

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน(Problem - Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ปริญาานิพนธ์
ของ
วาสนา ภูมิ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ตุลาคม 2555

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน(Problem - Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ปริญญาานิพนธ์
ของ
วาสนา ภูมิ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

ตุลาคม 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน(Problem - Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



บทคัดย่อ
ของ
วาสนา ภูมิ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
ตุลาคม 2555

วาสนา ภูมิ (2555). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนคละความสามารถของนักเรียน ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน โดยใช้เวลาในการสอน 18 คาบ แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One – Group Pretest – Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples และค่าสถิติ t-test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและ ร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECT OF PROBLEM – BASED LEARNING INSTRUCTION ACTIVITIES ON
PROBLEM SOLVING ABILITY AND MATHEMATICAL REASONING ABILITY
OF MATHYOMSUKSA II STUDENTS



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

October 2012

Wassana Phumee. (2012). *The Effect of Problem – Based Learning Instruction Activities on Problem Solving Ability and Mathematical Reasoning Ability of Mathayomsuksa II Students*. Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee: Assoc. Prof Dr. Somchai Chuchat.

The purposes of this research were to compare the before and after Problem Solving Ability and Mathematical Reasoning Ability of mathayomsuksa II students by using by using method of Problem-Based Learning Instruction with a statistic criterion.

The subjects of this study were 43 Mathayomsuksa II students in the second semester of 2012 academic year from Satriwithaya School. They were selected by using cluster random sampling technique. The experiment lasted for 18 periods. The One-Group pretest-posttest design was used for this study. The data were analyzed by using t-test for dependent samples and t-test for one sample.

The findings were as follows:

1. The mathematical problem solving ability for Mathayomsuksa II students after being taught by using problem-based learning instruction activities were higher than that before being taught at .01 level of significance.
2. The mathematical problem solving ability for Mathayomsuksa II students after being taught by using problem-based learning instruction activities were significantly higher than 70 percent criterion at .01 level of significance.
3. The mathematical reasoning ability for Mathayomsuksa III students after being taught by using problem-based learning instruction activities were higher than before being taught at .01 level of significance.
4. The mathematical reasoning ability for Mathayomsuksa III students after being taught by using problem-based learning instruction activities were significantly higher than 70 percent criterion at .01 level of significance.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน(Problem - Based Learning) เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

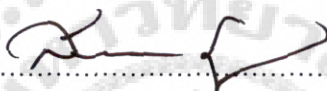
ของ

วาสนา ภูมิ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ ...4... เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2555

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า



.....ที่ปรึกษา



.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)



.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)



.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณา และการให้คำปรึกษาในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ดูแล เอาใจใส่และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัย รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์และสอบปากเปล่าทุกท่าน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้รับความกรุณาจาก ดร. ขวัญ เพียชัย อาจารย์ปจวรีย์ วัชชวัลคุ และอาจารย์ประจิต เอื้ออภิสิทธิ์วงศ์ ที่ได้เสียสละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นประโยชน์และมีคุณค่าต่อการทำวิจัยอันทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีค่ายิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากโรงเรียนสตรีวิทยา ที่ให้ความร่วมมือและให้ความสะดวกในการทดลองหาคุณภาพเครื่องมือ ตลอดจนทำการทดลองและเก็บข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์จันทงค์ แจ่มจันทร์วงศ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีวิทยา อาจารย์สุพัสชา พิณจชอบ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคณะครูอาจารย์โรงเรียนสตรีวิทยา ทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวก เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนให้ ผู้วิจัยทำการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวิทยาทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ สมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ผู้เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ และขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำและให้กำลังใจตลอดเวลา ผู้วิจัยจักระลึกถึงพระคุณของทุกท่านตลอดไป

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

วาสนา ภูมิ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
สมมติฐานในการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	11
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	48
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	68
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	81
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	81
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	81
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	82
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	82
วิธีดำเนินการวิจัย.....	96
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล.....	98
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	102
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	103

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ.....	107
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	107
สมมติฐานในการวิจัย.....	107
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	108
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	108
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	108
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	109
สรุปผลการวิจัย.....	109
อภิปรายผล.....	110
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	113
ข้อเสนอแนะ.....	114
บรรณานุกรม.....	115
ภาคผนวก.....	124
ภาคผนวก ก.....	125
ภาคผนวก ข.....	139
ภาคผนวก ค.....	147
ภาคผนวก ง.....	177
ภาคผนวก จ.....	189
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	192

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 รูปแบบของแผนการอภิปราย.....	21
2 โครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	24
3 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียน และความสนใจในห้องเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยครูผู้สอนในลักษณะใช้การบรรยาย.....	34
4 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนและความ สนใจในห้องเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยครูผู้สอน ในลักษณะให้คะแนนเป็นระบบอัตราส่วน.....	35
5 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลตนเอง ของผู้เรียน.....	37
6 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินตัวเองของครูผู้สอน ในลักษณะใช้การบรรยาย.....	38
7 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินตัวเองของครูผู้สอน ในลักษณะให้คะแนนเป็นระบบอัตราส่วน.....	40
8 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลของปัญหา.....	42
9 ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มาตรฐาน ค 6.1 ที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์.....	73
10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	88
11 แนวทางการให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	90
12 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	95
13 แบบแผนการวิจัย.....	96
14 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดย ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ.....	103
15 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70).....	104
16 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ.....	105

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
17 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ70).....	106
18 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ.....	127
19 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ.....	128
20 ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ.....	129
21 ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ.....	131
22 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (α - Coefficient) ของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ	133
23 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ.....	133
24 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (α - Coefficient) ของแบบทดสอบ	136
25 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ.....	136
26 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ (20คะแนน).....	141
27 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและ ร้อยละ (20คะแนน).....	144

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
2 วงจรหลักการของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	16
3 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	31
4 บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.	43
5 แบบจำลองของการแก้ปัญหาในแนวเส้นตรง.....	54
6 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ.....	55
7 ลำดับขั้นของการคิด (Hierarchy of Thinking).....	69
8 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน(Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ.....	83
9 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	87
10 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	94



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สังคมไทยในปัจจุบันกำลังเผชิญกับวิกฤตต่าง ๆ รอบด้านอันเนื่องมาจากการรีบเร่งเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างรวดเร็วให้ทันกระแสของโลกยุคโลกาภิวัตน์ สภาพการณ์ต่าง ๆ เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นวิกฤตทางเศรษฐกิจ การเมือง ความเสื่อมโทรมของสังคม ความหย่อนยานทางศีลธรรมและจริยธรรม รวมทั้งความพ่ายแพ้ในการแข่งขันคุณภาพและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ในระดับสากล ล้วนบ่งชี้อย่างชัดเจนถึงความล้มเหลวของการพัฒนา และความไม่พร้อมของปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพของ “คน” อันเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุดของสังคม สภาพการณ์ดังกล่าวได้ก่อให้เกิดกระแสเรียกร้องให้มีการปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาการศึกษาอย่างเร่งด่วน โดยทุกฝ่ายต่างเห็นพ้องต้องกันว่า ต้องมีการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของชาติด้วยการปฏิรูปการศึกษาให้สามารถสร้างและพัฒนาคนให้มีคุณภาพ รู้เท่าทันต่อกระแสการเปลี่ยนแปลงและตอบสนองความต้องการของสังคมและประเทศชาติอย่างแท้จริง (วิวัฒนาพร ระบุว่าทุกข์. 2545: 1)

จากวิสัยทัศน์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 4) ดังนั้นการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาประชากรให้มีคุณภาพ มีความรู้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และทันเหตุการณ์ภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์จึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง โดยเฉพาะแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549) ได้เน้นการพัฒนาคน ในทุกมิติอย่างเป็นองค์รวมโดยถือว่าคนเป็นปัจจัยก่อให้เกิดความสำเร็จของการพัฒนาที่ยั่งยืน (กรมวิชาการ. 2544ก: 2)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และทำให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2551: 1) นอกจากนี้วิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีระบบ มีเหตุผล จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

และถือว่าเป็นวิชาที่มีความสำคัญยิ่งวิชาหนึ่ง และในการที่ผู้เรียนจะได้รับประโยชน์สูงสุดจากการเรียนคณิตศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับการสอนของครูเป็นสำคัญ ดังนั้นการเลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกลุ่มผู้เรียนเป็นเรื่องที่ควรคำนึงถึงไม่มีวิธีการสอนใดที่ดีที่สุด แต่ละเนื้อหาอาจเหมาะสมกับวิธีการที่แตกต่างออกไป แม้แต่เนื้อหาเดียวกันก็อาจใช้วิธีสอนได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของผู้เรียน และอาจต้องใช้วิธีการสอนหลาย ๆ อย่างร่วมกัน ใช้อุปกรณ์การสอน สื่อการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้เรียนเห็นเป็นรูปธรรม เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้นและชัดเจนขึ้น (ชมขนาด เชื้อสุวรรณทวี. 2542: 1) จะเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการศึกษาขั้นสูงและวิทยาการสาขาต่าง ๆ และความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ล้วนแต่อาศัยความรู้คณิตศาสตร์ แต่นักเรียนส่วนมากก็ยังไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ (สิริพร ทิพย์คง. 2545: 123)

ซึ่งการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้สำเร็จนั้นมีเป้าหมายที่สำคัญอยู่ 2 ประการ คือทำให้นักเรียนรู้จักคิดและมีทักษะในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ โดยเครื่องมือที่จะทำให้นักเรียนเกิดคุณลักษณะตามเป้าหมายทั้งสองประการนั้นได้คือการฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาในชั้นเรียน ซึ่งประสบการณ์จากการฝึกทักษะในชั้นเรียนนี้จะป็นรากฐานที่สำคัญอันจะนำไปสู่การพัฒนาวิธีการคิดและเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาต่อไป (จุมพต ขำวีระ. 2538: 3) นอกจากนี้ทักษะในการแก้ปัญหาแล้วการให้เหตุผลก็ถือว่าเป็นเป้าหมายที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะการให้เหตุผลเป็นพื้นฐานของการเรียนและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เราไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยปราศจากการให้เหตุผล การแสดงเหตุผลที่ดีมีคุณค่ามากกว่าการที่ผู้เรียนหาคำตอบที่ถูกต้องได้ (สมาครคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 1989: 6-81) ซึ่งการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด การเป็นผู้รู้จักคิด คิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนจะเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาตนเองทั้งในการทำงานและการดำรงชีวิต

เพื่อบรรลุถึงบทบาทสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์การสอนคณิตศาสตร์ในยุคนี้จำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ มีทักษะความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มากพอเพียง และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆได้ (ปานทอง กุลนาถศิริ. 2540? : ออนไลน์) การจัดการเรียนรู้ที่เป็นวิชาการมากกว่าสภาพความเป็นจริงในชีวิตประจำวันทำให้ผู้เรียนไม่เห็นประโยชน์ของการเรียน ผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติและจัดการกับข้อมูลด้วยตนเองจนเข้าใจเกิดการเรียนรู้ด้วยสมองของผู้เรียนจึงจะได้ความรู้ (นิรมล ศตวุฒิ. 2547: 3) จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูต้องมุ่งแสวงหาวิธีการที่จะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จ ด้วยการเป็นผู้นำกับตนเอง เป็นนักแก้ปัญหาที่ได้ผลและเป็น นักคิดเพื่อจะสามารถสนองความต้องการที่แตกต่างของนักเรียน วิธีการสอนที่หลากหลาย ไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือของครู แต่เป็นปรัชญาที่ครูต้องนำไปใช้เพื่อสนองความต้องการของนักเรียน วิธีการสอนที่หลากหลายช่วยให้นักเรียนมีทางเลือกที่จะบรรลุมาตรฐานที่กำหนด ทำทายนักเรียนและเป็นทางเลือกให้นักเรียนประสบความสำเร็จ (อรจรรย์ ฤ ตะแก้วทุ่ง. 2545: 8)

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning หรือ PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบท (context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก (มณฑรา ธรรมบุศย์. 2545: 12) ที่ผู้เรียนจะนำความรู้ไปใช้จริงในอนาคต นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีโอกาสได้เสนอหรือเสริมสร้าง (contribute) อย่างสร้างสรรค์ให้แก่สังคม ดังนั้นบริบทของการเรียนรู้จึงมีความสำคัญ และมีความหมายกับผู้เรียนเช่นเดียวกับข้อมูล que ผู้เรียนควรจะได้รับ นอกจากนี้กิจกรรมตามสภาพจริงเป็นหัวใจของการเรียนรู้จากปัญหา เมื่อผู้เรียนวิเคราะห์ สำรวจ ค้นคว้า ปฏิบัติ และแก้ปัญหาในสภาพจริง ผู้เรียนจะได้พัฒนาทั้งความรู้และทักษะการแก้ปัญหา (นิรมล ศตวุฒิ. 2547: 4) และจากโครงการวิจัยและพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL) เพื่อการขับเคลื่อนการคิดสู่ห้องเรียน สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) มอบหมายให้สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการได้ศึกษาและดำเนินโครงการขับเคลื่อนการคิดสู่ห้องเรียน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ รู้จักใช้เหตุผลและวิจรณ์ญาณในการตัดสินใจ สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษาจึงได้ศึกษาและติดตามผลการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning: PBL) ของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ซึ่งได้ทดลองพัฒนากับครูในโรงเรียนที่จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 2 โรงเรียน พบว่าการจัดการเรียน การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เป็นรูปแบบการสอนแนวทางหนึ่งที่จะนำไปสู่การปฏิรูปการศึกษาอย่างแท้จริง ที่จะส่งผลทำให้การเรียนการสอนของครูเปลี่ยนไปเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครูและนักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ทำให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันทำงานเป็นทีม กล่าวพูดกล้าแสดงออกมากขึ้น นักเรียนมีความคิดเป็นระบบมากขึ้น รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลในการตัดสินใจแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนด หรือปัญหาในชีวิตประจำวัน (สำนักพัฒนานวัตกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2551?: ออนไลน์) และจากการศึกษางานวิจัยทั้งในและนอกประเทศยังพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาตนเองของผู้เรียน กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม สร้างแรงกระตุ้นให้กับผู้เรียน ทำให้กลุ่มผู้เรียนสามารถควบคุมแนวทางเพื่อที่จะค้นหาคำตอบด้วยตัวเองได้

จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning หรือ PBL) มาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียน

เห็นความสำคัญในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละกับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปเป็นแนวทางสำหรับครูสอนวิชาคณิตศาสตร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ในสาระอื่น ๆ อีกด้วย

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของ โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร มีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 12 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 636 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนตามความสามารถของนักเรียนได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยใช้วิธีการทดลองโดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาทั้งหมด 21 คาบ ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ คาบละ 50 นาที และมีการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 75 นาที และทดสอบหลังเรียน (Post-test) 75 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในวิจัยในครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งมีเนื้อหาย่อยตามหัวข้อต่อไปนี้

- | | |
|--------------------------------|-------------|
| 1. อัตราส่วน | จำนวน 2 คาบ |
| 2. อัตราส่วนที่เท่ากัน | จำนวน 2 คาบ |
| 3. อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน | จำนวน 3 คาบ |
| 4. สัดส่วน | จำนวน 5 คาบ |
| 5. ร้อยละ | จำนวน 6 คาบ |

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

- 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจ ผ่านทางกระบวนการทำงานกลุ่ม การสืบค้น กระบวนการทำความเข้าใจและแก้ไขปัญหาด้วยเหตุผล ซึ่งตัวปัญหานั้นจะมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงและเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูเตรียมความพร้อมของผู้เรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ต่างๆที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อาจเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป เพื่อให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นลักษณะของปัญหาอย่างกว้างๆ และกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ และเกิดความสนใจที่จะดำเนินการเพื่อหาคำตอบ

2. ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 กำหนดปัญหา ครูเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ซึ่งเป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา จากนั้นครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3- 4 คน

2.2 ทำความเข้าใจกับปัญหาเมื่อครูเสนอปัญหาให้แล้วสมาชิกกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของการกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหา และแนวทางในการแก้ไขปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา สิ่งที่ต้องการเรียนรู้กลุ่มผู้เรียนจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ เพราะในปัญหาเริ่มต้นหนึ่งปัญหาที่ครูเสนอให้ อาจมีปัญหาย่อยออกมาอีกก็ได้ขึ้นอยู่กับ การวิเคราะห์ปัญหา หรือความเข้าใจหรือไม่เข้าใจของกลุ่ม

2.3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา เมื่อระบุปัญหาแล้วกลุ่มผู้เรียนร่วมกัน วิเคราะห์ปัญหาและกำหนดวิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ประกอบด้วย นักเรียนจะต้องแบ่งประเด็นที่ต้องศึกษาและวางแผนขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

- ข้อเท็จจริงจากปัญหา คือ ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์หรือปัญหา หรือข้อเท็จจริงที่ได้จากการอภิปราย หรือข้อมูลความรู้เดิมที่เคยเรียนรู้มาแล้ว
- ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม คือ ข้อมูลที่ต้องนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม
- วิธีการศึกษาค้นคว้า คือ วิธีการที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้หรือ ข้อมูลที่ต้องการ

2.4 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆที่ครูได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำการกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจ สามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้

2.5 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่กลุ่มผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยน อภิปรายผลและสังเคราะห์ภายในกลุ่ม ว่าความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

2.6 เสนอผลงานและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตัวเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของ ปัญหาอีกครั้งประกอบด้วย การเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนงานของกลุ่ม

ทั้งหมด และจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นๆ ด้วย ในขั้นนี้ครูผู้สอนและผู้เรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ของแต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้าอีกครั้ง

3. ขั้นสรุป

ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทั้งหมด รวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ในการประยุกต์ความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ต่างๆ และประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อค้นหาคำตอบเมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินการที่เป็นลำดับขั้นตอนและจะต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหาซึ่งวัดได้จากคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามแนวความคิดของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา สิ่งแรกที่ต้องทำความเข้าใจ คือ สัญลักษณ์ต่างๆ ในปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสรุปปัญหาในภาษาของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาถามหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่ให้มา อะไรคือเงื่อนไข และถ้าจำเป็นต้องให้ชื่อกับข้อมูลต่าง ๆ เขาควรจะเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสมได้ นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจ เข้าแล้วซ้ำอีกและหลายๆ แง่มุมจนกระทั่งสามารถสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ในปัญหาให้ชัดเจนเสียก่อน สิ่งที่ต้องการหามีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ให้มาอย่างไรซึ่งสัมพันธ์กับปัญหานั้นบ้าง เทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการวางแผนนั้นควรแบ่งเป็นขั้นๆ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ และในขั้นตอนใหญ่แต่ละขั้นก็จะแบ่งออกเป็นขั้นเล็กๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ในขั้นนี้นักเรียนต้องมองเห็นว่า ถ้าเขาต้องการสิ่งหนึ่งเขาจะต้องใช้เหตุผลหรือข้ออ้างอะไร เพื่อที่จะให้ได้สิ่งนั้นมาตามที่ต้องการ

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือทำการคิดคำนวณตามแผนการที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้ คือ ทักษะการคำนวณ การรู้จักเลือกวิธีการคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนวิธีการและคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและสำรวจดูผล ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ของเขา และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

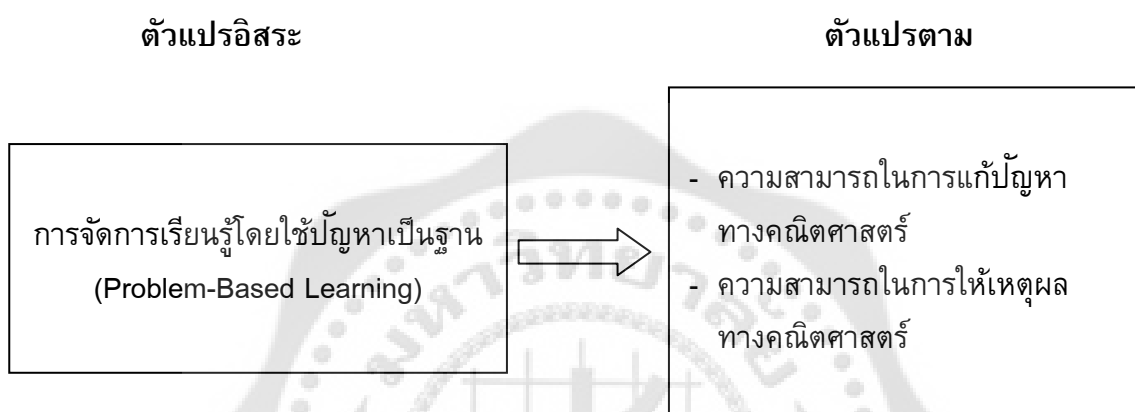
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันข้อสรุปว่าเป็นจริง จากกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ ตรรกะตรองหาเหตุผล หาความสัมพันธ์ของแนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด เพื่อรวบรวมข้อเท็จจริง แล้วแสดงเหตุผลเพื่ออธิบายข้อสรุปและข้อยืนยันข้อสรุปนั้นได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งวัดได้จากคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวมเป็น 20 คะแนน และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546: 121) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2546: 143) ดังนี้

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการได้อย่างถูกต้อง - มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3 ดี	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการได้อย่างถูกต้อง - มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2 พอใช้	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการไม่ครบ - มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่อาจไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี
1 ยังต้องปรับปรุง	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการไม่ครบ - มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่ไม่สมเหตุสมผลและไม่ระบุนการอ้างอิง
0 ไม่มีความพยายาม	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

4. เกณฑ์ (Criteria) หมายถึง ความต้องการขั้นต่ำที่จะยอมรับว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning หรือ PBL) มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2547: 15)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แนวคิดจากการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning หรือ PBL) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงสรุปเขียนเป็นแผนภาพแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.1 ประวัติความเป็นมาของการใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.3 ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.4 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.5 ขั้นตอนการสร้างปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.6 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.7 การประเมินผลในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.8 บทบาทของผู้เรียนและครูผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหา
 - 2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.4 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.5 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถทางการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1 ประวัติความเป็นมาของการใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในระยะเวลาผ่านมามีทฤษฎีการเรียนรู้ใหม่ๆเกิดขึ้นหลายทฤษฎี แต่ทฤษฎีการเรียนรู้ที่นักการศึกษาส่วนใหญ่ให้ความสนใจกันมากที่สุดได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivist learning theory) ซึ่งมีแนวคิดที่สอดคล้องกับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มากที่สุด คือเชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้สร้างความรู้ที่เป็นของตนเองขึ้นมาจากความรู้ที่มีอยู่เดิมหรือจากความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ ด้วยเหตุนี้ห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 จึงไม่ควรเป็นห้องเรียนที่ครูเป็นผู้จัดการทุกสิ่งทุกอย่าง โดยนักเรียนเป็นฝ่ายรับ (Passive learning) แต่ต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเอง สร้างความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจของตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น (Active learning) รูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดนี้มีอยู่หลายรูปแบบ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) การเรียนรู้แบบช่วยเหลือกัน (Collaborative learning) การเรียนรู้โดยการค้นคว้าอย่างอิสระ (Independent investigation method) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เป็นต้น

