละ 21 เซนติเมตร ถ้าเสาทั้งสองสูง 2 เมตรเท่ากันจะต้องทาสีทั้งหมดกี่ตารางเซนติเมตร

ก. 86,400

ข. 43,200

ค. 26,400

ง. 16,800

10. ปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปหนึ่งมีฐานยาวด้านละ 4 นิ้ว สูง 9 นิ้ว ปริซึมรูปนี้มีปริมาตรกี่ลูกบาศก์นิ้ว

ก. 144

ข. 156

ค. 180

ง. 196

11. ที่เก็บข้าวเปลือกทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 6 เมตร ยาว 12 เมตร สูง 4 เมตร จะบรรจุข้าวเปลือกได้กี่เกวียน

ก. 96

ข. 108

ค. 144

ง. 196

12. ความจุข้อใดน้อยที่สุด

ก. 100 ลูกบาศก์มิลลิเมตร

ข. 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. 50 ลูกบาศก์เมตร

ง. 10 ลิตร

13. ถ้าพีระมิดและปริซึมมีฐานที่เท่ากันทุกประการ และสูงเท่ากัน คำกล่าวข้อใดถูกต้อง

ก. ปริมาตรของพีระมิดเท่ากับ  $\frac{1}{2}$  ของปริมาตรปริซึม

ข. ปริมาตรของพีระมิดเท่ากับ  $\frac{1}{3}$  ของปริมาตรปริซึม

ค. ปริมาตรของพีระมิดเท่ากับ  $\frac{1}{4}$  ของปริมาตรปริซึม

ง. ปริมาตรของพีระมิดเท่ากับ  $\frac{2}{3}$  ของปริมาตรปริซึม

14. เจดีย์องค์หนึ่งฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 6 เมตร สูง 4 เมตรจะใช้ปูนผสมเสร็จในการสร้างเจดีย์องค์นี้ปริมาตรกี่ลูกบาศก์เมตร

ก. 36

ข. 38

ค. 44

ง. 48

15. นำกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 31.4 เซนติเมตร ม้วนเป็นทรงกระบอก  
ฐานเปิดโดยให้ความสูงของทรงกระบอกเท่ากับด้านกว้างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แล้วปริมาตรของ  
ทรงกระบอกจะเท่ากับกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ก.  $110\pi$

ข.  $115\pi$

ค.  $120\pi$

ง.  $125\pi$

16. สิ่งของข้อใดใช้วิธีการหาปริมาตรเหมือนกัน

ก. กระบอกข้าวหลาม และกรวยกระดาษ

ข. กรวยกระดาษ และลูกฟุตบอล

ค. กระบอกข้าวหลาม และลูกฟุตบอล

ง. กระบอกข้าวหลาม และกระป๋องนมข้นหวาน

17. ประหยัดต้องการใช้น้ำประมาณ 650 มิลลิลิตร เขามีเพียงกรวยกระดาษสำหรับดื่ม น้ำ ขนาดเส้น  
ผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร และสูง 10 เซนติเมตร เท่านั้นสำหรับตวง อยากทราบว่าประหยัดต้อง  
ตวงน้ำอย่างน้อยกี่ครั้งจึงจะได้ปริมาณน้ำตามต้องการ ( $\pi \approx \frac{22}{7}$ )

ก. 4 ครั้ง

ข. 5 ครั้ง

ค. 6 ครั้ง

ง. 7 ครั้ง

18. กระโจมอินเดียแดงเผ่าหนึ่งมีลักษณะเป็นกรวยสูง 2.5 เมตร ฐานของกระโจมมีรัศมียาว 1.5  
เมตร ปริมาตรของกระโจมเป็นกี่ลูกบาศก์เมตร

( $\pi \approx 3.14$ )

ก. 3

ข. 4

ค. 5

ง. 6

19. ลูกแก้วรัศมี 1 เซนติเมตร และลูกบิงปองรัศมี 3 เซนติเมตร มีปริมาตรต่างกันกี่ลูกบาศก์  
เซนติเมตร