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีการพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Sciences) ของมหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ (McMaster University) ที่ประเทศแคนาดา ได้นำมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาแพทย์ จนกระทั่งกลางปี ค.ศ. 1980 การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงได้ขยายออกไปสู่การสอนในสาขาอื่นๆ ทุกวงการวิชาชีพ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ เป็นต้น และมีการนำไปใช้สอนตามมหาวิทยาลัยต่าง ๆ มากขึ้น ตัวอย่างมหาวิทยาลัยที่นำ PBL ไปใช้ในการเรียนการสอน อาทิเช่น Harvard, New Mexico, Bowman Gray, Boston, Illinois, Southern Illinois, Michigan State, Tufts, Mercer, Southern Illinois, Stamford, Northwestern, Indiana and the University of Illinois, University of Hawaii, University of Missouri – Columbia, University of Texas – Houston, University of California – Irvine, University of Pittsburgh, University of Delaware เป็นต้น (มัทธรา ธรรมบุศย์. 2545: 14) และในปัจจุบันได้ขยายไปสู่ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษามากขึ้น (รังสรรค์ ทองสุกนอก. 2547: 11; อ้างอิงจาก Gordon; et al. 2001, Zhang. 2002; Illinois Mathematics and Science Academy (IMSA). 1999)

1.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้าได้มีผู้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้หลายท่านดังนี้

บารอวส์ และ แทมบลิน (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544: 42; อ้างอิงจาก Barrows; & Tamblyn. 1980: 18) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา

สเตเปียน และ แกลลากเชอร์ (Stepien; & Gallagher. 1993: 26) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การเรียนรู้และการฝึกหัดจากการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากชีวิตจริง

ไวท์ (ราตรี เกตบุตรดา. 2546: 13; อ้างอิงจาก White. 1996.) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งสามารถสรุปได้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลกแห่งความเป็นจริงที่มีความซับซ้อนก่อนซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมอภิปรายทำความเข้าใจปัญหาศึกษาค้นคว้าข้อมูลหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาเพิ่มเติม และลงมือแก้ปัญหานั้นๆโดยใช้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม โดยครูเป็นผู้อำนวยการความสะดวกประจำกลุ่ม

ทอร์ป และ เซก (Torp; & Sage. 1998: 14-16) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้า และแก้ปัญหา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นทั้งยุทธวิธีที่ใช้ในการเรียนการสอน และใช้เป็นแนวทางในการจัดหลักสูตร ซึ่งมีลักษณะดึงดูดให้นักเรียนได้เข้าไปแก้ปัญหา ครูเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและสำรวจ หลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีปัญหาเป็นแกนกลาง มีบทบาทในการเตรียมประสบการณ์ที่จะส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนให้สร้างความรู้ด้วยตนเองและบูรณาการสิ่งต่างๆที่ได้เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน ในขณะที่เรียนรู้นักเรียนจะถูกทำให้เป็นนักแก้ปัญหา และพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ ในกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้ร่วมแก้ปัญหา มีหน้าที่ในการสร้างความสนใจ สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกเพื่อให้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์

บาร์โรว์ส และ เคลสัน (มัทธรา ธรรมบุศย์. 2549: 42; อ้างอิงจาก Barrows; & Kelson. 2000.) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นทั้งหลักสูตรและกระบวนการ โดยหลักสูตรจะประกอบด้วยปัญหาที่มีการออกแบบและเลือกสรรมาอย่างรอบคอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้จักใช้ยุทธศาสตร์ในการแก้ไขปัญหา และมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นทีม ในส่วนของกระบวนการ จำลองแบบมาจากกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ ผู้เรียนจึงสามารถ นำความรู้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาระดับชีวิตและปัญหาที่เกิดจากการประกอบอาชีพได้

อีเดนส์ (Edens. 2000: online) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ที่จะคิดเป็น และแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และปัญหามีความซับซ้อนซึ่งเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหา และเกิดทักษะการแก้ปัญหา

เบน (มัทธรา ธรรมบุศย์. 2549: 43; อ้างอิงจาก Bene. 2000.) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดจากผลของการประยุกต์ใช้กระบวนการหาเหตุผลเชิง ตรรกวิทยาในการสร้างความเข้าใจและหาทางออกของปัญหา

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2545: 13) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบท (context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ปัญหาเป็นหลัก

วัฒนา รัตนพรหม (2548: 34) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นหลักยุทธศาสตร์การจัดการเรียนการสอนโดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนจากสถานการณ์ที่เป็นจริงซึ่งอยู่ในรูปของปัญหาที่จะพบได้ในชีวิตจริงของการปฏิบัติงานตามวิชาชีพที่หลักสูตรนั้นต้องการผลิตขึ้น ทั้งนี้เพื่อศึกษาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญห ฝึกฝนความสามารถในการแสวงหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยไม่ได้เน้นเนื้อหาเป็นรายวิชา

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจ ผ่านทางกระบวนการทำงานกลุ่ม การสืบค้น กระบวนการทำความเข้าใจและแก้ปัญหาด้วยเหตุผล ซึ่งตัวปัญหานั้นจะมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงและเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้

1.3 ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้าลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้
 กิจซีเลียเออส์ (Gijseleers. 1996: 13-14) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา
 เป็นฐานไว้ 3 ประการ คือ

1. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการสร้างไม่ใช่กระบวนการรับ การ
 เรียนรู้เกิดขึ้นจากการสร้างความรู้ เชื่อมโยงกับเครือข่ายมโนทัศน์ที่มีความหมาย การเกิด
 การเรียนรู้ และข้อมูลใหม่มีอยู่แล้วในเครือข่าย ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนจะอย่างไรกับข้อมูลเหล่านั้น
 ข้อมูลใหม่เกิดขึ้นได้จากการระลึกถึงความรู้เดิมที่มีอยู่ และเคยใช้ความรู้นั้นๆในการแก้ปัญหา นั้น
 คือ ความรู้เดิมจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การรู้เกี่ยวกับสิ่งที่รู้ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ (Knowing About Knowing Affects
 Learning) การเรียนรู้จะแกร่งกล้าเมื่อนักเรียนมีทักษะในการกำกับตนเอง ซึ่งเป็นองค์ประกอบของ
 ทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ นั่นคือ มีการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ว่าจะทำอะไร สามารถ
 เลือกยุทธวิธีว่าจะทำอย่างไร และมีการประเมินผลว่าบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่ ซึ่งเป็นการตรวจสอบ
 การเรียนรู้ของตนเอง การที่จะประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหานั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้ที่อยู่ใน
 ตัวเพียงอย่างเดียวแต่จะขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งความสำเร็จ
 บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

3. ปัจจัยทางสังคมและองค์ประกอบแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้เป็นปัจจัยที่เป็น
 ตัวนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความรู้ และสามารถนำไปใช้เป็นกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำ
 ให้ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการในการศึกษาระดับสูงขึ้น รูปแบบการเรียนที่เป็นไป
 ตามสภาพแวดล้อมที่ทำให้ผู้เรียนได้ประสบกับปัญหาจริง หรือการได้ปฏิบัติเกี่ยวกับอาชีพ ทำให้
 ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดไปใช้ในการแก้ปัญหา และปัจจัยทางสังคมนั้นก็ยังมีอิทธิพลต่อการ
 เรียนรู้ของแต่ละบุคคล นั่นคือการทำงานเป็นกลุ่มทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและ
 กัน อันจะก่อให้เกิดทางเลือกหลากหลายที่จะนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา

ทอร์พ และ เซก (Torpe; & Sage. 1998: 14) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้
 ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

- ดึงดูดความสนใจของนักเรียน เหมือนพวกเขาได้เข้าไปอยู่ในสถานการณ์ของ
 ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง
- รวบรวมหลักสูตรที่เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายจากการ
 เรียนรู้ของนักเรียนในทิศทางที่เกี่ยวกับการเชื่อมโยงกัน
- สร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้โดยรวบรวมความคิดของนักเรียน และแนะนำให้
 นักเรียนตั้งคำถาม เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science and Academy. 2001: online) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. ในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ปัญหาที่มีแนวทางในการหาคำตอบหลากหลาย (ill-structured problem) จะถูกนำเสนอเป็นอันดับแรกและจัดเป็นศูนย์กลางของเนื้อหาสาระ และบริบทของการเรียนรู้

2. ปัญหาที่เป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ มีลักษณะดังนี้

2.1 โครงสร้างที่มีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการหาคำตอบได้หลากหลาย (ill-structured) เป็นลักษณะปัญหาตามแบบธรรมชาติทั่วไป

2.2 สถานการณ์จะมีลักษณะที่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ตายตัว (messy)

2.3 มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอเมื่อมีข้อมูลใหม่ๆเพิ่มเข้ามา

2.4 ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายๆ หรือรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน

2.5 ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป

3. การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในชั้นเรียนนั้น นักเรียนจะถูกจัดให้มีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ครูถูกจัดให้มีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ (tutors and coaches)

4. ในกระบวนการสอนและการเรียน จะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลต่างๆ แต่ความรู้ที่นักเรียนแต่ละคนจะต้องสร้างขึ้นด้วยตนเอง การคิดต้องเต็มไปด้วยความชัดเจนมีความหมาย

5. การประเมินการเรียนรู้จะประเมินตามสภาพจริงโดยดูที่ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2545: 13) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

- ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้อย่างแท้จริง (Student-centered learning)

- การเรียนรู้เกิดขึ้นในกลุ่มผู้เรียนที่มีขนาดเล็ก

- ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (Guide)

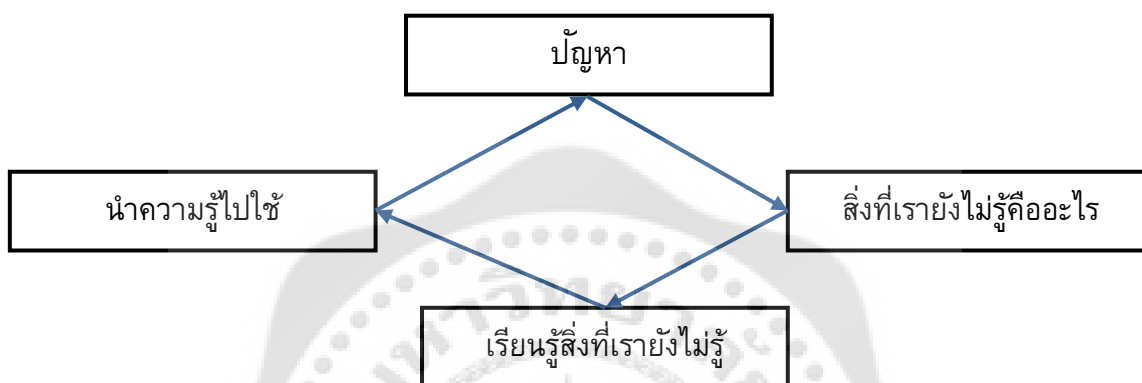
- ใช้ปัญหาเป็นตัวตั้งกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้

- ปัญหาที่นำมาใช้มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจมีคำตอบได้หลายคำตอบหรือแก้ไขปัญหาได้หลายทาง (Ill-structure Problem)

- ผู้เรียนเป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ๆด้วยตนเอง (Self-directed learning)

- ประเมินผลจากสถานการณ์จริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติ (Authentic assessment)

การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ไม่ใช่การสอนแบบแก้ปัญหา (Problem solving method) เพราะการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์โดยตรงของผู้เรียนต้องมาก่อน โดยปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางให้ผู้เรียนต้องไปแสวงหาความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง เพื่อจะได้ค้นพบคำตอบของปัญหานั้น กระบวนการหาความรู้ด้วยตนเองนี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา ดังภาพประกอบ 2 แสดงวงจรหลักการของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning)



ภาพประกอบ 2 วงจรหลักการของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)

ที่มา: มัณฑรา ธรรมบุศย์. (2545, กุมภาพันธ์). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem - Based Learning). วารสารวิชาการ. 5(2): 11-17.

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2548: 78) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า ลักษณะเฉพาะตัวของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. ประเด็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้ ปัญหาคือหัวใจสำคัญของการสอนโดยให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ลักษณะของปัญหาที่นำมาเรียนจะเป็นปัญหาที่พบบ่อย มีกระบวนการการเข้าถึงปัญหาที่ซับซ้อน สามารถกระตุ้นให้เกิดคำถามได้ครอบคลุมกรอบแนวคิดและสาระที่ต้องเรียนตามหลักสูตรที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ประเด็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้มีหลากหลาย ต้องอาศัยการค้นคว้าหาคำตอบในแง่มุมต่างๆ ต้องใช้พื้นฐานความรู้อย่างกว้างขวาง สามารถสร้างมโนทัศน์ (Concept) ที่สำคัญๆ ได้ ข้อประเด็นปัญหาสำหรับผู้เรียนคือ ต้องเป็นปัญหาที่ตรงตามจุดประสงค์ของหลักสูตร และระดับชั้นปีของผู้เรียน วิธีการนำเสนอประเด็นปัญหาอาจเป็นกรณีศึกษา การเล่าเรื่อง หรือการสร้างสถานการณ์จำลองอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

2. สื่อการเรียนรู้ ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองให้มากที่สุดและถูกต้องที่สุด จึงจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องมีสื่อที่สมบูรณ์ที่สุดอย่างน้อยต้องมีตำราศึกษาค้นคว้า สถิติ ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หากเป็นไปได้ต้องมีสื่อ โสตทัศนและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ผู้เรียนสามารถใช้เป็นแหล่งค้นคว้าได้อย่างอิสระ นอกจากนี้บุคคลและสถานที่ยังเป็นสื่อการเรียนรู้ที่สามารถเลือกใช้ได้ ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) เป็นผู้ชี้แนะ (Guide) หรือจัดทำเอกสารที่ผู้เรียนสามารถสืบค้น มีแหล่งเรียนรู้ เช่น บุคคล สถานที่ ถ้าแหล่งเรียนรู้เป็นชุมชน หรือสถานที่ต้องมีคำชี้แนะบรรยากาศและวิธีการเข้าถึงด้วย

3. ความรับผิดชอบของผู้เรียน ผู้เรียนต้องรับผิดชอบด้วยตนเอง และพึงความตั้งใจของตนเองในการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบและข้อความรู้ที่ต้องการ ผู้เรียนต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการอภิปรายเพื่อค้นประเด็นความรู้และคำตอบในการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องมุ่งมั่นและซื่อสัตย์ในการค้นคว้าด้วยตนเองอย่างเคร่งครัด การเรียนจึงจะมีประสิทธิภาพ

4. บทบาทของผู้สอน ผู้สอนทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนให้เป็นที่ไปตามจุดประสงค์ โดยทำหน้าที่ 3 ประการ คือ

4.1 อำนวยความสะดวกด้านวัสดุอุปกรณ์และสิ่งจำเป็นต่างๆ ในการศึกษาค้นคว้าที่ผู้เรียนต้องการใช้เพื่อศึกษาค้นคว้าคำตอบ

4.2 ให้คำแนะนำเมื่อจำเป็นเท่านั้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง อาจต้องให้ความรู้แก่ผู้เรียนบ้างในกรณีที่ผู้เรียนไม่สามารถสืบค้นได้เอง

4.3 เป็นผู้ประเมินสมรรถนะของผู้เรียนขณะเรียนเป็นระยะๆ จูงใจให้ผู้เรียนเกิดแนวทางในการศึกษาและคิดค้นโดยการอภิปราย ชักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเสริมและสรุปประเด็นในการเรียนแต่ละครั้ง

พรรณี บุญประกอบ; และ มนัส บุญประกอบ (2548: ไม่ปรากฏเลขหน้า). กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า

1. ใช้ปัญหาโลกความจริง (real world problems) ปัญหาสอดคล้องและเป็นปริบทเป็นกระบวนการที่ต่อสู้อกับปัญหาแท้จริงที่นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาและทักษะการคิดเชิงวิจารณ์ญาณ (Critical thinking skills)

2. ความน่าเชื่อถือในปัญหาที่ขับเคลื่อนหลักสูตร ปัญหาไม่ใช่แบบทดสอบทักษะ แต่ช่วยในการพัฒนาทักษะ

3. ปัญหาไม่โครงสร้างที่ไม่ชัดเจนแท้จริง (truly ill-structured) มิได้มีคำตอบเดียว/ข้อมูลใหม่ที่มีการรวบรวมในกระบวนการทำซ้ำ/การรับรู้ปัญหา/การแก้ไขปัญหา/การเปลี่ยนแปลง

ทิตนา แคมมณี (2550: 137-138) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเป็นการจัดสภาพการณ์ ของการเรียนการสอนเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วย

ให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา นั้น รวมทั้งให้ผู้เรียนเกิดความไม่แน่ใจ เกิดทักษะ กระบวนการการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550: 2-3) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ควรเป็นปัญหาที่พบเห็นได้ในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริง
3. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตนเอง (Self-Directed Learning) ค้นหาและแสวงหาความรู้คำตอบด้วยตนเอง ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวเอง
4. ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการรับส่งข้อมูล เรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกการจัดระบบตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรู้จากคำตอบที่ได้มีหลากหลายองค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียน มีการสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นนอกจากจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แต่อาจทำให้ผู้เรียนขาดการทำงานร่วมกับผู้อื่น
5. การเรียนรู้มีลักษณะบูรณาการความรู้ และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระจ่างชัด
6. ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะได้มาภายหลังจากการผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น
7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานและความก้าวหน้าของผู้เรียน

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่าลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดสภาพของการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา นั้น รวมทั้งให้ผู้เรียนเกิดความไม่แน่ใจ เกิดทักษะ กระบวนการการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ

1.4 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้าลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ทอร์พ และ เซก (Torp; & Sage. 1998: 20) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีลักษณะดังนี้

1. จะต้องมีความคลุมเครือ
2. จะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีข้อมูลใหม่มาสนับสนุน
3. ไม่สามารถแก้ไขได้โดยง่ายหรือไม่ได้ใช้สูตรตายตัวในการหาคำตอบ

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science and Academy. 2001: online) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีลักษณะดังนี้

1. โครงสร้างที่มีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการหาคำตอบได้หลากหลาย (ill-structured) เป็นลักษณะปัญหาตามแบบธรรมชาติทั่วไป

2. สถานการณ์จะมีลักษณะที่ยุกยักซับซ้อน ไม่ตายตัว (messy)
3. มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอเมื่อมีข้อมูลใหม่ๆเพิ่มเข้ามา
4. ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ง่ายๆ หรือรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน
5. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป

ทิสนา แคมมณี (2550: 137) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า ปัญหาสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดภาวะงุนงงสงสัยและความต้องการที่จะแสวงหาความรู้เพื่อจัดความสงสัยดังกล่าว การให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาจริงหรือสถานการณ์ปัญหาต่างๆ และร่วมกันคิดหาทางแก้ปัญหาเหล่านั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความหมาย และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ อันเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเรียนรู้ตลอดชีวิต

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550: 3-4) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ ลักษณะที่สำคัญของปัญหามีดังนี้

1. เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียน หรือผู้เรียนอาจมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้น
2. เป็นปัญหาที่พบบ่อย มีความสำคัญ มีข้อมูลประกอบสำหรับการค้นคว้า
3. เป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนตายตัว เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนคลุมเครือ หรือผู้เรียนเกิดความสงสัย
4. ปัญหาที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ข้อถกเถียงในสังคมยังไม่มีข้อยุติ

5. เป็นปัญหาที่อยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่อยากรู้ แต่ไม่รู้
 6. ปัญหาที่สร้างความเดือดร้อน เสียหาย เกิดโทษภัยและเป็นสิ่งไม่ดีหากใช้ข้อมูลโดยลำพังคนเดียวอาจทำให้เกิดปัญหาผิดพลาด
 7. เป็นปัญหาที่มีการยอมรับว่าจริง ถูกต้อง แต่ผู้เรียนไม่เชื่อว่าจริง ไม่สอดคล้องกับความคิดของผู้เรียน
 8. ปัญหาที่มีคำตอบหรือมีแนวทางในการแสวงหาคำตอบหลายทาง ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา
 9. เป็นปัญหาที่มีความยากความง่ายเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน
 10. เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องการการสำรวจค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล หรือทดลองดูก่อนจึงจะได้คำตอบ ไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้ง่ายๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไรหรือคำตอบ หรือผลของความรู้เป็นอย่างไร
 11. เป็นปัญหาส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะ สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา
- จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่าลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า ปัญหาสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนสงสัยและต้องการที่จะแสวงหาความรู้เพื่อขจัดความสงสัยดังกล่าว ไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้ง่ายๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไรหรือคำตอบ หรือผลของความรู้เป็นอย่างไร การให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาต่างๆ และร่วมกันคิดหาทางแก้ปัญหาต่างๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีเข้าใจ และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ

1.5 ขั้นตอนการสร้างปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้าขั้นตอนการสร้างปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

พิชากร แปลงประสพโชค (รังสรรค์ ทองสุกนอก 2547: 20-21; อ้างอิงจาก พิชากร แปลงประสพโชค. ม.ป.ป.) ได้กล่าวว่า การเตรียมปัญหาในการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นจะต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์พื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะพื้นฐานสำคัญ ดังนี้

1. สิ่งที่ยื่นให้ผู้เรียน (Input) คือปัญหา ซึ่งเปรียบเสมือนการทำทนายให้ผู้เรียนก้าวไปสู่สถานการณ์ที่ผู้เรียนอาจจะมีคำถามหรือไม่ก็ตาม แต่ก็ต้องตระหนักในความจำเป็นที่ต้องเข้าใจปัญหานั้น

2. กระบวนการ (Process) จากปัญหาที่ผู้เรียนได้มา จะนำผู้เรียนเข้าสู่กระบวนการที่ต้องตั้งสมมุติฐาน วิเคราะห์ อภิปราย ฯลฯ เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา ทั้งนี้โดยเริ่มจากการอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนข้างจำกัดเป็นฐานก่อน

3. สิ่งที่คาดหวัง (Outcome) เป็นสิ่งที่จะเกิดกับผู้เรียนเมื่อผ่านกระบวนการดังกล่าว มีดังต่อไปนี้

- กำหนดการเรียนรู้ขั้นต่อไปที่จำเป็นต่อความเข้าใจปัญหา
- เสนอแนะแนวทางในการรวบรวมข้อมูลมาเพิ่มเติมในการแก้ปัญหา
- พิจารณาหาแนวทางในการแก้ปัญหามีเหตุผล
- การประสานสัมพันธ์ความรู้ที่ได้รับจากการค้นคว้า

จากหลักเกณฑ์พื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ ในการสร้างปัญหาจึงต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย ซึ่งกระบวนการในการสร้างปัญหามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบการเรียนรู้ (Planning the block) ขั้นแรกของการกำหนดกรอบการเรียนรู้คือ การกำหนดประสบการณ์เรียนรู้ในหลักสูตรหรือสาขาวิชาใด ๆ ก็ตามสิ่งสำคัญที่ต้องกำหนดคือ

1. วัตถุประสงค์ (Objectives) คือการกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้านใดบ้าง ซึ่งโดยปกติวัตถุประสงค์ทางการศึกษา ที่ต้องคำนึงถึงมี 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (Knowledge หรือ Cognitive) ด้านเจตคติ (Attitude หรือ Affective) และด้านทักษะ (Practice หรือ Psychomotor)

2. กำหนดแนวความคิด (Concept) หรือหลักเกณฑ์พื้นฐาน (Basic principles) ที่ผู้เรียนควรต้องเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหา (Planning the problem) การกำหนดปัญหาจะต้องกำหนดให้สอดคล้องกับแนวความคิดที่คาดหวังไว้ว่าผู้เรียนควรจะเรียนรู้

ขั้นที่ 3 กำหนดแผนการอภิปราย (Planning the discussion) คือการสร้างคำถามเพื่อให้ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดไปยังแนวความคิดที่ต้องการซึ่งจะได้รูปแบบดังตาราง 1

ตาราง 1 รูปแบบของแผนการอภิปราย

ปัญหา (Problem)	คำถาม (Question)	แนวความคิด (Concept)

ขั้นที่ 4 จัดเตรียมแหล่งข้อมูล (Preparation of resource) ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะไม่มีกรถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนโดยตรง แต่ผู้เรียนจะเป็นผู้แสวงหาความรู้เอง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมแหล่งข้อมูลไว้ให้ผู้เรียน ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 อย่าง คือ

แหล่งข้อมูลที่เป็นบุคคลที่ให้ความรู้ และแหล่งข้อมูลที่เป็นวัสดุทางการเรียนที่ผู้เรียนสามารถค้นคว้าได้ เช่น ตำรา เอกสารต่างๆ อินเทอร์เน็ต เทป วิทยุ เป็นต้น

ขั้นที่ 5 กำหนดแผนการประเมินผล (Planning the assessment) การประเมินผลผู้เรียนแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. การประเมินผลเพื่อบอกความก้าวหน้าของผู้เรียน (Formative assessment)

พิจารณา 2 อย่างคือ

- 1.1 ดูความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามาได้กับปัญหาที่เรียน
- 1.2 ดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

2. การประเมินผลรวมในการนำไปใช้ในสถานการณ์จริงต่อไป (Summative assessment)

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 21-22) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบของปัญหา ได้แก่ การเลือกเนื้อหาสาระของการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างใน 3 ด้าน ได้แก่ด้านความรู้ ด้านเจตคติและด้านทักษะกระบวนการ และความคิดรวบยอดหรือหลักเกณฑ์พื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดและสร้างปัญหาที่สอดคล้องกับความคิดรวบยอดที่คาดหวังไว้ว่า ผู้เรียนควรจะเรียนรู้อะไร เมื่อครูเขียนปัญหาเสร็จแล้วครูลงดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยเพื่อให้มองเห็นความเป็นไปได้ในการหาคำตอบ คำตอบที่ได้มีอะไรบ้าง มีวิธีใดบ้างที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหา ความรู้ใดบ้างที่เป็นฐานในการแก้ปัญหาและหาได้จากแหล่งข้อมูลใด นั่นคือครูจะสมมุติบทบาทเป็นผู้เรียน เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของปัญหาและช่วยให้สามารถมองเห็นภาพรวมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สามารถนำไปเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนและวิธีการประเมินผล

ขั้นที่ 3 สร้างคำถามและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ คำถามที่สร้างขึ้นนี้ใช้กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการคิดไปสู่แนวความคิดรวบยอดที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 กำหนดแหล่งข้อมูลสำหรับให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้โดยการชี้แนะตนเอง

ขั้นที่ 5 กำหนดการประเมินผล โดยพิจารณาทั้งด้านความรู้และด้านทักษะ ในด้านความรู้จะพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามาเกี่ยวกับปัญหาที่ให้และดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ในด้านทักษะจะพิจารณาจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสร้างปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งดัดแปลงมาจากขั้นตอนการสร้างปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 21-22) ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดขอบเขตของปัญหา ได้แก่ การเลือกเนื้อหาสาระของการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ความคิดรวบยอดหลักเกณฑ์พื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดและสร้างปัญหาที่สอดคล้องกับความคิดรวบยอดที่คาดหวังไว้ว่า ผู้เรียนควรจะเรียนรู้อะไร คำตอบที่ได้มีอะไรบ้าง มีวิธีใดบ้างที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหา ความรู้ใดบ้างที่เป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาและหาได้จากแหล่งข้อมูลใด

ขั้นที่ 3 สร้างคำถามและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ คำถามที่สร้างขึ้นนี้ใช้กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการคิดไปสู่แนวความคิดรวบยอดที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 กำหนดแหล่งข้อมูลสำหรับให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

ขั้นที่ 5 กำหนดการประเมินผล โดยพิจารณาทั้งด้านความรู้และด้านทักษะ ในด้านความรู้จะพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามากับปัญหาที่ให้และดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ในด้านทักษะจะพิจารณาจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา

1.6 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการค้นคว้าขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ดีไลเซล (Delisle. 1997: 26-36) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เชื่อมโยงไปสู่ปัญหา (Connecting with the problem) ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนควรจะรู้สึกว่ปัญหามีความสำคัญ น่าสนใจและคุ้มค่าต่อเวลาของพวกเขา ครูผู้สอนเลือกปัญหาที่มีความเชื่อมโยงกับสิ่งที่ผู้เรียนอาจพบเจอในชีวิตประจำวัน เช่น ประสบการณ์ส่วนตัว ประสบการณ์จากครอบครัวหรือจากเพื่อน จากโทรทัศน์ หรือดนตรีที่นักเรียนสนใจ การเชื่อมโยงนี้อาจเกิดขึ้นจากกระบวนการการอ่าน หรือจากการอภิปรายนำเสนอหัวข้อ

ขั้นที่ 2 จัดโครงสร้าง (Setting up the structure) ในขั้นนี้ครูผู้สอนต้องแน่ใจว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงไปสู่ปัญหาได้แล้ว ในขั้นจัดโครงสร้างนี้เป็นการสร้างโครงสร้างสำหรับการทำงานผ่านปัญหาซึ่งจะมีการจัดขอบเขตของงานเพื่อที่จะนำไปสู่คำตอบ และถือเป็นหัวใจของกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงวิธีการคิดโดยใช้สถานการณ์และแนวทางการนำไปสู่คำตอบโดยครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อจัดโครงสร้างของการทำงานโดยครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้แนะนำเพื่อกำหนดโครงสร้างของการศึกษาอันประกอบด้วย

1. แนวคิด/แนวทางในการแก้ปัญหา (Ideas)
2. ข้อเท็จจริง (Facts)
3. ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning issues)
4. แผนการดำเนินงาน (Action plan)

จากโครงสร้างของการศึกษาข้างต้นสามารถแสดงเป็นตารางเพื่อแสดงความสัมพันธ์
ดังตาราง 2

ตาราง 2 โครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิด/แนวทางในการแก้ปัญหา (Ideas)	ข้อเท็จจริง (Facts)	ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning issues)	แผนการดำเนินงาน (Action plan)

ที่มา: Delisle. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. p.32.

ขั้นที่ 3 เข้าไปสู่ปัญหา (Visiting the problem) ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการร่วมกันสำรวจปัญหาและร่วมกันอภิปรายเพื่อเติมลงไปในตารางโครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในขั้นที่ 2 หลังจากที่ผู้เรียนได้ใส่ข้อมูลจนครบจะเห็นว่าสิ่งที่ผู้เรียนรวบรวมมาเป็นข้อมูลที่ได้จากการคำถามต่างๆของพวกเขา และข้อมูลที่เติมในสองช่องสุดท้ายจะเป็นแนวทางหรือแผนการที่จะนำไปสู่รูปแบบการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของผู้เรียน จากนั้นผู้เรียนจะแบ่งหน้าที่ในการศึกษาค้นคว้าอย่างอิสระแล้วนำความรู้ที่ได้มาเสนอต่อกลุ่มจนกระทั่งได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ครูผู้สอนจะเป็นผู้ที่คอยแนะนำแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมที่อาจช่วยเหลือนักเรียนได้แต่ครูต้องไม่ให้คำตอบกับนักเรียน และหลังจากที่ผู้เรียนทำการศึกษาค้นคว้าเสร็จเรียบร้อยแล้วครูผู้สอนและผู้เรียนก็จะร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนอีกครั้ง

ขั้นที่ 4 กลับเข้าสู่ปัญหาอีกครั้ง (Revisiting the problem) หลังจากที่ผู้เรียนทำการศึกษาค้นคว้าเสร็จแล้ว จะมีการอภิปรายในชั้นเรียนและมีการกลับเข้าสู่ปัญหาอีกครั้ง โดยสิ่งแรกที่ครูผู้สอนต้องทำคือให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มรายงานการศึกษาค้นคว้าของพวกเขา และขณะที่แต่ละกลุ่มรายงานครูผู้สอนก็จะทำการประเมินแหล่งข้อมูลที่ผู้เรียนใช้ เวลาที่ใช้ และผลลัพธ์ทั้งหมดจากแผนการดำเนินงานของผู้เรียน ในขั้นตอนนี้แต่ละกลุ่มจะร่วมกันสังเคราะห์ข้อมูลต่างๆที่ได้มานั้นเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มานั้นไม่เพียงพอก็จะมีกำหนดประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า และแผนการดำเนินงานอีกครั้ง

ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนได้เรียนรู้ให้นำหน้าของหลักฐานและเปรียบเทียบเทียบแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจ เพราะว่าผู้เรียนจะต้องอธิบายและหาข้อมูลสนับสนุนแนวทางในการแก้ปัญหาของเขาเองด้วยข้อเท็จจริงที่จะทำให้

ผู้เรียนคนอื่นๆ มีความเชื่อถือ อีกทั้งผู้เรียนยังได้พัฒนาทักษะการสื่อสาร และความสามารถในการพูดซึ่งทำให้เกิดความเชื่อถือ

ขั้นที่ 5 การผลิตผลงาน หรือการแสดงความสามารถ (Producing a product or performance) ในขั้นนี้จะนำความรู้ที่ได้มาจากการดำเนินงานตามแผนเพื่อผลิตผลงานหรือสรุปคำตอบของปัญหา และมีการนำเสนอในชั้นเรียน

ขั้นที่ 6 การประเมินกระบวนการและปัญหา (Evaluating performance and the problem) ในขั้นตอนของการประเมินนี้ทั้งครูผู้สอนและผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการประเมิน ทั้งการประเมินทักษะการเรียนรู้ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม และการประเมินปัญหาที่นำมาใช้ด้วย

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

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเตรียมให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเป็นผู้เผชิญกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งการเตรียมความพร้อมนี้ขึ้นอยู่กับอายุ ความสนใจ ภูมิหลังของผู้เรียน ในการเตรียมความพร้อมนี้จะให้ผู้เรียนได้อภิปรายเกี่ยวเนื่องถึงเรื่องที่จะสอนอย่างกว้าง ๆ ซึ่งจะต้องตระหนักว่าการเตรียมความพร้อมนี้ไม่ใช่การสอนเนื้อหา ก่อน เพราะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่างจากการเรียนรู้แบบอื่นตรงที่ความรู้หรือทักษะที่ผู้เรียนได้รับจะเป็นผลมาจากการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นพบปัญหา ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายสนับสนุนให้ผู้เรียนกำหนดบทบาทของตนเองในการแก้ปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการที่จะแก้ปัญหา ซึ่งครูอาจจะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายและเสนอความคิดเห็นต่อปัญหา เมื่อมองเห็นถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นนิยามว่า เรารู้อะไร (What We Know) เราจำเป็นต้องรู้อะไร (What We Need to Know) และแนวคิดของเรา (Our Ideas) ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาสิ่งที่ตนรู้อะไรที่จำเป็นต้องรู้ และแนวคิดอะไรที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พิจารณาถึงความรู้ที่ตนเองมีที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและเตรียมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและพร้อมที่สำรวจ ค้นคว้าหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหา ครูจะให้นักเรียนได้กำหนดสิ่งที่ตนรู้จากสถานการณ์ปัญหา สิ่งที่จะต้องเรียนรู้เพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งจะระบุแหล่งข้อมูลสำหรับค้นคว้าและแนวคิดในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นกำหนดปัญหา จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์ที่ได้เผชิญ และกำหนดเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับเงื่อนไขที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่งจะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาที่ดี

ขั้นที่ 5 ขั้นการค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และเสนอข้อมูล ผู้เรียนจะช่วยกันค้นคว้าข้อมูลที่เป็นต้องรู้จากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาเสนอต่อกลุ่มให้เข้าใจตรงกัน จุดมุ่งหมายในขั้นนี้ ประการแรกเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนวางแผนและดำเนินการรวบรวมข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งเสนอข้อมูลนั้นต่อกลุ่ม ประการที่สองเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจว่าข้อมูลใหม่ที่ค้นคว้ามามีทำให้เข้าใจปัญหาอย่างไร และจะประเมินข้อมูลใหม่เหล่านั้นว่าสามารถช่วยเหลือให้เข้าใจปัญหาได้อย่างไรด้วย ประการที่สามเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถทางการสื่อสารและการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งช่วยให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 6 ขั้นการหาคำตอบที่เป็นไปได้ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้ากับปัญหาที่กำหนดไว้แล้วแก้ปัญหาบนฐานข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้ เนื่องจากปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้สามารถมีคำตอบได้หลายคำตอบ ดังนั้นในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้ให้มากที่สุด

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมินค่าของคำตอบ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนทำการประเมินค่าสิ่งที่มาช่วยในการแก้ปัญหา (ข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้) และผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละปัญหาว่าทำให้เรียนรู้อะไร ซึ่งนักเรียนจะแสดงผลและร่วมกันอภิปรายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้เป็นพื้นฐาน

ขั้นที่ 8 ขั้นการแสดงคำตอบและการประเมินผลงาน ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและแสดงถึงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ความรู้มาอย่างไร และทำไมความรู้นั้นถึงสำคัญ ในขั้นนี้นักเรียนจะเสนอผลงานออกมาที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหา ซึ่งเป็นการประเมินผลงานของตนเองและกลุ่มไปด้วย

ขั้นที่ 9 ขั้นตรวจสอบปัญหาเพื่อขยายการเรียนรู้ ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ต่อไป นักเรียนจะพิจารณาจากปัญหาที่ได้ดำเนินการไปแล้วว่ามีประเด็นอะไรที่ตนสนใจอยากเรียนรู้อีก เพราะในขณะที่ดำเนินการเรียนรู้นักเรียนอาจจะมีสิ่งที่ยากรู้ นอกจากที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

จากขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 9 การดำเนินการเรียนรู้จะดำเนินเป็นวงจร หากขั้นใดมีข้อสงสัยก็ย้อนกลับไปยังขั้นก่อนหน้านั้น และเมื่อจบการเรียนรู้จากปัญหาหนึ่ง ๆ แล้วจะกำหนดปัญหาใหม่ และในแต่ละขั้นจะประกอบไปด้วยการประเมินการเรียนรู้ด้วย

คณะอีทีอี (ETE Team, 2005: Online) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้

1. อ่านและวิเคราะห์ภาพปัญหา (Read and analysis the problem scenario)

ตรวจสอบความเข้าใจโดยอภิปรายในกลุ่ม, ค้นหาองค์ประกอบหลักในสถานการณ์ที่ต้องแก้ปัญหาจริงนี้, กลุ่มจะต้องค้นหาข้อมูลที่จำเป็นอย่างกระฉับกระเฉงเพื่อแก้ปัญหา

2. ลงรายการสิ่งที่ต้องเรียนรู้ (List what is known) เขียนทุกสิ่งที่รู้เกี่ยวกับสถานการณ์นี้, เริ่มด้วยข้อมูลที่มีอยู่ในสถานการณ์, เพิ่มเติมความรู้ที่สมาชิกกลุ่มนำมา (หรือสิ่งที่เพื่อนคิดว่ารู้แต่ไม่แน่ใจ)

3. พัฒนาข้อความปัญหา (Develop a problem statement) ข้อความปัญหาควรจะมาจากการวิเคราะห์สิ่งที่คุณรู้, เพียง 1-2 ประโยคก็ควรจะบอกได้ว่าสิ่งใดคือปัญหาที่กลุ่มกำลังแก้ไข/ค้นหา

4. ลงรายการสิ่งที่ต้องการจำเป็น (List what is needed) เตรียมรายการคำถามที่คิดว่าจะเป็นคำตอบเพื่อแก้ไขปัญหา, จงบันทึกรายการที่สองชื่อว่า “สิ่งใดบ้างที่เราจำเป็นต้องรู้” คำถามสองสามแบบอาจเหมาะสม บางคำถามอาจกล่าวถึงโมโนทัศน์ (Concepts) หรือหลักการ (Principles) ที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพื่อที่จะกล่าวถึงสถานการณ์ บางคำถามอาจเป็นการต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอีก คำถามเหล่านี้จะชี้แนะการค้นคว้าที่อาจค้นหาจากออนไลน์

5. ลงรายการปฏิบัติที่เป็นไปได้ (List possible actions) ลงรายการเสนอแนะ การแก้ปัญหาหรือสมมติฐานได้หัวข้อที่ว่า “เราควรจะทำอะไร?” จงลงรายการการปฏิบัติที่จะกระทำ เช่น การถามผู้เชี่ยวชาญการหาข้อมูลจากออนไลน์ หรือการไปที่ห้องสมุด

6. วิเคราะห์ข้อมูล (Analyze information) วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมา, อาจจะต้องปรับข้อความปัญหาใหม่ หรืออาจแจกแจงข้อความปัญหานั้นอีกครั้ง, กลุ่มจะตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐานเพื่ออธิบายปัญหา, บางปัญหาอาจไม่ต้องใช้สมมติฐาน แต่อาจใช้แก้ปัญหาเชิงเสนอแนะ หรือความเห็นเสนอแนะก็เหมาะสม (โดยอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่สืบค้นมา)

7. นำเสนอข้อค้นพบ (Present-Findings) เตรียมการรายงานที่ได้ทำเป็นข้อเสนอแนะการทำนาย การอ้างอิง หรือการแก้ไขปัญหานั้นที่เหมาะสม โดยใช้ข้อมูล และภูมิหลังของคุณ, จงเตรียมการที่จะสนับสนุนข้อเสนอแนะของคุณ

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 26-27) ได้สรุปขั้นตอนการเรียนรู้ขึ้นใหม่ เพื่อให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการจัดกลุ่ม อันดับแรกสมาชิกในกลุ่มทำความคุ้นเคยกัน สมาชิกในกลุ่มแนะนำตนเองบอกถึงความสามารถที่มีความสนใจ และประสบการณ์ต่างๆที่จะมีประโยชน์ต่อกลุ่ม แล้วกลุ่มกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มต้องมีประธาน รองประธาน และเลขานุการ ที่คอยจดบันทึกกิจกรรมภายในกลุ่ม ในขั้นนี้จะเป็นขั้นเริ่มต้นของการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมของนักเรียนด้วย ซึ่งการประเมินผลจะดำเนินไปพร้อมกับทุกขั้นตอนของการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา ขั้นนี้ครูจะเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนที่จะเจอปัญหา เมื่อครูเสนอปัญหาให้แล้วสมาชิกในกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาและกำหนดข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในปัญหา หากในกลุ่มมีผู้ที่มีประสบการณ์สัมพันธ์กับปัญหานั้นต้องเสนอให้กลุ่มได้รับทราบ จากนั้นช่วยกันระบุดัชนีปัญหาย่อยและให้คำอธิบายของปัญหาย่อยทั้งหมด โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจต่อปัญหาย่อยที่ถูกต้องตรงกัน การระบุปัญหาย่อยจะต้องระบุเป็นข้อๆที่สามารถมองเห็นแนวทางของการแก้ปัญหาย่อยนั้นได้อย่างชัดเจน ในปัญหาเริ่มต้นหนึ่งปัญหาที่ครูเสนอให้ อาจมีปัญหาย่อยออกมาอีกก็ได้ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ปัญหาหรือมีความไม่เข้าใจอะไรตรงไหนของกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสมมติฐาน เมื่อระบุปัญหาแล้วนักเรียนในกลุ่มก็จะร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาย่อยแต่ละข้อและตั้งสมมติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาย่อยๆนั้น สมมติฐานที่ตั้งมีลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหาย่อยๆที่ตั้งอยู่บนเหตุผลและความรู้สึกที่มีอยู่ก่อน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. กำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เป็นการกำหนดว่าจะต้องค้นคว้าหาอะไร เพื่อที่จะสามารถนำสิ่งนั้นมาตรวจสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ เป็นการวางเป้าหมายของการเรียนรู้
2. สร้างแผนการเรียนรู้ เป็นกลวิธีที่ใช้ในการศึกษาสิ่งเรียนรู้เพิ่มเติม
3. กำหนดแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับแผนการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการศึกษาค้นคว้า เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำการเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้ โดยเลขานุการจดบันทึกสิ่งที่ศึกษาค้นคว้านั้นไว้ด้วย

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน ในขั้นนี้ นักเรียนจะสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามานำมาเพียงพอกับการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่แล้วนำข้อมูลที่ไปตรวจสอบสมมติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูลแล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยการเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนงานของกลุ่มทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึง ขั้นตอนที่ 6 ในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นๆด้วย ในขั้นนี้ครูและนักเรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้าอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุป ในขั้นนี้จะสรุปผลของการประเมินผลทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะทางการเรียนและด้านทักษะทางการเรียนและด้านทักษะทางสังคม การประเมินผลของครูและการประเมินผลตนเองของนักเรียนทั้ง 3 ด้านดังกล่าว โดยที่นักเรียนและครูจะประเมินผลไปพร้อมไปพร้อมกับการดำเนินกิจกรรมทุกขั้นตอน

รูปแบบหนึ่งของ PBL นำเสนอโดย คณะอีทีอี (ETE Team, 2005 อ้างจาก <http://www.cotf.edu/ete/pbl.html>) มี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. อ่านและวิเคราะห์ภาพปัญหา (Read and analysis he problem scenario)
 - ตรวจสอบความเข้าใจโดยอภิปรายในกลุ่ม
 - ค้นหาองค์ประกอบหลักในสถานการณ์ที่ต้องแก้ปัญหานั้น
 - กลุ่มจะต้องค้นหาข้อมูลที่จำเป็นอย่างกระฉับกระเฉงเพื่อแก้ปัญหา

2. ลงรายการสิ่งที่ต้องเรียนรู้ (List what is known)
 - เขียนทุกสิ่งที่รู้เกี่ยวกับสถานการณ์นี้
 - เริ่มด้วยข้อมูลที่มีอยู่ในสถานการณ์
 - เพิ่มเติมความรู้ที่สมาชิกกลุ่มนำมา (หรือสิ่งที่เพื่อนคิดว่ารู้แต่ไม่แน่ใจ)
3. พัฒนาข้อความปัญหา (Develop a problem statement)
 - ข้อความปัญหาควรจะมาจากการวิเคราะห์สิ่งที่คุณรู้
 - เพียง 1-2 ประโยคก็ควรจะบอกได้ว่าสิ่งใดคือปัญหาที่กลุ่มกำลังแก้ไข/ค้นหา
4. ลงรายการสิ่งที่ต้องการจำเป็น (List what is needed)
 - เตรียมรายการคำถามที่คิดว่าจะเป็นคำตอบเพื่อแก้ไขปัญหา
 - จงบันทึกรายการที่สองชื่อว่า “สิ่งใดบ้างที่เราจำเป็นต้องรู้?”