ก. 24

ข. 25

ค. 26

ง. 27

20. ไอศกรีมทรงกลมลูกหนึ่งมีรัศมี 6 เซนติเมตร จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. 5.3

ข. 5.4

ค. 5.5

ง. 5.6

\*\*\*\*\*

## แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

### เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

- คำชี้แจง
1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 6 หน้า มีข้อสอบทั้งหมดจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 10 คะแนน ใช้เวลา 50 นาที
  2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบอัตนัย ให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ ประกอบการเขียนอธิบายเหตุผลอย่างละเอียด พร้อมทั้งสรุปคำตอบให้ชัดเจน

1. รูปใดต่อไปนี้มีลักษณะเดียวกัน เพราะเหตุใด จงอธิบาย



รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3



รูปที่ 4



รูปที่ 5

2. สุชาดาต้องการทำสี่เหลี่ยมท่อนหนึ่งซึ่งมีความยาว 30 เซนติเมตร หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 12 เซนติเมตร อยากทราบว่า จะต้องทำสี่เหลี่ยมทั้งหมดเป็นพื้นที่เท่าไร





5. ไม้บรรทัดต้องการทำขนมเทียนซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยมีฐานยาวด้านละ 4 เซนติเมตร สูง 6 เซนติเมตร จำนวน 50 ห่อ ถ้าขนมเทียนแต่ละห่อใช้แป้งประมาณ  $\frac{3}{4}$  ของเนื้อขนม อยากทราบว่าไม้บรรทัด จะต้องใช้แป้งในการทำขนมเทียนทั้งหมดกี่ลิตร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

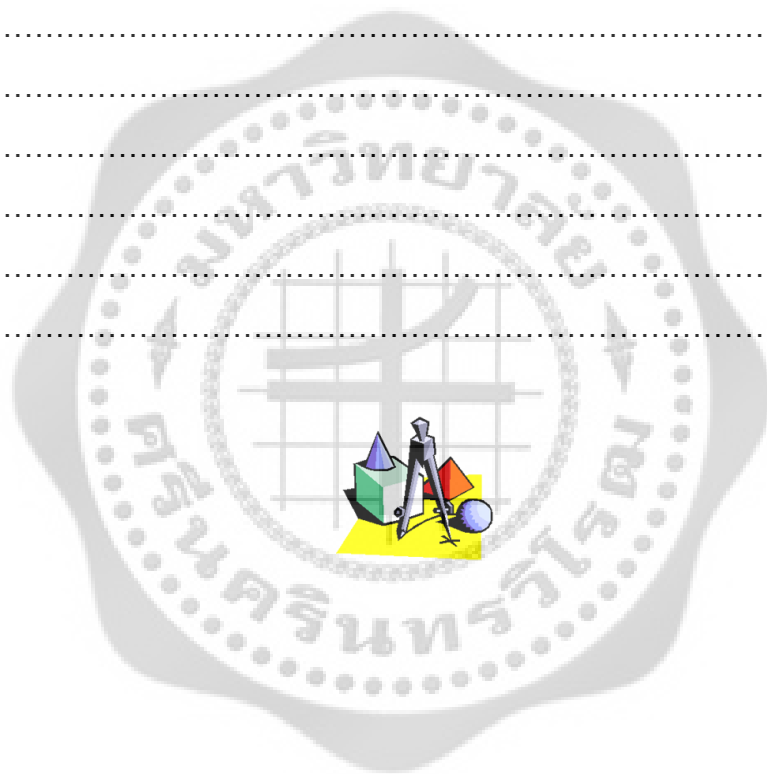
.....

.....

.....

.....

.....



## เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

### 1. อธิบายแนวคิดหรือแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบ

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 4 ดีมาก	อธิบายแนวคิด หรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบ จากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจนและสมเหตุสมผล
ระดับ 3 ดี	อธิบายแนวคิด หรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบ จากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน
ระดับ 2 พอใช้	อธิบายแนวคิด หรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	อธิบายแนวคิด หรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบด้วยวิธีการที่ไม่ถูกต้อง
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ หรือไม่ได้ทำ

### 2. แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 4 ดีมาก	แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลที่ถูกต้อง ชัดเจน
ระดับ 3 ดี	แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลที่ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน
ระดับ 2 พอใช้	แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลไม่ถูกต้อง
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่ได้แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลที่ชัดเจน หรือไม่ได้ทำ

## 3. สรุปคำตอบได้ถูกต้อง

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 2 ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
ระดับ 1 พอใช้	สรุปคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน ไม่ครบถ้วน
ระดับ 0 ต้องปรับปรุง	สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการสรุปคำตอบที่ได้



## ตัวอย่างการตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

0. ไบ๊วต้องการทำขนมเทียนซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยมีฐานยาวด้านละ 4 เซนติเมตร สูง 6 เซนติเมตร จำนวน 50 ห่อ ถ้าขนมเทียนแต่ละห่อใช้แป้งประมาณ  $\frac{3}{4}$  ของ

เนื้อขนม อยากทราบว่าไบ๊วจะต้องใช้แป้งในการทำขนมเทียนทั้งหมดกี่ลิตร

วิธีทำ เนื่องจาก ขนมเทียนซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส

โดยมีฐานยาวด้านละ 4 เซนติเมตร

$$\begin{aligned} \text{จะได้ว่า พื้นที่ฐานของขนมเทียน} &= 4 \times 4 \\ &= 16 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

และขนมเทียนสูง 6 เซนติเมตร

$$\text{ดังนั้น ขนมเทียนหนึ่งห่อมีปริมาตร} = \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{ความสูง}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{3} \times 16 \times 6 \\ &= 32 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร} \end{aligned}$$

แต่ ขนมเทียนแต่ละห่อใช้แป้งประมาณ  $\frac{3}{4}$  ของเนื้อขนม

$$\text{จะได้ว่า ขนมเทียนหนึ่งห่อมีแป้งประมาณ } 32 \times \frac{3}{4} \approx 24 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

ไบ๊วต้องการทำขนม 50 ห่อ

$$\text{จะได้ว่า ต้องใช้แป้งในการทำขนมเทียนทั้งหมดประมาณ } 50 \times 24 \approx 1,200 \text{ ลูกบาศก์}$$

เซนติเมตร

เนื่องจาก 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เท่ากับ 1 ลิตร

$$\text{ดังนั้น แป้งประมาณ } 1,200 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร เท่ากับประมาณ } \frac{1,200}{1,000} = 1.2 \text{ ลิตร}$$

นั่นคือ ไบ๊วจะต้องใช้แป้งในการทำขนมเทียนทั้งหมดประมาณ 1.2 ลิตร

ตอบ ประมาณ 1.2 ลิตร

อธิบายแนวคิด  
หรือหาเหตุผล  
สนับสนุนคำตอบ  
จากหลักการหรือ  
ทฤษฎีทาง  
คณิตศาสตร์ได้  
ถูกต้อง ชัดเจน  
และสมเหตุสมผล

แสดงขั้นตอน  
ประกอบการ  
ให้เหตุผลที่  
ถูกต้องชัดเจน

สรุปคำตอบ  
ได้ถูกต้อง  
สมบูรณ์



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์  
แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. อาจารย์ปาริณี วัชชวัลคุ

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ คศ.3

โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร

3. อาจารย์ชบาไพร ธรรมวาสี

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ คศ.3

โรงเรียนวัดสังเวช เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร







## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวสิรินทรา มินทะขัติ
วันเดือนปีเกิด	8 พฤศจิกายน 2528
สถานที่เกิด	อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดสังเวช 108 ถนนลำพู แขวงวัดสามพระยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200

## ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2544	มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนเชียงของวิทยาคม จังหวัดเชียงราย
พ.ศ.2547	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จังหวัดกรุงเทพมหานคร
พ.ศ.2552	ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ. เกียรตินิยมอันดับ 1) สาขาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
พ.ศ.2556	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