คำถามสองสามแบบอาจเหมาะสม

 - บางคำถามอาจกล่าวถึงมโนทัศน์ (Concepts) หรือหลักการ (Principles) ที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพื่อที่จะกล่าวถึงสถานการณ์
 - บางคำถามอาจเป็นการต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอีก
 - คำถามเหล่านี้จะชี้้นำการค้นคว้าที่อาจค้นหาจากออนไลน์
5. ลงรายการปฏิบัติที่เป็นไปได้ (List possible actions)
 - ลงรายการเสนอแนะ การแก้ปัญหาหรือสมมติฐานใต้หัวข้อที่ว่า “เราควรจะทำอะไร” จงลงรายการการปฏิบัติที่จะกระทำ เช่น การถามผู้เชี่ยวชาญการหาข้อมูลจากออนไลน์ หรือการไปที่ห้องสมุด
6. วิเคราะห์ข้อมูล (Analyze information)
 - วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมา
 - อาจจะต้องปรับข้อความปัญหาใหม่ หรืออาจแจกแจงข้อความปัญหานั้นอีกครั้ง
 - กลุ่มจะตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐานเพื่ออธิบายปัญหา
 - บางปัญหาอาจไม่ต้องใช้สมมติฐาน แต่อาจใช้แก้ปัญหาเชิงเสนอแนะ หรือความเห็นเสนอแนะก็เหมาะสม (โดยอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่สืบค้นหา)
7. นำเสนอข้อค้นพบ (Present-Findings)
 - เตรียมการรายงานที่ได้ทำเป็นข้อเสนอแนะการทำนาย การอ้างอิง หรือการแก้ไขปัญหานั้นเหมาะสม โดยใช้ข้อมูล และภูมิหลังของคุณ
 - จงเตรียมการที่จะสนับสนุนข้อเสนอแนะของคุณ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550: 6-8) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา ที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษา ค้นคว้าด้วยวิธีที่หลากหลาย

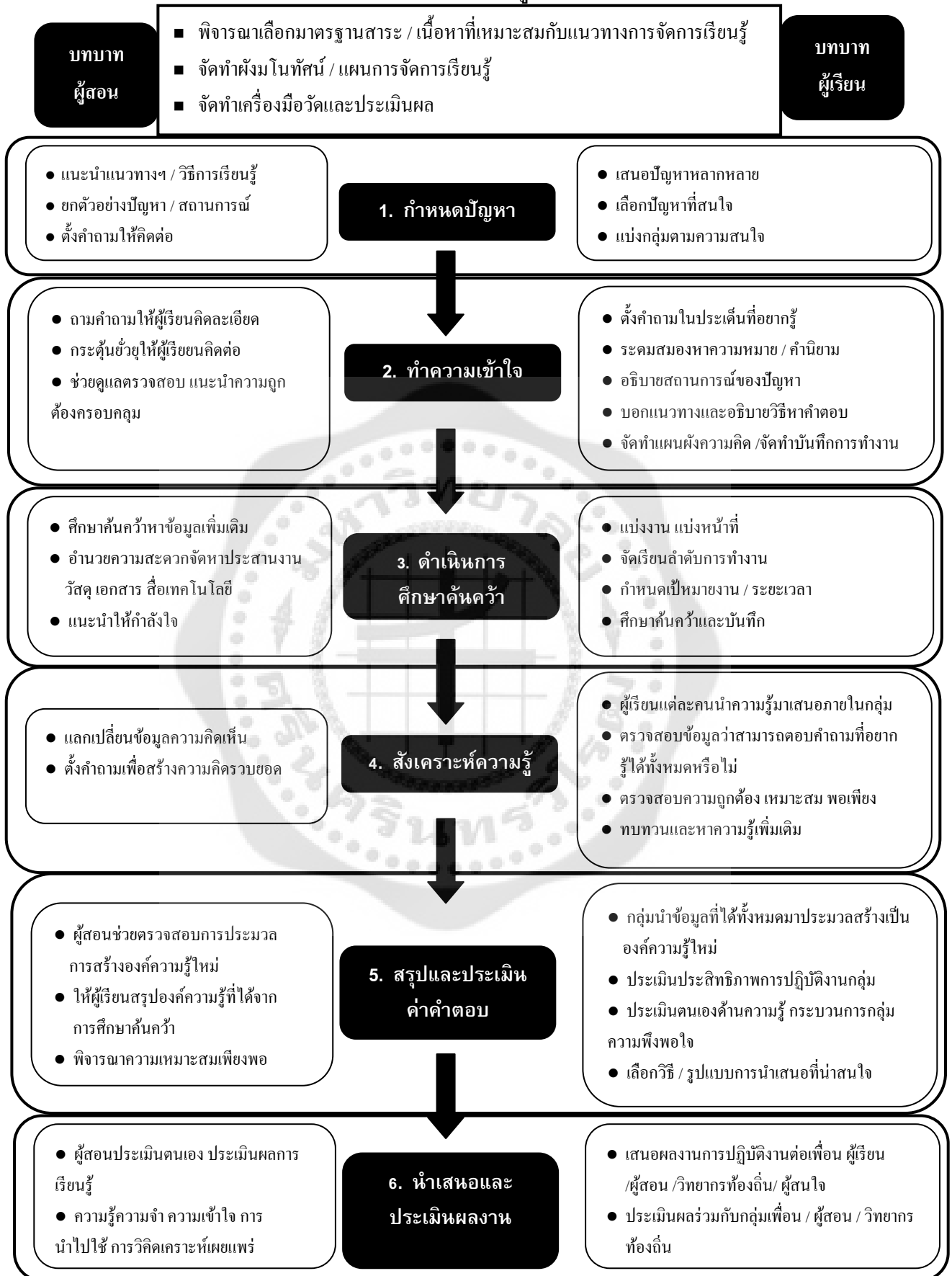
ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียน ร่วมมือกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด เพียงพอกับการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูลแล้วดำเนินการ ศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตัวเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบ แนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้ และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ร่วมกันประเมินผลงาน

แสดงเป็นแผนภาพขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ดังภาพประกอบ 3

การเตรียมการของผู้สอน



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ที่มา: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550: 7)

จากขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหา เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ โดยที่ปัญหาจะเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ครูเตรียมความพร้อมของผู้เรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ต่างๆที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อาจเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป เพื่อให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นลักษณะของปัญหาอย่างกว้างๆ และกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้และเกิดความสนใจที่จะดำเนินการเพื่อหาคำตอบ

2. ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 กำหนดปัญหา ครูเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ซึ่งเป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา จากนั้นครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน

2.2 ทำความเข้าใจกับปัญหา เมื่อครูเสนอปัญหาให้แล้ว สมาชิกกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของการกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหา และแนวทางในการแก้ไขปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา สิ่งที่ต้องการเรียนรู้ กลุ่มผู้เรียนจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ เพราะในปัญหาเริ่มต้นหนึ่งปัญหาที่ครูเสนอให้ อาจมีปัญหาย่อยออกมาอีกก็ได้ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ปัญหา หรือความเข้าใจหรือไม่เข้าใจของกลุ่ม

2.3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา เมื่อระบุปัญหาแล้วกลุ่มผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดวิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ประกอบด้วยนักเรียนจะต้องแบ่งประเด็นที่ต้องศึกษาและวางแผนขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

- ข้อเท็จจริงจากปัญหา คือ ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์หรือปัญหา หรือข้อเท็จจริงที่ได้จากการอภิปราย หรือข้อมูลความรู้เดิมที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

- ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม คือ ข้อมูลที่ต้องนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

- วิธีการศึกษาค้นคว้า คือ วิธีการที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้หรือข้อมูลที่ต้องการ

2.4 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหา

ได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆที่ครูได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้

2.5 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่กลุ่มผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนร่วมมือกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ภายในกลุ่ม ว่าความรู้ที่ได้มามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

2.6 เสนอผลงานและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของตัวเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้งประกอบด้วย การเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนงานของกลุ่มทั้งหมด และจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นๆด้วย ในขั้นนี้ครูผู้สอนและผู้เรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้าอีกครั้ง

3. ขั้นสรุป

ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทั้งหมด รวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

1.7 การประเมินผลในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ดีไลเชิล (Delisle, 1997: 37-47) ได้กล่าวถึงการประเมินผลในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า ในการประเมินผลจะต้องมีการบูรณาการตั้งแต่ในขั้นตอนแรกๆ คือ ขั้นตอนการสร้างปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ รวมถึงความสามารถและผลงานของผู้เรียน โดยในการประเมินผลนี้ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมด้วย การประเมินผลจะดำเนินไปตลอดกระบวนการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือตั้งแต่ขั้นสร้างปัญหาจนถึงขั้นตอนการรายงานการแก้ปัญหา ดีไลเชิลยังได้เสนออีกว่าการประเมินควรกระทำ 3 ส่วน คือ การประเมินผลผู้เรียน การประเมินตัวเองของครูผู้สอน และการประเมินปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การประเมินผลผู้เรียน เป็นการประเมินผลความสามารถของผู้เรียนซึ่งจะเริ่มตั้งแต่วันแรกของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จนกระทั่งวันสุดท้ายที่มีการนำเสนอผลงานออกมา ครูผู้สอนจะใช้ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการเฝ้าดูความสามารถของผู้เรียนซึ่งจะพิจารณาทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และการทำงานกลุ่ม ในการประเมินผลผู้เรียนนี้นอกจากครูผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินแล้วนักเรียนยังมีส่วนในการประเมินตนเองอีกด้วย โดยมีเป้าหมายเพื่อประเมินความสามารถของตนเองและบทบาทของตนเองที่มีต่อการทำงานในกลุ่ม ดีไลเชิลได้เสนอรูปแบบและคำถามที่เขาสร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียน โดยตาราง 3 แสดงรูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนและความสนใจในห้องเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยครูผู้สอน ในลักษณะใช้การบรรยาย ตารางที่ 4 แสดงรูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนโดยครูผู้สอน ในลักษณะให้คะแนนเป็น

ระบบอัตราส่วน และตาราง 5 แสดงรูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลตนเองของผู้เรียน

ตาราง 3 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนและความสนใจในห้องเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยครูผู้สอน ในลักษณะใช้การบรรยาย

การประเมินผลผู้เรียนโดยครูผู้สอน	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ ผู้เรียนแสดงปฏิกิริยาอะไรออกมาให้เห็น ผู้เรียนมีการตอบสนองต่อเงื่อนไขหรือสิ่งที่จัดให้อย่างไร	
การเชื่อมโยงกับปัญหา ผู้เรียนสนองตอบต่อปัญหาหรือไม่ อย่างไร ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์กันหรือไม่ อย่างไร ผู้เรียนได้เชื่อมโยงแหล่งข้อมูลและประสบการณ์เดิมกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร ผู้เรียนจัดรวบรวมแนวความคิดต่อปัญหาเข้าด้วยกันหรือไม่ อย่างไร	
การจัดโครงสร้างสำหรับการเรียนรู้ ผู้เรียนมีการจัดองค์กรของกลุ่มอย่างไร ผู้เรียนอาสาสมัครเป็นผู้นำบันทึก ผู้รายงานหน้าชั้นหรือไม่ หรือแค่นั่งฟังเพื่อนในกลุ่ม	
การเข้าสู่ปัญหา ผู้เรียนมีการเสนอแนวคิดและการวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร ผู้เรียนได้มีการพิจารณาข้อเท็จจริงจากปัญหาหรือไม่ อย่างไร ผู้เรียนได้สร้างจุดประสงค์การเรียนรู้จากแนวความคิดและข้อเท็จจริงหรือไม่ ผู้เรียนได้กำหนดแหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายหรือไม่ อย่างไร	

ตาราง 3 (ต่อ)

การประเมินผลผู้เรียนโดยครูผู้สอน	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การเข้าสู่ปัญหาอีกครั้ง ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลที่หามาได้กับปัญหาหรือไม่ อย่างไร ผู้เรียนได้ทำการตรวจสอบแนวความคิดหรือสมมุติฐานที่สร้างขึ้นหรือไม่ อย่างไร ผู้เรียนได้ประมวลสิ่งที่เรียนรู้มาหรือไม่ อย่างไร	
การผลิตผลงานหรือการแสดงออก ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมหรือไม่ ผู้เรียนใช้ข้อมูลในการตอบปัญหาเหมาะสมหรือไม่ ผู้เรียนได้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ อย่างไร	
การประเมินผลกระบวนการและปัญหา ผู้เรียนมีการประเมินผลในกลุ่ม และประเมินผลตนเองหรือไม่ อย่างไร	

ที่มา: Delisle. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. p.40.

ตาราง 4 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนและความสนใจในห้องเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยครูผู้สอน ในลักษณะให้คะแนนเป็นระบบอัตราส่วน

การประเมินผลผู้เรียนโดยครูผู้สอน	คะแนน		
	ดีมาก 3 คะแนน	ดี 2 คะแนน	พอใช้ 1 คะแนน
การจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้			

ตาราง 4 (ต่อ)

การประเมินผลผู้เรียนโดยครูผู้สอน	คะแนน		
	ดีมาก 3 คะแนน	ดี 2 คะแนน	พอใช้ 1 คะแนน
การเชื่อมโยงกับปัญหา			
การจัดโครงสร้างสำหรับการเรียนรู้			
การเข้าพบปัญหา การสร้างแนวคิดและสมมุติฐาน การพิจารณาทบทวนข้อเท็จจริงและข้อมูลในปัญหา การกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม การพัฒนาแผนการเรียนรู้			
การเข้าสู่ปัญหาอีกครั้ง การประเมินทรัพยากร/ ข้อมูลที่ค้นคว้าได้ การตรวจสอบแนวคิดและสมมุติฐาน การเชื่อมโยงข้อมูลกับปัญหา			
การผลิตผลงานหรือการแสดงออก การใช้ข้อมูลร่วมกับการผลิตผลงาน การมีส่วนร่วมของนักเรียนในการผลิตผลงาน อื่นๆ			
การประเมินกระบวนการและปัญหา			
ข้อเสนอแนะ			

ที่มา: Delisle. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. p.43.

ตาราง 5 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลตนเองของผู้เรียน

กิจกรรมที่ประเมินผล	ดีมาก	ดี	พอใช้
ฉันได้เสนอแนวความคิดและข้อเท็จจริงต่อปัญหาให้กับกลุ่ม			
ฉันพิจารณาและสร้างสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมให้กับกลุ่ม			
ฉันใช้แหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายในการศึกษาค้นคว้า			
ฉันช่วยคิดเพื่อแก้ปัญหาให้กับกลุ่ม			
ฉันได้เสนอข้อมูลความรู้ใหม่ๆให้กับกลุ่ม			
ฉันได้ช่วยกลุ่มทำงาน			

ที่มา: Delisle. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. p. 36.

2. การประเมินตนเองของครูผู้สอน ในขณะที่ผู้เรียนได้มีการสะท้อนผลของการเรียนรู้และความสามารถของตัวผู้เรียนออกมา ครูผู้สอนก็ควรพิจารณาทักษะและบทบาทของตนเองที่ได้แสดงออกไปว่าได้มีการส่งเสริมผู้เรียนหรือไม่ โดยดีไลเชิลได้เสนอรูปแบบและคำถามที่เขาสร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินตัวเองของครูผู้สอน โดยตารางที่ 6 แสดงรูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินตัวเองของครูผู้สอน ในลักษณะใช้การบรรยาย และตาราง 7 แสดงรูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินตัวเองของครูผู้สอน ในลักษณะให้คะแนนเป็นระบบอัตราส่วน

ตาราง 6 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินตัวเองของครูผู้สอน
ในลักษณะใช้การบรรยาย

การประเมินผลตนเองของครูผู้สอน	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
<p>การจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้</p> <p>ฉันออกแบบสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่เป็นอันตรายหรือไม่ ฉันได้จัดรูปแบบการเรียนรู้ให้นักเรียนหรือไม่ ฉันได้จัดแหล่งข้อมูลอย่างเหมาะสมหรือไม่</p>	
<p>การเชื่อมโยงกับปัญหา</p> <p>ฉันสร้างปัญหาที่น่าสนใจสำหรับนักเรียนหรือไม่ ฉันมีวิธีที่สามารถทำให้นักเรียนเชื่อมโยงสู่ปัญหา นักเรียน เชื่อมโยงกับปัญหาด้วยประสบการณ์ส่วนตัว สื่อมัลติมีเดีย หรือจากการอ่าน</p>	
<p>การจัดโครงสร้างสำหรับการเรียนรู้</p> <p>ฉันใส่ใจกับการทำความเข้าใจกับปัญหา และกระบวนการ เรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่ ฉันได้พยายามลดบทบาทของตนเองในกระบวนการเรียนรู้ของ นักเรียนหรือไม่ ฉันได้ยอมให้นักเรียนได้กำหนดทิศทางการเรียนรู้ด้วยตัวเอง หรือไม่ ฉันใส่ใจในกระบวนการคิดของนักเรียนหรือไม่</p>	

ตาราง 6 (ต่อ)

การประเมินผลผู้เรียนโดยครูผู้สอน	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
<p>การเข้าสู่ปัญหา</p> <p>ฉันให้นักเรียนใช้แหล่งข้อมูลของตัวเองหรือไม่</p> <p>ฉันได้ตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้ศึกษามา อย่างเพียงพอหรือไม่</p> <p>ฉันได้สนับสนุนให้นักเรียนเป็นอิสระหรือไม่</p> <p>ฉันได้ช่วยให้ระดับความคิดของนักเรียนสูงขึ้นหรือไม่</p> <p>ฉันได้ส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนความคิดของตนเองออกมาหรือไม่</p> <p>ฉันใส่ใจในความสำเร็จของนักเรียนหรือไม่อย่างไร</p>	
<p>การผลิตผลงานหรือการแสดงออก</p> <p>ฉันใส่ใจกับการให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนทุกคนหรือไม่</p> <p>ฉันใส่ใจกับความพยายามของนักเรียนในการพิจารณาหาคำตอบของปัญหาหรือไม่ อย่างไร</p> <p>ฉันมีแนวทางในการแนะนำโดยปราศจากการควบคุมให้กับนักเรียนอย่างไร</p>	
<p>การประเมินผลกระบวนการและปัญหา</p> <p>ฉันได้จัดบรรยากาศที่สะดวกสบายในการประเมินผลตัวเองและบุคคลอื่น ๆ อย่างเหมาะสม ชัดเจน และซื่อสัตย์ ให้กับนักเรียน</p>	

ที่มา: Delisle. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. p.44.

ตาราง 7 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินตัวเองของครูผู้สอน
ในลักษณะให้คะแนนเป็นระบบอัตราส่วน

การประเมินผลครูผู้สอนโดยผู้เรียน	คะแนน		
	ดีมาก 3 คะแนน	ดี 2 คะแนน	พอใช้ 1 คะแนน
<p>การจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้</p> <p>ครูผู้สอนได้ชี้แจงให้ผู้เรียนได้ทราบถึงความสำเร็จที่จะเกิดขึ้นในชั้นเรียน การทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นเรื่องที่ไม่ยาก</p>			
<p>การเชื่อมโยงกับปัญหา</p> <p>กิจกรรม/สถานการณ์เบื้องต้นที่ครูผู้สอนจัดให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง</p>			
<p>การจัดโครงสร้างสำหรับการเรียนรู้</p> <p>ครูผู้สอนใช้คำถามกับผู้เรียนในการอธิบายขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับผู้เรียนที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อนหรือผู้เรียนที่มีปัญหา</p>			
<p>การเข้าสู่ปัญหา</p> <p>ครูผู้สอนได้ช่วยนักเรียนที่พบความยากในการกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม กระตุ้นให้นักเรียนจัดฐานข้อมูล</p>			

ตาราง 7 (ต่อ)

การประเมินผลครูผู้สอนโดยผู้เรียน	คะแนน		
	ดีมาก 3 คะแนน	ดี 2 คะแนน	พอใช้ 1 คะแนน
การเข้าสู่ปัญหาอีกครั้ง ครูผู้สอนได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินความรู้หรือข้อมูล ว่ามีความชัดเจนและเพียงพอหรือไม่			
การผลิตผลงานหรือการแสดงออก ครูผู้สอนได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พยายามตรวจสอบแนวความคิดของตนเองอย่างอิสระ			
การประเมินผลกระบวนการและปัญหา ครูผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองและมีส่วนร่วมในการประเมินปัญหา			

ที่มา: Delisle. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. p.46.

3. การประเมินผลปัญหา การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ปัญหาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก ปัญหาที่นำมาใช้จึงควรมีการประเมินผลของปัญหาเพื่อดูความมีประสิทธิภาพ ดีไลเซลจึงได้เสนอรูปแบบและคำถามที่เขาสร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินผลของปัญหาดังที่จะแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลของปัญหา

ปัญหาได้เป็นไปตามสิ่งต่อไปนี้หรือไม่	คะแนน		
	ดีมาก 3 คะแนน	ดี 2 คะแนน	พอใช้ 1 คะแนน
สามารถนำไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร			
เอื้อต่อการพัฒนาทักษะความสามารถ			
สร้างทักษะการให้เหตุผล			
ยอมให้นักเรียนเชื่อมโยงกับปัญหา			
ส่งเสริมการใช้ข้อมูลอย่างหลากหลาย			
ปัญหานี้เหมาะกับระดับความสามารถของนักเรียนหรือไม่			

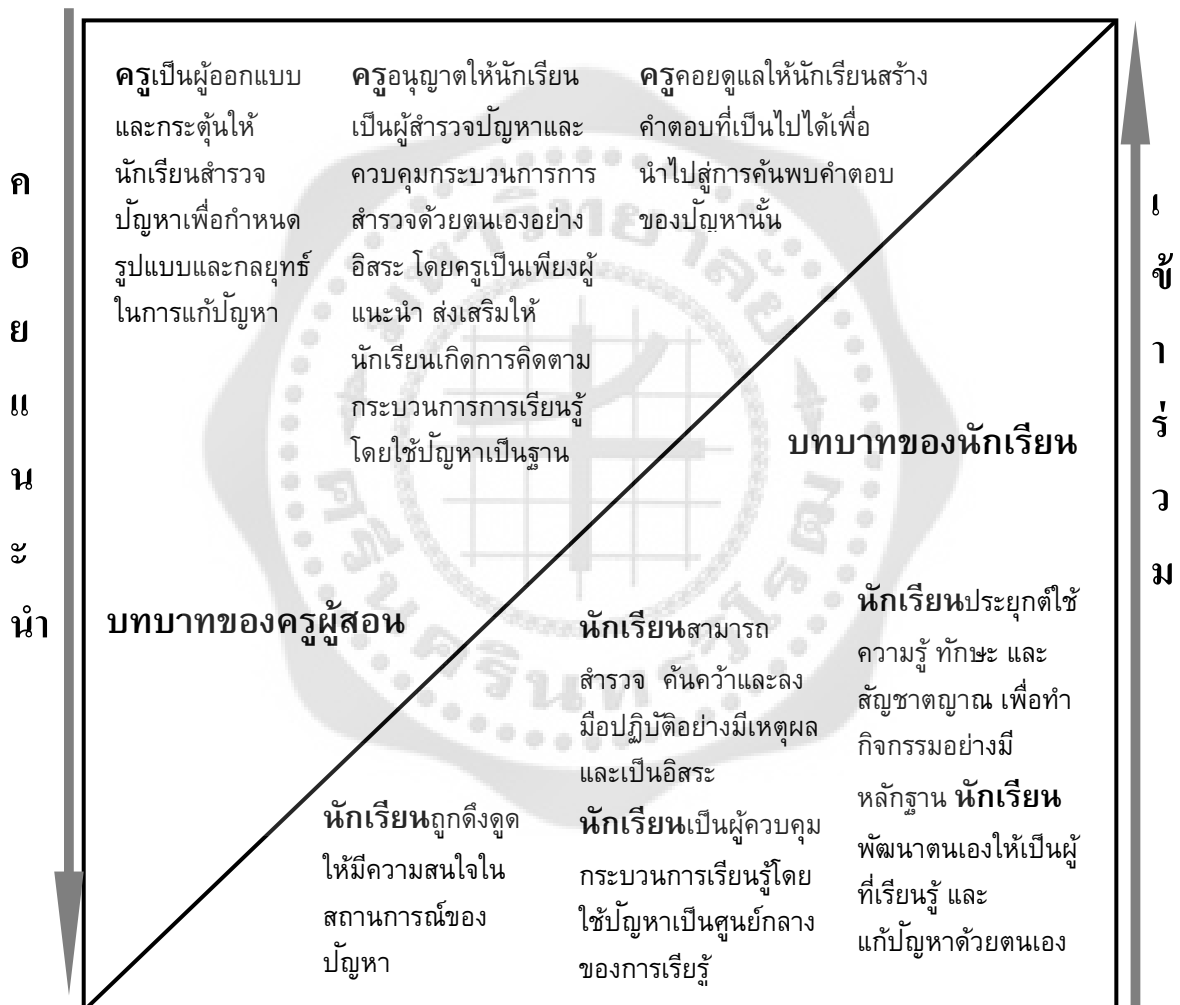
ที่มา: Delisle. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. p. 47.

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่าการประเมินผลในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะต้องมีการบูรณาการตั้งแต่ในขั้นตอนแรกๆ คือ ขั้นตอนการสร้างปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ รวมถึงความสามารถและผลงานของผู้เรียน โดยในการประเมินผลนี้ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมด้วย การประเมินผลจะดำเนินไปตลอดกระบวนการของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือตั้งแต่ขั้นสร้างปัญหาจนถึงขั้นตอนการรายงานการแก้ปัญหา การประเมินควรกระทำ 3 ส่วน คือ การประเมินผลผู้เรียน การประเมินตัวเองของครูผู้สอน และการประเมินปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้

1.8 บทบาทของผู้เรียนและครูผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการค้นคว้า บทบาทของผู้เรียนและครูผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้กล่าวถึงดังนี้

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based-Learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998 : 64-65 ; citing Illinois Problem-Based-Learning Network. 1996) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรูปแบบของแผนภาพ ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ที่มา: ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based-Learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998: 64-65; citing Illinois Problem-Based-Learning Network. 1996)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550: 9-13) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

บทบาทของผู้สอน ผู้สอนมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นลักษณะของผู้สอนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะดังนี้

1. ผู้สอนต้องมุ่งมั่น ตั้งใจสูง รู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ
2. ผู้สอนต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคลเข้าใจศักยภาพของผู้เรียนเพื่อสามารถให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้เรียนได้ทุกเมื่อทุกเวลา
3. ผู้สอนต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างถ่องแท้ชัดเจนทุกขั้นตอน เพื่อจะได้แนะนำให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนได้ถูกต้อง
4. ผู้สอนต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลการพัฒนาของผู้เรียน
5. ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุนสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมพอเพียง จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ
6. ผู้สอนต้องมีจิตวิทยาสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา
7. ผู้สอนต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของผู้เรียนให้เข้าใจและเห็นคุณค่าของการเรียนรู้แบบนี้
8. ผู้สอนต้องมีความรู้ความสามารถ ด้านการวัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริงให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนต้องปรับทัศนคติและบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเอง
2. ผู้เรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ
3. ผู้เรียนต้องได้รับการวางพื้นฐาน และฝึกทักษะในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น กระบวนการคิดการสืบค้นข้อมูลการทำงานกลุ่ม การอภิปราย การสรุป การนำเสนอผลงาน และการประเมิน
4. ผู้เรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

1.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

งานวิจัยต่างประเทศ

เอลเซฟเฟ (Elshafei. 1998: Online) ได้ทำการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติในวิชาพีชคณิต 2 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในรัฐแอตแลนตา จำนวน 15 ห้องเรียน 342 คน แบ่งเป็นห้องเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ 8 ห้อง และห้องเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ห้อง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหาและสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ

แม็คคาร์ธี (McCarthy. 2001: Online) ได้ทดลองจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดเรื่องทศนิยม โดยทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 12 กลุ่มเล็กๆ ในเวลา 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 45 นาที โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียน และมีการวิเคราะห์ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร จากหลักฐานที่ได้จากการบันทึกวิดีโอได้ชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่ได้พยายามหาวิธีแก้ปัญหา โดยนักเรียนใช้ภาษาพูดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องทศนิยมที่นักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว และยังแสดงถึงความคิดรวบยอดใหม่ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับทศนิยมอย่างถูกต้อง

เซเรโซ (Cerezo. 2004: Online) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) โดยจัดให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นแผนการเรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แล้ววิเคราะห์ผลการเรียน การพัฒนาตนเองของผู้เรียน และการสัมภาษณ์ผู้เรียน พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้สร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้เรียนและการทำงานเป็นกลุ่ม พัฒนาระบวนการทำงานกลุ่ม สร้างแรงกระตุ้นให้กับผู้เรียน ทำให้กลุ่มผู้เรียนสามารถควบคุมแนวทางเพื่อที่จะค้นหาคำตอบด้วยตัวเองได้ และกลุ่มผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้สำเร็จ

เบลแลนด์ กลาซซิวกิ และเอิธเมอร์ (Belland; Glazewski; & Ertmer. 2009: Abstract) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ในโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนระดับอนุบาลถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 (K-12) โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถพิเศษ (Gifted) 1 กลุ่ม กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั่วไป (average students) 2 กลุ่ม ขณะดำเนินการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนเป็นผู้ให้การสนับสนุนและให้การแนะนำ และมีการบันทึกเทปกระบวนการทำงานกลุ่ม การสนทนาของผู้เรียน เพื่อนำมาวิเคราะห์ พบว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ (Gifted) มีศักยภาพในการเรียนรู้โดยใช้

ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) สูงกว่านักเรียนทั่วไป (average students) และจากการสัมภาษณ์พบว่าพวกเขามีความเชื่อมั่นว่าคำตอบที่ผ่านกระบวนการกลุ่มของพวกเขามีความถูกต้อง และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เพิ่มแรงจูงใจในการแก้ปัญหาของพวกเขา

งานวิจัยในประเทศ

ยุรวุฒิ คัลยามงคล (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก ในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่สองเป็นการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อทดสอบกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบเสนอชื่อโดยครู แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอนคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนพญาไท ปีการศึกษา 2545 จำนวน 15 คน ผู้วิจัยทดลองสอนเป็นเวลา 6 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 41 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่า t ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. กระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก ในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) เตรียมปัญหา 2) สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา 3) สร้างกรอบของการศึกษา 4) ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย 5) ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา 6) สร้างผลงาน 7) ประเมินผลการเรียนรู้

2. ผลการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนพบว่า กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงให้เพิ่มสูงขึ้นกว่าเกณฑ์ 20% ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ แต่พัฒนาทักษะการให้เหตุผลเพิ่มขึ้นเท่ากับเกณฑ์ และพัฒนาทักษะการสื่อสารและทักษะการสื่อความหมายเพิ่มขึ้นยังไม่ถึงเกณฑ์ ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนไปปรับปรุง กระบวนการเรียนการสอนโดยเพิ่มบทบาทของครู ในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมาย

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2545: 80-82) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาผลการเรียนของนักเรียนจากการเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองคง อำเภอกง จังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 15 คน ที่ได้จากการ

อาสาสมัคร ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น รวมเป็นเวลา 29 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของ คะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนี้สำคัญ .01

เมธาวิ พิมวัน (2549: 81-85) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างชุดการเรียนการสอนที่ใช้ ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 16 คน เป็น นักเรียนโรงเรียนศรีสุวิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2548 ที่ได้จากการ อาสาสมัคร ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง พื้นที่ผิว ใช้เวลาสอนทั้งหมด 21 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิวด้วยชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการ เรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวน นักเรียนทั้งหมดที่ระดับนี้สำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานในระดับมาก

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นสามารถพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความคิด รวบรวมอดทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาตนเองของผู้เรียน กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม สร้างแรง กระตุ้นให้กับผู้เรียน ทำให้กลุ่มผู้เรียนสามารถควบคุมแนวทางเพื่อที่จะค้นหาคำตอบด้วยตัวเองได้ ซึ่งผู้สอนอาจจัดการเรียนรู้ในรูปของชุดการเรียนการสอน หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็น ฐานเพื่อพัฒนานักเรียนในด้านต่างๆที่กล่าวมา จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะ จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหา

2.1.1 ความหมายของปัญหา

จากการศึกษาค้นคว้าได้มีผู้ให้ความหมายของของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

แอนเดอร์สัน และพินกรี (Andereson; & Pingry. 1973: 228) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือเป็นคำถามที่ต้องการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้ที่แก้ปัญหาจะต้องแก้ปัญหาด้วยความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ และการตัดสินใจ ปัญหาหนึ่งจะมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหา ซึ่งคำถามหนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจจะไม่ได้เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่น ๆ ก็ได้

อดัมส์ เอลลิสและบีสัน (Adams; Ellis; & Beeson. 1977: 173 - 174) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีใดในการหาคำตอบของปัญหา นั่นคือ การได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา จะได้จากการพิจารณาว่าจะต้องทำอะไร

ครูลิค และรูดนิค (Krulic; & Rudnick. 1993: 6) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา และคำตอบจะต้องเกี่ยวกับปริมาณในปัญหานั้น ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ระบุวิธีการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน แต่ผู้แก้ปัญหาจะต้องค้นคว้าหาวิธีการเพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น ๆ ที่ต้องการ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537ก: 62) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาสรุปได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งจะอยู่ในปริมาณหรือจำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใดต้องใช้ทักษะความรู้และอุปกรณ์หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและ เวลาสถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2546: 79)

ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระกระบวนการ หรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการตัดสินใจ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

1. สถานการณ์ของปัญหาและความยากง่ายอย่างเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
 2. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในการพิจารณาแก้ปัญหาได้
 3. ข้อมูลมีความทันสมัยและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
 4. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน รัดกุม และเข้าใจง่าย
 5. หาคำตอบได้หลายวิธีและอาจแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเขียนแผนภาพ การจัดทำตาราง หรือการสร้างสมการ
 6. มีความท้าทายต่อความสามารถและช่วยกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 7) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยไม่รู้่ววิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ หรือคำถามที่ต้องการคำตอบเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันที่บุคคลได้พบหรืออาจเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่เคยคุ้นมาก่อน ปัญหามักจะมีความสัมพันธ์กับผู้ที่แก้ปัญหา ซึ่งคำถามหนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจจะไม่ได้เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่นก็ได้ และในการหาคำตอบ ผู้แก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ วิธีการต่างๆในการแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น

2.1.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าได้มีผู้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้หลายท่านดังนี้

โพลยา (Polya. 1980: 1) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิถีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยู้งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อจะให้ได้ข้อลงเอย หรือคำตอบที่มีความหมายที่ชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

เคนเนดี (Kennedy. 1984: 81) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหว่า เป็นการแสดงออกของแต่ละบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 52) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหว่า การแก้ปัญหา คือ การทำงานซึ่งยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบนักเรียนจะต้องใช้ประโยชน์จากความรู้ที่มีอยู่เหล่านั้นเพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อที่จะพัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบแต่อยู่ที่วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนควรได้ฝึกฝน ได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหาออกมาด้วย ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการแก้ปัญหสำหรับนักเรียนอนุบาลถึงเกรด 12 ดังนี้

1. สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากปัญหาต่างๆได้
2. การแก้ปัญหานั้นได้เกิดขึ้นในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ
3. ประยุกต์และดัดแปลงยุทธวิธีอย่างหลากหลายในการแก้ปัญหาได้
4. ควบคุมและพิจารณากระบวนการการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537ก: 62) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็ต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหาจากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการ วิธีการ หรือเทคนิคต่างๆ ที่ผู้แก้ปัญหาคือต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์ และทักษะพื้นฐานที่มีอยู่นำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหารวมไปถึงกระบวนการทั้งหมด ซึ่งไม่ใช่แค่ผลลัพธ์สุดท้าย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 7) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน / กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหา

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ต่างๆ และประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อค้นหาคำตอบเมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาให้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนและจะต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

2.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

จากความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ข้างต้น ได้มีผู้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

2.2.1 พิจารณาตามจุดประสงค์ของปัญหา

โพลยา (Polya. 1985: 123 -128) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สมมุติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

2.2.2 พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา และความซับซ้อนของปัญหา

เรย์ส ชูยดัม และลินควิสต์ (Reys; Susdam; & Linqvist. 1995: 29) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้าง และวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine Problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามองต้องประมวลความรู้ ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2.2.3 พิจารณาตามลักษณะของปัญหา

แฮทฟิลด์ เอ็ดเวิร์ดส์ และบิทเทอร์ (Hatfield; Edwards; & Bittery. 1993: 37) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปลายเปิด (Open - Ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

2. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นตอนสุดท้ายของการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีวิธีแก้ได้หลากหลายวิธี

3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided discovery) เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะ (Clues) และคำชี้แจงในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนอาจไม่ต้องค้นหาหรือ ไม่ต้องกังวลในการหาคำตอบ

2.2.4 พิจารณาตามเป้าหมายของการฝึก

ชาร์ลส์และเลสเตอร์ (Charles; & Lester. 1982: 6 - 10) ได้พิจารณาแบ่งประเภทของปัญหาและเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหาแต่ละประเภทดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill Exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธีและการคำนวณเบื้องต้น
2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple Translation problem) เป็นปัญหาที่เคยพบ เช่น ปัญหาในห้องเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนแปลงประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาลำดับขั้นตอนเดียวมุ่งให้เข้าใจนิยามทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดคำนวณ
3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex Translation Problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มีสองขั้นตอนหรือมากกว่าสองขั้นตอน หรือมากกว่าสองการดำเนินการ
4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้นหรือแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหาและการประเมินผลคำตอบ
5. ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวมและการแทนข้อมูลและต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ มโนคติและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง
6. ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่มไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง

ปรีชา เนาว์ยืนผล (2537ก: 62 - 63) ได้กล่าวถึงประเภทของปัญหาที่สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การแบ่งประเภทของปัญหาโดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ดังนี้
 - 1.1 ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่ให้ค้นพบคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ หรือให้หาวิธีการ คำอธิบาย การให้เหตุผล
 - 1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ
2. การแบ่งประเภทของปัญหาโดยพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา และความซับซ้อนของปัญหา ดังนี้

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองประมวลความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2539: 126) ได้แบ่งประเภทของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 ปัญหาให้ค้นหา มีส่วนสำคัญคือ สิ่งที่ต้องการหา และสิ่งที่กำหนดให้เงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับสิ่งที่กำหนดให้

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ มีส่วนสำคัญคือ สิ่งที่กำหนดให้หรือสมมติฐาน และสิ่งที่ต้องพิสูจน์หรือผลสรุป

2. ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากผู้แก้ปัญหาและโครงสร้างของปัญหา แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ปัญหาธรรมดา ปัญหาที่คุ้นเคยหรือนำมาเป็นแบบฝึกหัด

2.2 ปัญหาที่ไม่เป็นธรรมดา คือ ปัญหาที่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองใช้ความรู้ประสบการณ์ตลอดจนความสามารถมาประมวลเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้คำตอบ

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่าประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้

2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบ่งโดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ได้แก่ ปัญหาค้นพบ และปัญหาให้พิสูจน์

2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา ได้แก่ ปัญหาธรรมดา และปัญหาไม่ธรรมดา

2.3 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya. 1973: 5 - 40) ได้จัดขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

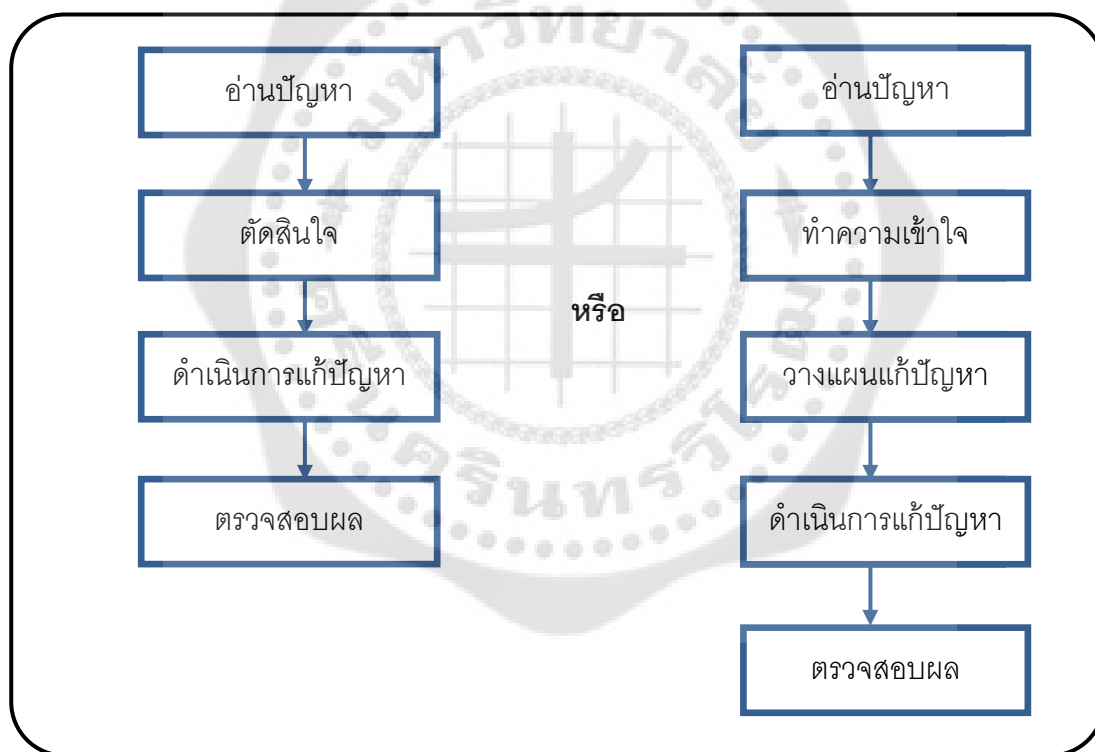
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา สิ่งแรกที่ต้องทำความเข้าใจ คือ สัญลักษณ์ต่างๆ ในปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสรุปปัญหาในภาษาของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาถามหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่ให้มา อะไรคือเงื่อนไข และถ้าจำเป็นต้องให้ชื่อกับข้อมูลต่างๆ เขาควรเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสมได้ นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจ ซ้ำแล้วซ้ำอีกและหลายๆ แง่มุมจนกระทั่งสามารถสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ในปัญหาให้ชัดเจนเสียก่อน สิ่งที่ต้องการหา มีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ให้มาอย่างไร ซึ่งสัมพันธ์กับปัญหานั้นบ้าง เทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการวางแผนนั้นควรจะแบ่งเป็นขั้น ๆ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ และในขั้นตอนใหญ่แต่ละขั้นก็จะแบ่งออกเป็นขั้นเล็ก ๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ในขั้นนี้นักเรียนต้องมองเห็นว่า ถ้าเขาต้องการสิ่งหนึ่งเขาจะต้องใช้เหตุผลหรือข้ออ้างอะไรเพื่อที่จะให้ได้สิ่งนั้นมาตามที่ต้องการ

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือทำการคิดคำนวณตามแผนการที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้ คือ ทักษะการคำนวณ การรู้จักเลือกวิธีคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนวิธีการและคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและสำรวจดูผล ตลอดจนขบวนการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ของเขา และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวาง หนังสือเรียน แบบฝึกหัด และตำราต่างๆเกี่ยวกับการแก้ปัญหามักเน้นการแก้ปัญหเป็นขั้นๆ และใช้กรอบของการแก้ปัญหเป็นแนวเส้นตรง ดังภาพประกอบ 5

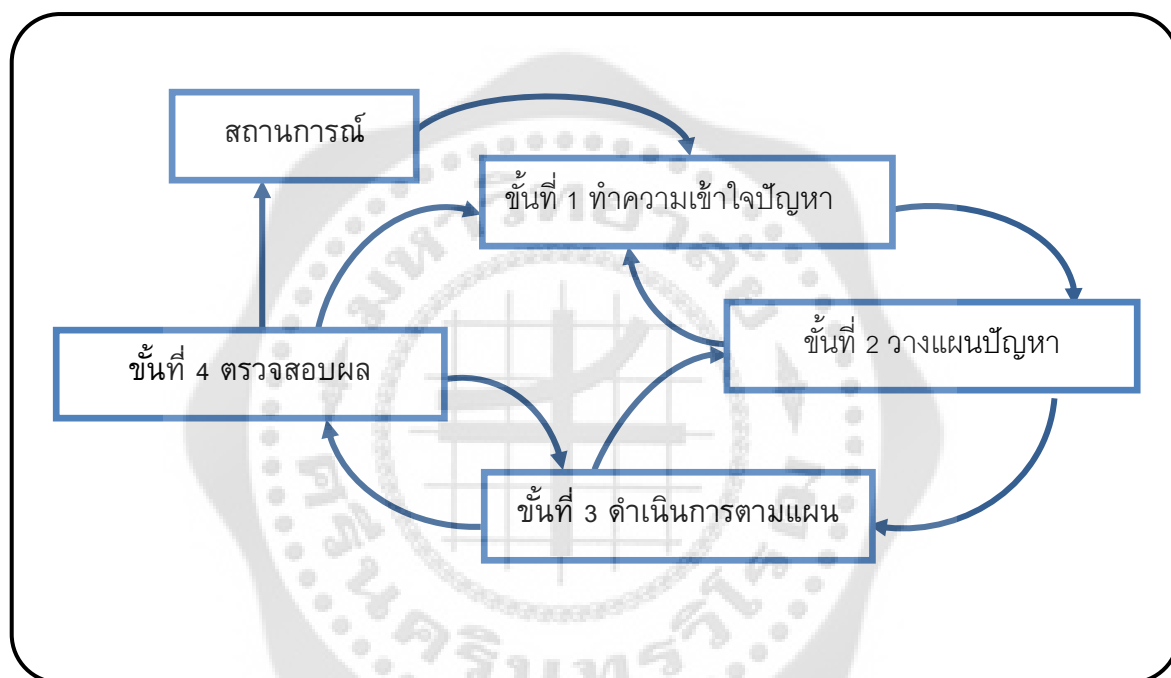


ภาพประกอบ 5 แบบจำลองของการแก้ปัญหในแนวเส้นตรง

ที่มา: Rungfa Janjaruporn. (2005). *The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving*. p. 14.

กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน ได้มีการนำมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง ปรากฏอยู่ในหนังสือเรียนและแบบฝึกหัดและตำราต่างๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาแต่หลายคนมักจะมองว่าจะต้องดำเนินการที่ละขั้นเรียงตามลำดับลงมา ไม่สามารถข้ามขั้นได้และเป็นกระบวนการที่เน้นคำตอบมากกว่าการแก้ปัญหา

วิลสัน และคณะ (สสวท. 2551: 11-12; อ้างอิงจาก Wilson, J. W.; Fernandez, M. L.; & Hadaway, N. 1993: *Mathematics Problem Solving. Research Ideas for the Classroom : High School Mathematics.*) ได้เสนอกรอบแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปเวียนมาได้ ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ทักษะ / กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. หน้า 11

วิลสัน และคณะอธิบายแผนภาพข้างต้นว่า เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนจะต้องเริ่มทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน หลังจากนั้นวางแผนแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหานั้น แล้วดำเนินแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้จนกระทั่งหาคำตอบได้ สุดท้ายพิจารณาความถูกต้องความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และยุทธวิธีที่ใช้แก้ปัญหา

สำหรับทิศทางของลูกศรนั้น เป็นการแสดงการพิจารณาหรือตัดสินใจที่จะเคลื่อนการกระทำจากขั้นตอนหนึ่งไปขั้นตอนหนึ่ง หรือพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าเมื่อมีปัญหาหรือ

ข้อสงสัย เช่น เมื่อนักเรียนทำการแก้ปัญหาในขั้นที่ 1 คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา และคิดว่ามีความเข้าใจในปัญหาดีแล้ว ก็เคลื่อนการกระทำไปสู่ขั้นการวางแผนแก้ปัญหาหรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 3 แต่ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ นักเรียนก็อาจย้อนกลับไปเริ่มวางแผนใหม่ในขั้นตอนที่ 2 หรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่ในขั้นที่ 1 ก็ได้

เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของวิลสันและคณะเป็นการดำเนินการที่เกิดขึ้นได้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ดังนั้นนักเรียนจึงไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป (สสวท. 2551: 10-12)

ปรีชา เหนวีเย็นผล (2537ข: 184) ได้แบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็นดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ตัวของปัญหา พิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรบ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีต่างๆ ช่วย เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง
2. ขั้นวางแผน จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด จะแก้อย่างไร และเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหา ตลอดจนการผสมผสานกับประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหาเอง
3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วจึงลงมือปฏิบัติจนได้คำตอบ
4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมาเพื่อพิจารณาความรู้ของคำตอบ มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหา เป็นการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากวิธีการแก้ปัญหา

ชัยศักดิ์ ลีลาจรสกุล (2543: 15-16) กล่าวถึงขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้น ดังต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ระบุสิ่งที่ต้องการ ระบุข้อมูลที่กำหนดให้ และระบุเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดให้
2. วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ ระบุปัญหาย่อย และการเลือกใช้ยุทธศาสตร์ที่เหมาะสม ได้แก่ การสังเกต กระสวนหรือรูปแบบการคิดจากปลายเหตุย้อนสู่ต้นเหตุ การเดาและทดสอบ การทดลองและสร้างสถานการณ์จำลอง การลดความซับซ้อนของปัญหา การแบ่งปัญหาวางออกเป็นส่วนย่อย ๆ การใช้วิธีอนุมานทางตรรกวิทยา และการรายงานแจกแจงสมาชิกทั้งหมด
3. ดำเนินการตามแผน ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการตามวิธีที่เลือกเพื่อแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่าวิธีการที่เลือกได้หรือไม่ และสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมเงื่อนไขหรือข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่ได้หรือไม่

ทิสนา แชมมณี (2550: 124-125) กล่าวว่า ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดังนี้

1. การสังเกต ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุป และตระหนักในปัญหานั้น

2. การวิเคราะห์ ให้ผู้เรียนได้อภิปราย หรือแสดงความคิดเห็น เพื่อแยกแยะประเด็น ปัญหา สภาพ สาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหา

3. สร้างทางเลือก ให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งอาจมีการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกลุ่ม และควรมีการ กำหนดหน้าที่ในการทำงานให้แก่ผู้เรียน

4. เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึก การปฏิบัติงานเพื่อ รายงาน และตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก

5. สรุป ผู้เรียนสรุปความด้วยตนเอง ซึ่งอาจทำในรูปของรายงาน

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์และวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ และการตรวจสอบ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหา

2.4 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ในการแก้ปัญหานี้ๆ นอกจากนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอและเข้าใจ กระบวนการแก้ปัญหาคือแล้ว การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาก็เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด ก็เป็น อีกปัจจัยหนึ่งซึ่งช่วยในการแก้ปัญหาคือ ถ้านักเรียนมีความคุ้นเคยกับยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคือ ต่างๆ ที่ เหมาะสมและหลากหลายแล้ว นักเรียนสามารถเลือกยุทธวิธีเหล่านั้นมาใช้ได้ทันที (สสวท. 2551: 12)

บิลสเทน และคณะ (สสวท. 2551: 12-41; อ้างอิงจาก Billstein.; Libeskind.; & Lott. 1998: *A Problem Solving Approach to Mathematics.*) กล่าวว่า ยุทธวิธีแก้ปัญหาคือ เป็นเครื่องมือ สำคัญและสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาคือ ได้ดี ที่พบบ่อยในคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มี ลักษณะเป็นระบบหรือเป็นแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะ ยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธีนี้มักจะใช้กับการแก้ปัญหาคือ ที่ เกี่ยวข้องกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต การฝึกฝนการค้นหาแบบรูปในเรื่องดังกล่าวเป็นประจำ จะช่วย ให้นักเรียนพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนและทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะที่ช่วยให้นักเรียนสามารถ ประมาณและคาดคะเนจำนวนที่ต้องพิจารณาโดยไม่ต้องคิดคำนวณก่อน ตลอดจนสามารถสะท้อน ความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดของตนได้

2. การสร้างตาราง การสร้างตารางเป็นการจัดระบบใส่ตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยใน การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นหาแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่นๆ ตลอดจนช่วย ไม่ให้หลงลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4. การแจกแจงที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูลโดยแยกเป็นกรณีๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจกแจงที่เป็นไปได้ทั้งหมด นักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช่ ออกก่อน แล้วค่อย คำนวณระบบหรือแบบรูปกรณีที่เหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีระบบในการแจกแจงที่เหมาะสม ยุทธวิธีนี้ก็จะไม่มีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ดีถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจกแจงด้วยก็ได้

5. การคาดเดาและการตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ ที่ปัญหา กำหนดผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง มาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบ ความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่ โดยอาศัย ประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรกๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของ ปัญหาครั้งต่อไป นักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นเข้าใกล้ คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

6. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปของ สมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อหาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมามีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้น กำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้ แล้วเขียน สมการหรือสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการ มักใช้ สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ ซึ่งได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติ การบวกและสมบัติการคูณ และเมื่อใช้สมบัติการเท่ากันมาช่วยแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคำตอบ ของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหา ถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบ ที่ถูกต้องของปัญหานี้ ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางพีชคณิต

7. การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์จากปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหที่ต้องการอธิบายการได้มาซึ่งคำตอบ

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องทำตามขั้นตอนที่ละขั้นเพื่อให้แก้ปัญหได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่ได้แก้ปัญห ด้วย ยุทธวิธีอื่นไม่ได้แล้ว สิ่งสำคัญของยุทธวิธีนี้คือ การเปลี่ยนมุมมองที่ต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลาย ขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลดจำนวนของข้อมูลลง หรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่ คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่คุ้นเคยหรือเคยแก้ปัญหามาก่อนหน้านี้

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ใน ปัญหาว่าจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วย ในการแก้ปัญหบางปัญหาเราใช้การให้

เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและการตรวจสอบ หรือเขียนภาพและแผนภาพ จนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างเด่นชัดยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในทางเรขาคณิต

11. การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมุติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้ง ยุทธวิธีนี้มักใช้กับการแก้ปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหาโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่แสดงเป็นเท็จ

เคนเนดี และทิปส์ (เทอดเกียรติ วงศ์สมบูรณ์. 2547: 12 –14; อ้างอิงจาก Kennedy and Tipps. 1997: 11 – 23 *Guiding Children's Learning of Mathematics.*) ได้เสนอยุทธวิธีที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายได้ดังนี้

1. การแสดงออก (Act it out) เป็นยุทธวิธีที่เหมาะสมกับเด็กเล็ก เป็นการแสดงออกในรูปของละครหรือบทบาทสมมุติในเรื่องราวชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่จินตนาการขึ้น เช่น การจำลองสถานการณ์การค้าขาย โดยสมมุติให้ห้องเรียนเป็นร้านค้า มีการซื้อขายอาหารและเครื่องใช้ต่างๆ หรือสมมุติให้ห้องเรียนเป็นธนาคารมีการฝากหรือถอนเงิน เป็นต้น

2. การหาและใช้แบบรูป (Look for and use a pattern) เป็นการนำความรู้ในคณิตศาสตร์มาค้นหาความสัมพันธ์ สร้างการเชื่อมโยงและทำเป็นกรณีทั่วไป เพื่อทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป เช่น การค้นหาแบบรูปที่จะเกิดขึ้นต่อไปของ $\clubsuit\circ\clubsuit\circ\circ\clubsuit\circ\clubsuit\circ\circ\circ\dots$

3. การสร้างแบบจำลอง (Make a model) เป็นการนำสิ่งของที่เป็นรูปธรรม เช่น หนังสือ ตุ๊กตาหมี ลูกพลาสติกต่างๆ มาเป็นแบบจำลองแทนของจริง เพื่อให้นำเข้าสู่บทเรียน สร้างความเข้าใจใหม่โน้มน้ามนักเรียน

4. การเขียนแผนผังหรือภาพประกอบ (Draw a picture or diagram) เป็นการใชภาพหรือแผนภาพมาจัดทำรายละเอียดของปัญหา แล้วประยุกต์เข้ากับจำนวนและวิธีการทางคณิตศาสตร์ต่างๆ เช่น ใช้แผนภาพเวนน์ในการแก้ปัญหาเรื่องเซต

5. การคาดเดาและตรวจสอบ (Guess and check) เป็นการให้เหตุผลในการพิจารณาตัวเลือกต่างๆ นำมาทดสอบกับปัญหา แล้วทำการตัดตัวเลือกที่ไม่สอดคล้องกับปัญหาออกไป จนเหลือตัวที่สอดคล้องกับปัญหาเพียงเล็กน้อยหรือเพียงตัวเดียว เช่น ปัญหา $20 \div \square - \square = 1$ ให้หาจำนวนเดียวกันมาใส่ใน \square เพื่อให้สมการเป็นจริง ซึ่งต้องใช้ความพยายามค้นหาจำนวนมาแทน จนได้จำนวนที่สอดคล้องกับสมการดังกล่าว

6. แจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด (Account for all possibilities) เป็นการสืบเสาะหาคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา เช่น ในการเรียนเรื่องการบวก เด็กๆ สามารถหาจำนวนเต็มบวกที่รวมกันได้ 7 มาได้ทั้งหมด ในการเรียนรู้เรื่องเงิน สามารถจัดหมู่เหรียญชนิดต่างๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่รวมกันได้ 46 เซนต์ ในการเรียนเรื่องความสัมพันธ์ สามารถหาเซตของคู่อันดับที่เกิดจากผลคูณคาร์ทีเซียนได้

7. แก้ปัญหาที่ลดขนาดลง หรือแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนๆ (Solve a simpler problem or break into parts) เป็นยุทธวิธีที่ใช้กับปัญหาที่มีจำนวนมีค่ามากและยุ่งยาก โดยเป็นการกำหนดจำนวนในปัญหาให้น้อยลง เพื่อสร้างความเข้าใจในการแก้ปัญหา เช่น เมื่อนักเรียนทำการหาร $347 \div 46$ ยากที่จะทำความเข้าใจ ทำไมเศษจากการหารจึงต้องน้อยกว่า 46 ดังนั้น จึงทำการศึกษากับจำนวนที่น้อยกว่าเสียก่อน เช่น $14 \div 7, 15 \div 7, 16 \div 7, 17 \div 7, 18 \div 7, 19 \div 7, 20 \div 7$, และ $21 \div 7$ ทำให้ทราบว่า เศษจากการหารไม่มีโอกาสที่จะมากกว่าหรือเท่ากับตัวหาร เป็นต้น

8. การดำเนินการแบบย้อนกลับ (Work backward) เป็นการศึกษารายละเอียดของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้อย่างละเอียดถี่ถ้วน การดำเนินการกับข้อมูลที่โจทย์ให้มา มีการทำย้อนกลับเพื่อให้ไปถึงสิ่งที่โจทย์ถาม ปัญหาที่ใช้ยุทธวิธีนี้ เช่น เซนมีเงิน 20 ดอลลาร์ เมื่อไปถึงร้านขายของชำเขาซื้อไก่ 2.09 ดอลลาร์ ผักชี 0.76 ดอลลาร์ นม 1.39 ดอลลาร์ และขนมปัง 1 แถว เขาได้รับเงินทอน 13.96 ดอลลาร์ อยากทราบว่าขนมปังราคาเท่าไร

9. เขียนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ (Write a mathematical sentence) เป็นยุทธวิธีที่ช่วยให้นักเรียนได้สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย โดยใช้ประโยคสัญลักษณ์ เช่น $4 + 5 = 9$ ใช้แทนประโยคที่ว่า นาดามีผลไม้ 4 ผล เมื่อเธอมีแอปเปิล 4 ผล และส้ม 5 ผล

10. สร้างตารางและ/หรือกราฟ (Make a table and/or a graph) เป็นการใช้ตารางและกราฟในการจัดการกับข้อมูลให้เป็นระบบเพื่อใช้แสดงรายละเอียดต่างๆ ช่วยแก้ปัญหาและรายงานข้อมูลต่างๆ

11. เปลี่ยนมุมมองของปัญหา (Change your point of view) เป็นการเปลี่ยนวิธีคิดในการมองปัญหา ในบางปัญหาอาจต้องใช้วิธีคิดที่ฉีกแนวไปจากเดิม ปัญหาที่ใช้ยุทธวิธีนี้ เช่น ให้ลากเส้นตรง 4 เส้นให้ผ่านจุดทั้ง 9 จุด (ดังรูป) ในขั้นต้นหากคิดจำกัดอยู่กับการลากเส้นตรงให้อยู่เฉพาะภายในจุดทั้ง 9 ก็จะไม่สามารถทำได้ แต่ถ้าเปลี่ยนมุมมองในการลากเส้นตรงให้ยาวออกนอกจุดทั้ง 9 บ้าง ก็จะแก้ปัญหาได้



สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 19 - 23) ได้เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การหารูปแบบ
2. การเขียนแผนผัง หรือภาพประกอบ
3. การสร้างรูปแบบ
4. การสร้างตารางหรือกราฟ
5. การเดาและตรวจสอบ
6. แฉงกรณีที่เป็นไปได้

7. การเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
8. การดำเนินการแบบย้อนกลับ
9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อยๆ หรือการเปลี่ยนมุมมองปัญหา

จากแนวคิดข้างต้น แม้ว่าจะมีหลากหลายยุทธวิธีในการแก้ปัญหา แต่ไม่มียุทธวิธีใดที่ดีที่สุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่ ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางปัญหาสามารถแก้ได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธีหรือใช้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ นักเรียนควรจะต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์หรือแหล่งความรู้อื่น ๆ ที่สามารถสืบค้นได้อย่างเพียงพอ อีกทั้งต้องรู้ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง รู้จักเลือกใช้ยุทธวิธีอย่างเหมาะสมและหลากหลาย ตลอดจนควรมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างเพียงพอด้วย (สสวท. 2551: 42)

2.5 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บิทเตอร์ (Bitter. 1990: 43-44) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. การเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน
2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหาเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน
3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหานั้นๆ
4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามหาอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริงๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ
5. ควรให้ฝึกการแก้ปัญหามากๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อหน่ายกับการแก้ปัญหที่ซ้ำซาก ไม่ทำลายความสามารถ
6. ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาย่อยๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน
7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหามากๆ ข้อ โดยวิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหามากๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่นๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหานั้นได้
8. ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา
9. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics หรือ NCTM. 1991: 57) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่จะเอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียนดังนี้

1. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิด วิธีการคิด และความรู้สึกรักของนักเรียน
2. ใช้เวลาในการสำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์
3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานทั้งส่วนบุคคลและร่วมมือกัน
4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลองใช้ความสามารถในการกำหนดปัญหา และสร้างข้อคาดเดา
5. ให้นักเรียนได้ให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 256-258) ได้เสนอลักษณะของปัญหาที่ควรใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ปัญหาในชีวิตจริงที่นักเรียนสามารถคิด สัมผัส ค้นคว้า กับเนื้อหาได้จริงซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย
2. ปัญหาที่สามารถช่วยให้นักเรียนก้าวข้ามกระบวนการเบื้องต้นไปยังความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างลึกซึ้ง

3. เนื้อหาที่มีความน่าจะเป็น สถิติ เรขาคณิต จำนวนตรรกยะ
 4. ควรสร้างสถานการณ์ที่ช่วยพัฒนาการแก้ปัญหาบนความรู้ ทักษะที่นักเรียนมีอยู่ และช่วยขยายความรู้ ทักษะ และภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ให้ลึกซึ้ง
- และยังได้เสนอแนะอีกว่าครูควรมีบทบาทในการช่วยในการพัฒนาการแก้ปัญหาดังนี้

1. สร้างทักษะการวิเคราะห์ปัญหาด้วยปัญหาที่มีข้อมูลข้างสารที่มากเกินไปหรือไม่จำเป็น
2. ทำทายนักเรียนด้วยปัญหาที่มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ มีวิธีหาคำตอบหลายวิธี
3. กระตุ้นความสนใจด้วยการส่งเสริมการสื่อสารและการร่วมมือกันหาวิธีการแก้ปัญหามีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจ ครูบางคนให้ชื่อวิธีแก้ปัญหตามชื่อนักเรียนที่เสนอแนะ
4. ครูควรให้นักเรียนได้สร้างปัญหาที่น่าสนใจบนสถานการณ์ที่หลากหลายทั้งในและนอกขอบเขตวิชาคณิตศาสตร์
5. ครูควรให้โอกาสให้นักเรียนอธิบายกลวิธีในการแก้ปัญหา และคำตอบให้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อหาวิธีการที่ครอบคลุมซึ่งใช้แก้ปัญหาต่างๆไปได้
6. ใช้ปัญหาที่ยาก ซับซ้อนที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ เครื่องคิดเลขกราฟฟิกในการแก้ปัญหา
7. ช่วยให้นักเรียนมีการไตร่ตรองกระบวนการแก้ปัญหา โดยมีการแลกเปลี่ยนความคิดอย่างเปิดกว้างและสม่ำเสมอ
8. ประเด็นสำคัญในกระบวนการแก้ปัญหา เช่น การทำความเข้าใจปัญหา และการทบทวนการแก้ปัญหา

9. ให้ประสบการณ์ที่ช่วยแนะนำการใช้กลวิธีการแก้ปัญหา เช่น การค้นหารูปแบบ การสร้างตาราง การคิดย้อนกลับได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

10. ควรให้แนะนำนักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่มีการไตร่ตรอง

11. มีการติดตามและประเมินตนเองว่า รู้ไม่รู้อะไร ทำอะไรได้ดี ทำอะไรไม่ดี สามารถติดตามความสามารถในการทำงานตามระยะเวลาได้ และสามารถไตร่ตรองปัญหา เช่น การจำแนกประเภทปัญหา เช่น การจำแนกประเภทปัญหา ดัดแปลงปัญหา เชื่อมโยงปัญหา ขยายปัญหา

12. เสริมว่าการแก้ปัญหายังไม่จบถ้ายังไม่ได้มีการตรวจสอบการแก้ปัญหา

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543: 159) กล่าวว่า การเรียนรู้ในการแก้ปัญหาคือเป็นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยหลักการเบื้องต้นเป็นพื้นฐานและความสามารถในการพลิกแพลงอันจะนำไปสู่วิธีการคิดใหม่ เกิดความคิดรวบยอดใหม่ และกฎใหม่เพื่อชี้ชัดปัญหา และแนวทางแก้ปัญหาได้ การส่งเสริมให้เกิดการสอนแบบแก้ปัญหาซึ่งเป็นจุดเน้นของคณิตศาสตร์ ครูจำเป็นต้องสร้างทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียนใช้วิธีช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหานั้น สิ่งสำคัญคือครูผู้สอนจะต้องคอยกระตุ้นผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงใช้ความสามารถ ในการกำหนดปัญหา และสร้างข้อคาดเดา โดยการใช้คำถามนำ และจัดกิจกรรมให้ทำท่าย เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิด วิเคราะห์ และมองเห็นถึงวิธีในการเข้าถึงปัญหาและให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

ฮาร์ท (Hart. 1993: 169-170) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหา โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือในกลุ่มย่อย พบว่าองค์ประกอบที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีมี 3 ประการ คือ

1. ความร่วมมือกันในกลุ่ม
2. ความช่วยเหลือกันในกลุ่ม
3. บรรทัดฐานทางสังคม(Social norms)ในกลุ่มย่อย

นอกจากนี้ ฮาร์ท ยังพบอีกว่า องค์ประกอบที่ขัดขวางพฤติกรรมในการแก้ปัญหามี

4 ประการ คือ

1. ขาดประสบการณ์ในการแก้ปัญหา
2. มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา
3. ขาดการติดตามหรือวางระบบความคิด
4. เชื่อว่าจะไม่สามารถประสบความสำเร็จ

มิเชลส์ (Michaels. 2000: Abstract) ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงการแก้ปัญหา เพศ ความเชื่อมั่นและรูปแบบของการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 109 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 แบบ คือแบบวัดกระบวนการแก้ปัญหา แบบวัดความเชื่อมั่น และแบบวัดรูปแบบของการให้เหตุผล (พิจารณาจากความสามารถ ความพยายาม และการขอความช่วยเหลือจากผู้อื่น) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชายชอบแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากกว่านักเรียนหญิง นักเรียนหญิงมีรูปแบบของการให้เหตุผลที่นำไปสู่ความสำเร็จดีกว่านักเรียนชาย ไม่มีความแตกต่างทางด้านความเชื่อมั่น ความเข้าใจที่สามารถเชื่อมโยงในปัญหาหรือทฤษฎีบท แล้วนำไปใช้ในการพิสูจน์ได้

วิลเลียมส์ (Williams. 2003: 185-187) ได้ศึกษาการเขียนตามขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาว่าสามารถช่วยส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหา กับนักเรียนที่เริ่มต้นเรียนพีชคณิต 42 คน โดยแบ่งเป็น กลุ่มที่เรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหา 22 คน และกลุ่มที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาโดยไม่ต้องฝึกเขียนตามขั้นตอน 20 คน พบว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาสามารถทำการแก้ปัญหาได้ดีกว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาโดยไม่ต้องฝึกเขียนตามขั้นตอน และจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มที่ได้รับผลการฝึกเขียนพบว่า นักเรียน 75 เปอร์เซ็นต์ มีความพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียน 80 เปอร์เซ็นต์ บอกว่าการเขียนตามขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาช่วยให้แก้ปัญหาได้ดีขึ้น

คิง (King. 2005: Abstract) ได้ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับกลาง การนำการแก้ปัญหาไปใช้สำหรับห้องเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับกลาง พบว่าการสอนการแก้ปัญหให้กับนักเรียนระดับกลางไม่ได้ถูกดำเนินการดังเช่นแบบแผนมาตรฐานการพัฒนาทักษะผู้เรียนที่ NTCM สร้างขึ้น

ขณะที่การสอนจากทักษะและแบบแผนเป็นสิ่งสำคัญที่จะพัฒนาการคิดในทางคณิตศาสตร์ ครูควรพิจารณาให้การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติการในห้องเรียนเพื่อช่วยพัฒนาด้านการคิด แต่ครูส่วนมากมีช่วงเวลาในการสอนไม่สะดวกกับการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาในห้องเรียน การติดต่อสื่อสารทั้งด้านการพูดและการเขียนก็เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกระบวนการแก้ปัญหา เช่นเดียวกับการให้โอกาสนักเรียนได้เห็นคำตอบ แบบแผนการแก้ปัญหาอื่นๆ หรือผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการแก้ปัญหา

งานวิจัยในประเทศ

จุฑารัตน์ จันทะนาม (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองที่ใช้การ์ตูนประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เศษส่วน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชาสีไล อำเภอรามัญสีไล จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 80 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. ชุดการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองที่ใช้การ์ตูนประกอบ เรื่อง เศษส่วน ในแต่ละเล่มมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาโดยใช้ชุดการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองที่ใช้การ์ตูนประกอบกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหา โดยใช้ชุดการแก้ปัญหาด้วยตนเองที่ใช้การ์ตูนประกอบกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัญชญา โพธิ์พลากร (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและอัตราส่วนตรีโกณมิติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน ผลการศึกษาพบว่า

1. ชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความคิดเห็นของนักเรียน หลังจากใช้ชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมืออยู่ในระดับ เห็นด้วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 41 คน พบว่าชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละมีประสิทธิภาพ 86.03/76.54 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 70/70 ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองสูงกว่าหลังทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ โดยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สอบผ่านเกณฑ์ในการเรียนได้มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐชยาน์ สงคราม (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมประกอบเทคนิคการประเมินจากสภาพจริง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ใช้กิจกรรมประกอบเทคนิคการประเมินจากสภาพจริงหลังจากการใช้กิจกรรมสูงกว่าก่อนการใช้กิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จำปี นิลอรุณ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความเท่ากันทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดทรงธรรม อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 1 ห้องเรียน 55 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่องความเท่ากันทุกประการ ภายหลังที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มาเลียม พินิจรอบ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่มที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา เรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพระหฤทัยคอนแวนต์ เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 50 คน โดยใช้การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่ม เรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการสอนมีทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วาสนา กิมเท็ง. (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 36 คน ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One – Group Pretest-Posttest Design ผลการวิจัยพบว่าทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการที่มีระบบ มีเหตุผล มีความเข้าใจ โดยครูเป็นผู้จัดสถานการณ์กระตุ้นความสนใจในการแก้ปัญหา ที่สามารถช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ และสามารถถ่ายโยงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่การแก้ปัญหาโดยทั่วไป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนให้ได้ฝึกการแก้ปัญหายังเป็นระบบและสม่ำเสมอจะส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น



3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เกิดจากเหตุผล ความสามารถในการใช้เหตุผลจึงเป็นสิ่งสำคัญในการทำความเข้าใจคณิตศาสตร์ การพัฒนาความคิด การสำรวจปรากฏการณ์ การตรวจสอบ และการใช้การคาดเดาในเนื้อหาจะทำให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์มีสาระมีเหตุผล นอกจากนี้การให้เหตุผลจะเป็นเครื่องมือที่มีพลังในการพัฒนาและแสดงออก ความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆอย่างกว้างขวาง (NCTM. 2000: 56-57)

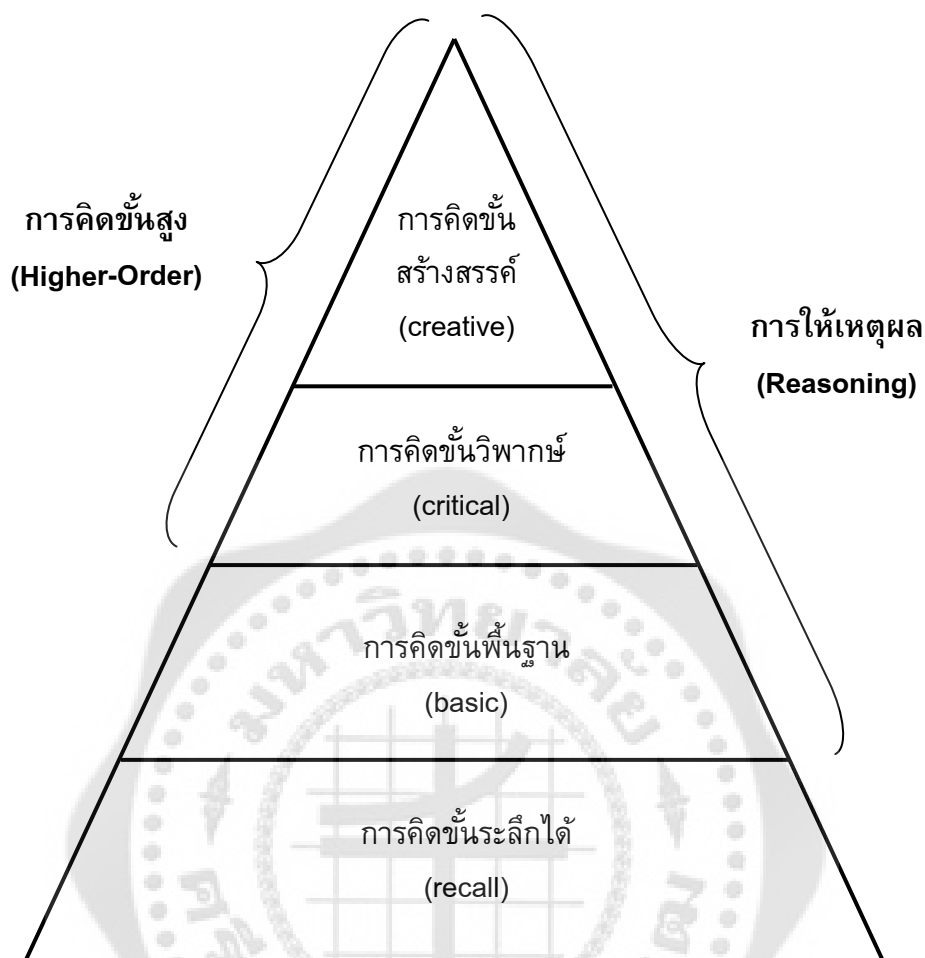
3.1 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้นั้น ต้องพัฒนาให้เขาสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและใช้เหตุผลในการคิดพิจารณาและตัดสินใจได้ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 34) จากความสำคัญของการให้เหตุผลข้างต้นจะเห็นว่า การคิด และการให้เหตุผลมีความสัมพันธ์กันและได้มีผู้ให้ความหมายของ การคิด และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้หลายท่านดังนี้

กรีนวูด (Greenwood. 1993: 144) ได้กล่าวถึงความหมายของ การคิดทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถในการเข้าใจรูปแบบ การหาสถานการณ์ร่วมของปัญหา การระบุข้อผิดพลาด และการสร้างยุทธวิธีใหม่

ครูลิคและรูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1993 : 3) ได้กล่าวถึงความหมายของ การคิดว่าการคิดเป็นความสามารถของผู้เรียนในการได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผล จากข้อมูลที่กำหนดให้ โดยที่ผู้เรียนต้องสร้างข้อคาดการณ์ หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผลเพื่ออธิบายข้อสรุปและข้อยืนยันข้อสรุปนั้น ซึ่งข้อสรุปก็คือแนวความคิดหรือความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ

ครูลิคและรูดนิคยังได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ชั้น ได้แก่ การคิดขั้นระลึกได้ (recall) การคิดขั้นพื้นฐาน (basic) การคิดขั้นวิเคราะห์ (critical) และการคิดขั้นสร้างสรรค์ (creative) ส่วนการให้เหตุผลนั้นพวกเขามองว่าเป็นการคิดขั้นที่เหนือไปจากการคิดขั้นระลึกได้ ดังแผนภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ลำดับขั้นของการคิด (Hierarchy of Thinking)

ที่มา: Krulik; & Rudnick, J. A. (1993). An Introduction to Higher-Order Thinking Skills and Problem Solving. *Reasoning and Problem Solving : A Handbook for Elementary School Teachers*. p.3.

จากแผนภาพประกอบ 7 ได้อธิบายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่สลับซับซ้อน แต่ละขั้นตอนที่แสดงในแผนภาพไม่ได้แยกขาดจากกันเลยทีเดียว แต่ละขั้นตอนอาจจะมีการคาบเกี่ยวกันอยู่บ้าง และจากแผนภาพจะเห็นว่า การให้เหตุผลเป็นการรวมตั้งแต่การคิดขั้นพื้นฐาน การคิดขั้นวิพากษ์ และการคิดขั้นสร้างสรรค์ สำหรับการคิดขั้นวิเคราะห์และการคิดขั้นสร้างสรรค์ เรียกว่า การคิดขั้นสูง (Higher-Order)

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 37) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผล เป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้น ๆ ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลนั้น ประกอบด้วย ความสามารถในการวิเคราะห์และระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลความสามารถในการหาข้อสรุป และยืนยันข้อสรุปของแนวคิดอย่างสมเหตุสมผล

กิตติศักดิ์ แก้งทอง (2547: 19) ได้กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการคิดหรือตรรกะตรองหาเหตุผล เพื่อพิจารณาแนวทางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยองค์ประกอบพื้นฐานต่างๆ เช่นการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถแสดงออกมาให้รับรู้โดยใช้ภาษา จะเป็นการพูดหรือภาษาเขียนก็ได้ จากข้อคำถามหรือข้อความที่กำหนดให้ในทางคณิตศาสตร์

พงศธร มหาวิจิตร (2550: 50) ได้กล่าวว่า ทักษะ/กระบวนการด้านการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการคิดหรืออธิบายแนวคิดให้ผู้อื่นรับรู้ได้ โดยนำวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 46) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และ/หรือความคิดสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ ตรรกะตรองหาเหตุผล เพื่อรวบรวมข้อเท็จจริง แล้วแสดงเหตุผลเพื่ออธิบายข้อสรุปและข้อยืนยันข้อสรุปนั้น

3.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและนักวิชาการได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้หลายท่านดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 5) ได้กำหนดให้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นหนึ่งในเป้าหมายในการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนจากเป้าหมายในการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียน 5 ประการ คือ

1. เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์
2. มีความมั่นใจในความสามารถของตนเอง
3. สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้
4. สามารถสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ได้
5. สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้

และกล่าวว่า การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จะเป็นแนวทางในการพัฒนาให้เกิด การแสดงออกถึงความเข้าใจอันลึกซึ้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง และได้กล่าวถึง จุดเน้นของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับ (NCTM. 2000: 29) ดังนี้

ระดับอนุบาล-เกรด 4 มุ่งเน้นการให้เหตุผลที่ให้นักเรียนสามารถ

1. หาผลสรุปทางคณิตศาสตร์ได้
2. ใช้ความรู้ สมบัติ ความสัมพันธ์และรูปแบบต่างๆ ในการอธิบายแนวคิดได้
3. ให้เหตุผลเกี่ยวกับคำตอบและกระบวนการในการหาคำตอบได้
4. ใช้รูปแบบและความสัมพันธ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้
5. เชื่อว่าคณิตศาสตร์มีความสมเหตุสมผล

เกรด 5 – 8 มุ่งเน้นการให้เหตุผลที่ให้นักเรียนสามารถ

1. มีความเข้าใจและใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้
2. สามารถทำความเข้าใจและประยุกต์ใช้กระบวนการให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์ได้
3. สร้างและตรวจสอบข้อคาดการณ์และข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้
4. ให้เหตุผลในความคิดของตนเองได้
5. เห็นความสำคัญของการให้เหตุผลว่าเป็นส่วนสำคัญของคณิตศาสตร์

เกรด 9-12 สนับสนุนให้นักเรียนได้ขยายทักษะการให้เหตุผล โดยมุ่งให้นักเรียน

สามารถ

1. สร้างและตรวจสอบข้อการณืได้
2. ยกตัวอย่างคัดค้านได้
3. แสดงการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลได้
4. ตัดสินข้อขัดค้านด้วยเหตุและผลได้
5. อ้างเหตุผลอย่างง่ายได้

นอกจากนี้ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 56) ยังได้เสนอ มาตรฐาน 10 มาตรฐาน เพื่อเป็นมาตรฐานหลักสูตรและใช้เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ซึ่งมาตรฐาน 10 มาตรฐานนั้น ประกอบด้วย มาตรฐานที่เกี่ยวกับ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Content Standards) อยู่ใน 5 มาตรฐานแรก และมาตรฐาน ที่เกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Process Standards) อยู่ใน 5 มาตรฐาน หลังดังนี้

1. จำนวนและการดำเนินการ (Number and Operations)
2. พีชคณิต (Algebra)
3. เรขาคณิต (Geometry)
4. การวัด (Measurement)
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (Data Analysis and Probability)
6. การแก้ปัญหา (Problem Solving)

7. การให้เหตุผลและการพิสูจน์ (Reasoning and Proof)
8. การสื่อสาร (Communication)
9. การเชื่อมโยง (Connection)
10. การแสดง/การนำเสนอ (Representation)

กิตติศักดิ์ แก้งทอง(2547: 13) ได้กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลเป็นกิจกรรมในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เหตุผลคือหลักฐานหรือสิ่งที่ยืนยันความเชื่ออย่างใดอย่างหนึ่งว่าเป็นจริงเมื่อจะทำอะไรก็ตามเราต้องคิดก่อนว่าเราควรทำหรือไม่เพราะเหตุใด นี่คือการถามหาเหตุผลมาสนับสนุนความคิดและการกระทำของตัวเอง การให้เหตุผล(Reasoning) เป็นกระบวนการทางความคิดที่พยายามแสดงว่าข้อสรุปควรเป็นที่ยอมรับเพราะมี เหตุผลหรือหลักฐานที่ดีมาสนับสนุน นอกจากนี้ เรายังต้องอธิบายเหตุผลนี้ให้คนอื่นเข้าใจและยอมรับด้วย เมื่อได้ฟังเรื่องราวบางอย่างเราอาจไม่เชื่อทั้งหมดในการเลือกว่าเรื่องใดควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อ เราก็ต้องใช้เหตุผลในการพิจารณาการตัดสินใจ เมื่อเรามีความคิดเห็นไม่ตรงกันหรือมีปัญหาขัดแย้ง เราก็สามารถยุติความขัดแย้งนี้ได้โดยใช้เหตุผล ใครมีเหตุผลดีกว่าข้อสรุปของเขาก็จะเป็นที่ยอมรับได้มากกว่า ยิ่งไปกว่านั้นมนุษย์ประสบความสำเร็จยิ่งใหญ่ในการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้ จนกลายเป็นความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการด้านต่างๆอย่างที่เรารู้จักกันอยู่ในโลกปัจจุบัน เหตุผลจึงมีบทบาทสำคัญยิ่งในการดำเนินชีวิตของมนุษย์

พร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคะนอง (2547: 97) ได้กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) เป็นการโยงความสัมพันธ์เชิงตรรก (Logical Interconnections) ในทางคณิตศาสตร์ (Raimi, 2002) การให้เหตุผลมีความสำคัญมาก เนื่องจากในกระบวนการให้เหตุผลผู้เรียนต้องใช้การคิดหลายลักษณะ เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง นอกจากนี้ ข้อมูลการให้เหตุผลของผู้เรียนยังมีความสำคัญโดยอาจทำให้ผู้สอนสามารถดำเนินการในสิ่งต่อไปนี้

1. อธิบายระดับพัฒนาการของผู้เรียนในการเรียนคณิตศาสตร์เฉพาะใดๆ
2. ระบุความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรืออุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนพร้อมทั้งเหตุผล
3. วิเคราะห์แนวคิดใหม่ๆ (Emerging Idea) ที่เกิดจากการให้เหตุผลของผู้เรียน

เพื่อที่จะขยายความและอภิปรายร่วมกับผู้เรียนคนอื่นๆ

4. ระบุโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Structures) หรือประเภทของปัญหาที่จำเป็นสำหรับการสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมายของผู้เรียน

5. จัดหาสถานการณ์ที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน

6. ตรวจสอบผลของสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมในห้องเรียนที่มีต่อความคิดและความเข้าใจของผู้เรียน

อลิซและชิเรล (เปียทิพย์ เขาไขแก้ว. 2551: 12 อ้างอิงจาก Alice; & shirel. 1999: 114) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ ผู้เรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาหรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้ หากปราศจากการให้เหตุผล ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 45) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่ยืนยันว่า การสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผล ดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ การสอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม

สำหรับในประเทศไทย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นมาตรฐานในสาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ยังได้กำหนดตัวชี้วัดเพื่อให้เห็นผลคาดหวังที่ต้องการในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 ที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัดชั้นปี			ตัวชี้วัดช่วงชั้น
ม. 1	ม. 2	ม. 3	ม. 4-6
ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม	ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ที่มา: กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. หน้า 90.

3.3 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ณิวรรณ เศวตมัลย์ และคนอื่นๆ (2545: 69-70) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลไว้ว่า การให้เหตุผล มี 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลโดยกำหนดให้หรือยอมรับเหตุเป็นจริง นั่นคือ เหตุที่ตั้งขึ้นบังคับให้เกิดผลลัพธ์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งจะสมเหตุสมผลหรือไม่ สมเหตุสมผลจะต้องตรวจสอบความสมเหตุสมผลนั้น

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการใช้ประสบการณ์ย่อยๆหลายๆตัวอย่างหรือการคาดคะเนในการสรุปผล นั่นคือเหตุที่ตั้งขึ้นเป็นการเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งที่เกิดขึ้นแล้วสรุป ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่สอดคล้องกับเหตุการณ์ เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้ อาจเป็นจริงหรือไม่เป็นจริงก็ได้

กิตติศักดิ์ แก่งทอง (2547: 20) ได้กล่าวไว้ว่า มนุษย์รู้จักใช้การให้เหตุผล เพื่อสนับสนุนความเชื่อ หรือเพื่อหาความจริง หรือข้อสรุปในเรื่องใดเรื่องหนึ่งมาแต่ครั้งโบราณ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญมีอยู่ 2 วิธีได้แก่

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยยึดความจริงจากส่วนย่อยที่พบเห็นไปสู่ความจริงที่เป็นส่วนรวม เช่น เราพบว่า ทุกเช้าพระอาทิตย์จะขึ้นทางทิศตะวันออกและตอนเย็นจะตกทางทิศตะวันตก จึงให้ข้อสรุปว่า พระอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตก

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการนำความรู้พื้นฐานซึ่งอาจเป็นความเชื่อ ข้อตกลง หรือบทนิยาม ซึ่งเป็นสิ่งที่รู้มาก่อนและยอมรับว่าเป็นจริง เพื่อหาเหตุผลนำไปสู่ข้อสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2551: 46-47) ได้กล่าวไว้ว่า โดยทั่วไปมนุษย์มักจะใช้ความรู้ที่มีมาแต่กำเนิดหรือสามัญสำนึกซึ่งมนุษย์แต่ละคนอาจมีอยู่ มากน้อยแตกต่างกัน มาช่วยแก้ปัญหา เช่น เมื่อน้ำตาลทรายกำลังจะขึ้นราคา น้ำตาลทรายมักจะขาดตลาด ชาวบ้านและแม่ค้ามักรีบสะสมน้ำตาลทรายในราคาเดิมก่อนขึ้นราคา หรือในวันที่ฝนตกตอนเช้า คนในเมืองใหญ่มักจะออกจากบ้านเร็วกว่าปกติ เพราะคิดว่าการจราจรน่าจะติดขัดมากกว่าวันที่ฝนไม่ตกตอนเช้า เป็นต้น

ในทางคณิตศาสตร์ เรียกการให้เหตุผลที่มาจากการใช้ความรู้ที่มีมาแต่กำเนิดหรือสามัญสำนึก ดังกล่าวข้างต้นว่า การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ มนุษย์จะมีการให้เหตุผลแบบสหัชญาณมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่ตนมีอยู่

ในทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีทฤษฎีบทและความรู้จำนวนไม่น้อยที่มีจุดเริ่มต้นจากการให้เหตุผลแบบสหัชญาณ เช่น การแก้ปัญหาของเด็กชายคาร์ล ฟรีดริช เกาส์ เกี่ยวกับการหาผลบวกของจำนวนเต็มบวกตั้งแต่ 1 ถึง 100 โดยใช้การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ เด็กชายเกาส์สามารถหาคำตอบของปัญหาได้ภายใน 2-3 นาที ซึ่งแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว

ของเกาส์ ส่งผลให้มีการนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในการหาผลบวกของจำนวนเต็มบวกที่เรียงต่อกันอย่างเป็นระบบ

นอกจากการให้เหตุผลแบบสหัชญาณแล้ว ในทางวิชาการ นักการศึกษาได้จำแนกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 แบบดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือการทดลองหลายครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแบบรูปที่จะนำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเชื่อว่า น่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง มีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริงและยังไม่พบข้อขัดแย้ง เรียกข้อสรุปนี้ว่า ข้อความคาดการณ์

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่ยกเอาสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ อ้างจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

2.1 เหตุหรือสมมติฐาน ซึ่งหมายถึง สิ่งที่เป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ ได้แก่ คำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบทที่พิสูจน์แล้ว กฎหรือสมบัติต่างๆ

2.2 ผลหรือผลสรุป ซึ่งหมายถึง ข้อสรุปที่ได้จากเหตุหรือสมมติฐาน โดยทั่วไป เหตุหรือสมมติฐานของการให้เหตุผลแบบนิรนัย มักประกอบด้วย เหตุกรณีทั่วไป และเหตุกรณีเฉพาะ ก่อให้เกิด ผลหรือผลสรุป ถ้าเหตุทำให้เกิดผลหรือผลสรุปเสมอ เราเรียกว่าเป็น การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล ในทางตรงกันข้าม ถ้าเหตุไม่ทำให้เกิดผลหรือผลสรุปเสมอ เราเรียกว่าเป็น การให้เหตุผลที่ไม่สมเหตุสมผล

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นได้แบ่งรูปแบบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ การให้เหตุผลเชิงอุปนัยและการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

3.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2545: 198-199) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะด้านการให้เหตุผลไว้ว่า การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้นสามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาวิชาของคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆด้วย นอกจากนี้ได้เสนอแนะองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักการให้เหตุผล ดังนี้

1. ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผล
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการให้เหตุผลของตัวเอง
3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร

การเริ่มต้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเกิดทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะกว้างๆโดยใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม”

“อย่างไร” “เพราะเหตุใด” พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า...แล้ว ผู้เรียนคิดว่า...จะเป็นอย่างไร” ผู้เรียนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่า ไม่ถูกต้องแต่อาจใช้คำพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่าคำตอบที่ผู้เรียนตอบมามีบางส่วนถูกต้อง ผู้เรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดควรเป็นปัญหาปลายเปิดที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็น หรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

พร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคะนอง (2547: 97) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรทำในบริบททางคณิตศาสตร์ (Mathematical Context) เช่น ในขณะที่เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ ในขณะที่ทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ มากกว่าจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญหรือให้เรียนรู้การให้เหตุผลเดี่ยวๆ แยกจากสิ่งอื่น โดยอาจทำในการสอนเนื้อหา มโนทัศน์ หรือการแก้ปัญหา หากเป็นการแก้ปัญหา ผู้สอนไม่ควรคำนึงถึงคำตอบสุดท้ายที่ถูกต้องเท่านั้น แต่ควรให้ความสำคัญกับเหตุผลว่าทำไมผู้เรียนจึงได้คำตอบเหล่านั้น และคำตอบเหล่านั้น น่าจะถูกต้องหรือผิดเพราะเหตุใด การให้ผู้เรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนได้ ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญคือ ผู้เรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินความ ถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

3.5 บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (พงศธร มหาวิทยาลัย. 2550: 51 อ้างอิงจาก NCTM. 2000: 345-346) กล่าวว่า ในการพัฒนาความคิดและการให้เหตุผลของนักเรียนควรทำเป็นประจำ ครูต้องมีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี ครูต้องจัดบรรยากาศในการเรียนคณิตศาสตร์ ครูต้องแสดงให้เห็นความสำคัญของสิ่งที่รู้ว่ามีเหตุผลในเรื่องรูปแบบ และข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินความสมเหตุสมผลข้อเสนอที่ได้อภิปรายไว้ นักเรียนต้องพัฒนาความเชื่อมั่นในความสามารถของการให้เหตุผลที่มีต่อคำถามที่มีเหตุผลทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ วิธีนี้ทำให้นักเรียนเชื่อว่าตรรกศาสตร์สำคัญกว่าอำนาจภายนอกในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ในระดับชั้นอื่นๆ ครูพยายามที่จะสร้างบรรยากาศในการอภิปราย การตั้งคำถามและการ ฟังในชั้นเรียนครูคาดหวังว่านักเรียนจะค้นหา กำหนดและวิจารณ์คำอธิบายของเพื่อนในชั้นเรียน แบบสืบสวนสอบสวน ครูจะต้องช่วยนักเรียนอภิปรายถึงโครงสร้างทางตรรกศาสตร์ด้วยเหตุผลของ นักเรียนเอง การวิจารณ์อย่างมีเหตุผลและการอภิปรายข้อคาดการณ์เป็นเนื้อหาสาระที่มีความ ละเอียดรอบคอบ การเดาอย่างมีเหตุผลสามารถอธิบายได้ ด้วยคำแนะนำดังกล่าว นักเรียนจะ พัฒนามาตรฐานระดับสูงของการยอมรับความคิดเห็น และพวกเขาเข้าใจถึงความถูกต้องและความ รับผิดชอบในการพัฒนาและปกป้องเหตุผลของพวกเขา ดังเช่น ความคาดหวังที่มีความชัดเจนใน โรงเรียนแมนอร์วิลล์ (Manorville School) การให้เหตุผลอย่างเป็นกันเอง และคำแนะนำในการ

คำนวณเพียงเล็กน้อย ทำให้นักเรียนหาผลรวมทางสถิติที่กำหนดให้ได้ คล้ายกับมีความสัมพันธ์ทางสถิติที่กำหนดไว้ในหน่วยที่ต่างออกไป แต่อย่างไรก็ตาม การให้เหตุผลอย่างเป็นกันเองและการสนับสนุนตัวอย่างต้องเริ่มต้นก่อนแทนที่จะอยู่ตอนท้าย ในการส่งเสริมสภาพแวดล้อม นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้แสดงเหตุผลอย่างระมัดระวังในการจำแนกข้อความคาดการณ์ ซึ่งจะพบมาตรฐานกว้างๆในกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

เลชเชอร์ (Leshner. 1971: 2487-A) ได้ศึกษาการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับนักเรียนเกรด 4 - 7 พบว่าความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ระหว่างชั้นมีความแตกต่างกันนั้นคือ นักเรียนชั้นสูงกว่าจะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นที่ต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกันกับผลการศึกษาของพอลแรนด์ (Pallrand. 1979: 445 - 451) ที่ศึกษาขั้นการคิดแบบรูปธรรมที่กำลังเปลี่ยนแปลงไปสู่ขั้นการคิดแบบนามธรรม และได้ข้อสรุปที่สำคัญดังนี้

1. เด็กในช่วงการคิดแบบนามธรรมสามารถคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ได้
2. ระดับการศึกษาต่างกันทำให้การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แตกต่างกัน
3. การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรย์ (Ray. 1979: 3220-A) ได้ทดลองเพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามในระดับต่ำ (Lower level questions) กับคำถามในระดับสูง (Higher level questions) ที่มีต่อความมีเหตุผลในเรื่องที่เป็นนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในวิชาเคมี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 54 คน จัดการเรียนการสอนให้เหมือนกันทั้งสองห้อง ยกเว้นระดับคำถามที่ต่างกัน กลุ่มหนึ่งถามด้วยคำถามที่ส่วนใหญ่เป็นคำถามระดับต่ำ (ความจำ) ใช้เวลาสอน 24 สัปดาห์ พบว่าคะแนนจากการทำข้อสอบในเรื่องของความคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่ใช้คำถามในระดับสูง สูงกว่าคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ใช้คำถามในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญ

บริงเกอร์ (Brinker. 1996 : Online) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเสนอและการให้เหตุผลเรื่องจำนวนตรรกยะ โดยทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 4 และเกรด 5 จำนวน 27 คน ครูผู้สอนมีส่วนร่วมในการสัมภาษณ์นักเรียน 7 คนซึ่งเป็นตัวแทนอธิบายถึงความรู้เกี่ยวกับเศษส่วน มีนักเรียน 4 คนจาก 7 คนใช้เศษส่วนหาค่าได้เพียงค่าเดียว มี 2 คนใน 4 คนใช้การทำเศษส่วนให้เท่ากันเพื่อคำนวณหาตัวส่วนร่วม นักเรียน 2 คน ไม่ใช้เศษส่วนแต่ใช้สัญลักษณ์แทน และมีนักเรียนเพียงคนเดียวที่สามารถเชื่อมโยงคุณสมบัติอย่างชัดเจนกับความคิดรวบยอด และใช้ความรู้นี้ในการคำนวณเศษส่วน จากผลการศึกษาได้เสนอแนะว่าครูผู้สอนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์อย่างแม่นยำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะเป็นเครื่องมือให้เกิดคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของสิ่งคล้ายคลึงกัน

อลิซาเบท (Elizabeth. 2003: Online) ได้ศึกษาการให้เหตุผลและการพิสูจน์เกี่ยวกับเรขาคณิตในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยเฉพาะ โดยศึกษาประเด็น 4 ประเด็น คือ

1. นักเรียนต้องมีความสามารถมากแค่ไหนในการเตรียมพร้อมที่จะพิสูจน์
2. อะไร (หลักฐาน) ที่ทำให้รู้ว่านักเรียนมัธยมไม่ประสบความสำเร็จในการพิสูจน์และยังคงเข้าใจผิดเกี่ยวกับหลักการที่แท้จริงของการพิสูจน์
3. ความเชื่อมั่นและความเข้าใจของครูผู้สอนจะสามารถช่วยเหลือนักเรียนในการพิสูจน์ได้มากแค่ไหน
4. อะไรที่จะทำให้ทักษะการเขียนและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นพัฒนาขึ้น

เอลลิส (Ellis. 2007: 194-229) ได้ทำการสืบค้นความสามารถของนักเรียนในการหารูปทั่วไปทางพีชคณิต และการให้เหตุผลเสนอข้อพิสูจน์ที่ถูกต้อง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในการเรียนเรื่องฟังก์ชันเชิงเส้น พบว่านักเรียนมีประสบการณ์ที่ยากในการสร้างและการใช้กระบวนการเพื่อทำให้เกิดข้อสรุปทั่วไป การพิสูจน์ การทดสอบที่เหมือนกันในเรื่องเรขาคณิต และการเข้าใจผิดในหมู่นักเรียนเชื่อมโยงกับความสำเร็จในการพิสูจน์ ความเข้าใจและความสำเร็จของครูผู้สอนในการสอนเรื่องการพิสูจน์ในระดับประถมศึกษา มีผลต่อการประสบความสำเร็จในการพิสูจน์และการให้เหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษา ดังนั้นการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ต้องแก้ตั้งแต่การสอนในระดับประถมศึกษา ครูผู้สอนจะต้องเตรียมตัวมาสอนอย่างดีและใช้หลักการตามทฤษฎีต่างๆอย่างถูกต้องและยึดหลักที่ว่า การกระตุ้นความสนใจของนักเรียนคือการสอนที่กระตือรือร้น

งานวิจัยในประเทศ

จิตติมา ซอบเอียด (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ จังหวัดนนทบุรี ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง การประยุกต์ 2 แบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการสอนโดยการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง การประยุกต์ 2 จำนวน 15 คาบ ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจำนวน 3 คาบ แบบแผนการวิจัยเป็นแบบ One-Group Pretest-posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือการทดสอบค่าสถิติ t-test for dependent samples และการทดสอบค่าสถิติ t-test for one sample ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กิตติศักดิ์ แก้งทอง (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 11

ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และภูมิหลังต่างกัน ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 400 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 365 คน ปีการศึกษา 2547 ในจังหวัด นครราชสีมา ชัยภูมิ สุรินทร์ บุรีรัมย์ และศรีสะเกษ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบวัดระดับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็น วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ และเปรียบเทียบระดับการให้เหตุผลโดยใช้ค่าสถิติไคสแควร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 มากที่สุด โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง และปานกลาง ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 มากที่สุด ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ต่ำ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 มากที่สุด และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง ต่ำ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 มากที่สุด โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 มากที่สุดทุกกลุ่ม และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง ต่ำ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 มากที่สุด คือ นักเรียนเพศหญิง นักเรียนที่มีพี่น้อง 2 คน นักเรียนที่มีบิดาหรือมารดาทำอาชีพส่วนตัว นักเรียนที่บิดามีการศึกษาระดับอุดมศึกษา นักเรียนที่มารดามีระดับการศึกษาระดับประถมศึกษา และนักเรียนที่ศึกษาอยู่นอกเมือง และยังพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีภูมิหลังในด้าน เพศ จำนวนพี่น้อง อาชีพบิดาหรือมารดา ระดับการศึกษาของบิดาและระดับการศึกษาของมารดา แตกต่างกันให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่นักเรียนที่อยู่ในโรงเรียนที่มีที่ตั้งของโรงเรียนต่างกัน ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 มากที่สุด คือ นักเรียนเพศหญิง นักเรียนที่มีพี่น้อง 2 คน นักเรียนที่มีบิดาหรือมารดาทำอาชีพส่วนตัว นักเรียนที่บิดามีการศึกษาระดับอุดมศึกษา นักเรียนที่บิดามีการศึกษาระดับประถมศึกษา นักเรียนที่มารดามีระดับการศึกษาระดับประถมศึกษา และนักเรียนที่ศึกษาอยู่นอกเมือง และยังพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีภูมิหลังในด้าน เพศ จำนวนพี่น้อง อาชีพบิดามารดา ระดับการศึกษาของบิดาและระดับการศึกษาของมารดา แตกต่างกัน ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่นักเรียนที่อยู่ในโรงเรียนที่มีที่ตั้งของโรงเรียนต่างกัน ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เป็ยทิพย์ เขาไขแก้ว (2551: 54-57) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นที่เน้นการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

(Cluster Sampling) จำนวน 40 คน ผู้วิจัยสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นที่เน้นการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาสอน 14 คาบ คาบละ 60 นาที ผู้วิจัยประเมินผลการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จากคะแนนใบกิจกรรม คะแนนแบบทดสอบย่อย และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามวัดเจตคติที่มีต่อเนื้อหาทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่เน้นการให้เหตุผล มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ขึ้นไป ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 สรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการเรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อเนื้อหาทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความคิดเห็นต่อเนื้อหาทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการวิจัย
6. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของ โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร มีจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 12 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 636 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยความสามารถของนักเรียนได้กลุ่มตัวอย่าง

1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยใช้วิธีการทดลองโดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาทั้งหมด 21 คาบ ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ คาบละ 50 นาที และมีการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 75 นาที และทดสอบหลังเรียน (Post-test) 75 นาที

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในวิจัยในครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งมีเนื้อหาทยอยตามหัวข้อต่อไปนี้

- | | |
|--------------------------------|-------------|
| 1. อัตราส่วน | จำนวน 2 คาบ |
| 2. อัตราส่วนที่เท่ากัน | จำนวน 2 คาบ |
| 3. อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน | จำนวน 3 คาบ |
| 4. สัดส่วน | จำนวน 5 คาบ |
| 5. ร้อยละ | จำนวน 6 คาบ |

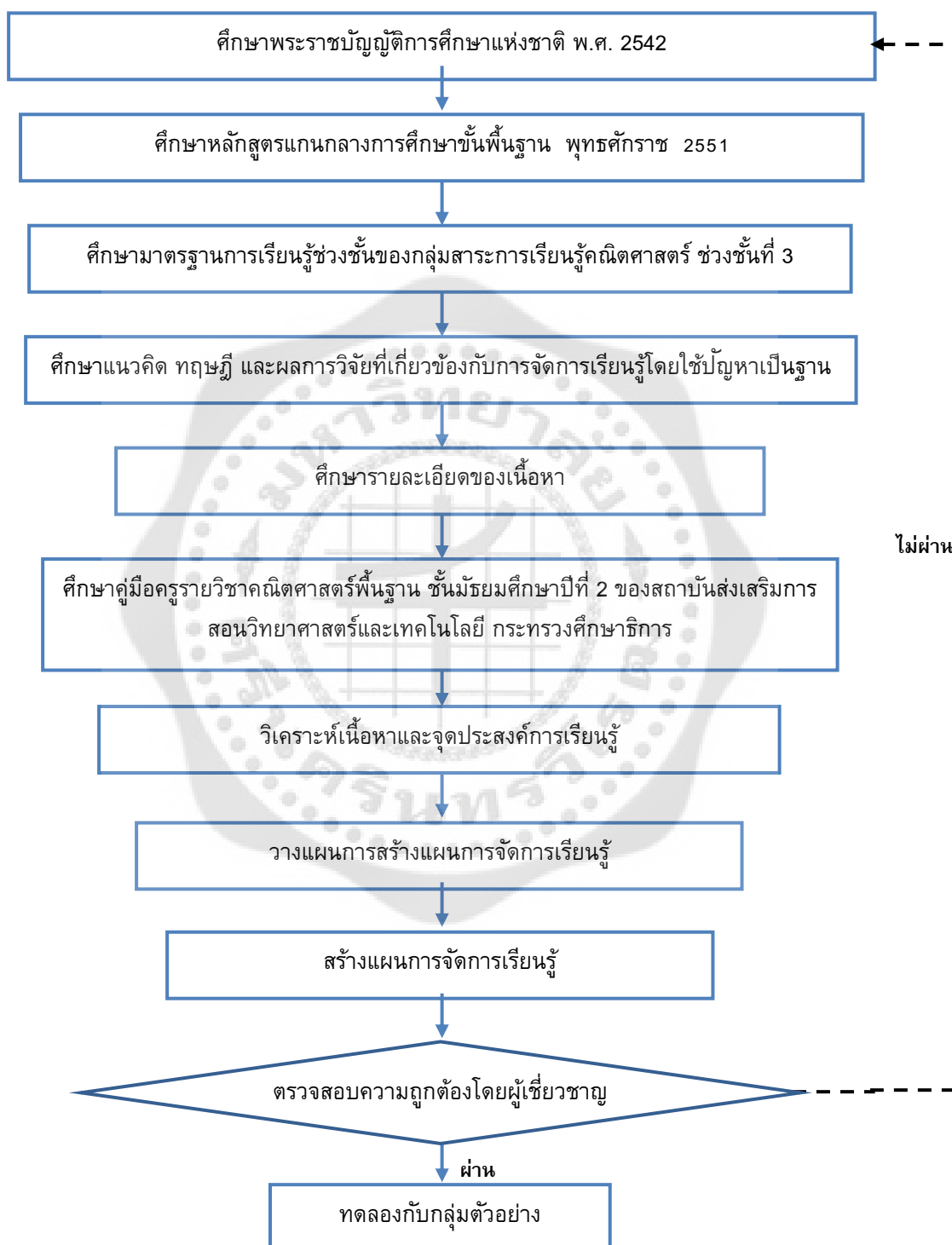
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

จากภาพประกอบ 8 เป็นการแสดงขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- 1.1 ศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542
- 1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
- 1.3 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3)
- 1.4 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 1.5 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร
- 1.6 ศึกษาคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
- 1.7 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกระบวนการ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
- 1.8 วางแผนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งใช้ในการจัดการเรียนการสอน 18 คาบ ประกอบด้วยหัวเรื่องต่อไปนี้

1) อัตราส่วน	จำนวน 2 คาบ
2) อัตราส่วนที่เท่ากัน	จำนวน 2 คาบ
3) อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน	จำนวน 3 คาบ
4) สัดส่วน	จำนวน 5 คาบ
5) ร้อยละ	จำนวน 6 คาบ
รวม 18 คาบ	
- 1.9 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย
 - 1.9.1 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - (1) ด้านความรู้
 - (2) ด้านทักษะ / กระบวนการ
 - (3) ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - 1.9.2 ความรู้พื้นฐาน
 - 1.9.3 สาระการเรียนรู้
 - 1.9.4 กิจกรรมการเรียนรู้

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูเตรียมความพร้อมของผู้เรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ต่างๆที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อาจเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป เพื่อให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นลักษณะของปัญหาอย่างกว้างๆ และกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ และเกิดความสนใจที่จะดำเนินการเพื่อหาคำตอบ

2. ช้่นกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 กำหนดปัญหา ครูเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ซึ่งเป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา จากนั้นครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3- 4 คน

2.2 ทำความเข้าใจกับปัญหา เมื่อครูเสนอปัญหาไปแล้ว สมาชิกกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของการกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหา และแนวทางในการแก้ไขปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา สิ่งที่ต้องการเรียนรู้ กลุ่มผู้เรียนจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ เพราะในปัญหาเริ่มต้นหนึ่งปัญหาที่ครูเสนอให้ อาจมีปัญหาย่อยออกมาอีกก็ได้ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ปัญหา หรือความเข้าใจหรือไม่เข้าใจของกลุ่ม

2.3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา เมื่อระบุปัญหาแล้วกลุ่มผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดวิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ประกอบด้วยนักเรียนจะต้องแบ่งประเด็นที่ต้องศึกษาและวางแผนขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

- ข้อเท็จจริงจากปัญหา คือ ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์หรือปัญหา หรือข้อเท็จจริงที่ได้จากการอภิปราย หรือข้อมูลความรู้เดิมที่เคยเรียนรู้มาแล้ว
- ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม คือ ข้อมูลที่ต้องนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม
- วิธีการศึกษาค้นคว้า คือ วิธีการที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้หรือข้อมูลที่ต้องการ

2.4 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆที่ครูได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำงานกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้

2.5 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่กลุ่มผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ออกมา อภิปรายผลและสังเคราะห์ภายในกลุ่ม ว่าความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

2.6 เสนอผลงานและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตัวเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้งประกอบด้วยการเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนงานของกลุ่มทั้งหมด และจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นๆด้วย ในขั้นนี้ครูผู้สอนและผู้เรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้าอีกครั้ง

3. ขั้นสรุป

ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทั้งหมดรวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

1.9.5 แหล่งการเรียนรู้

1.9.6 การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้

1.9.7 บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

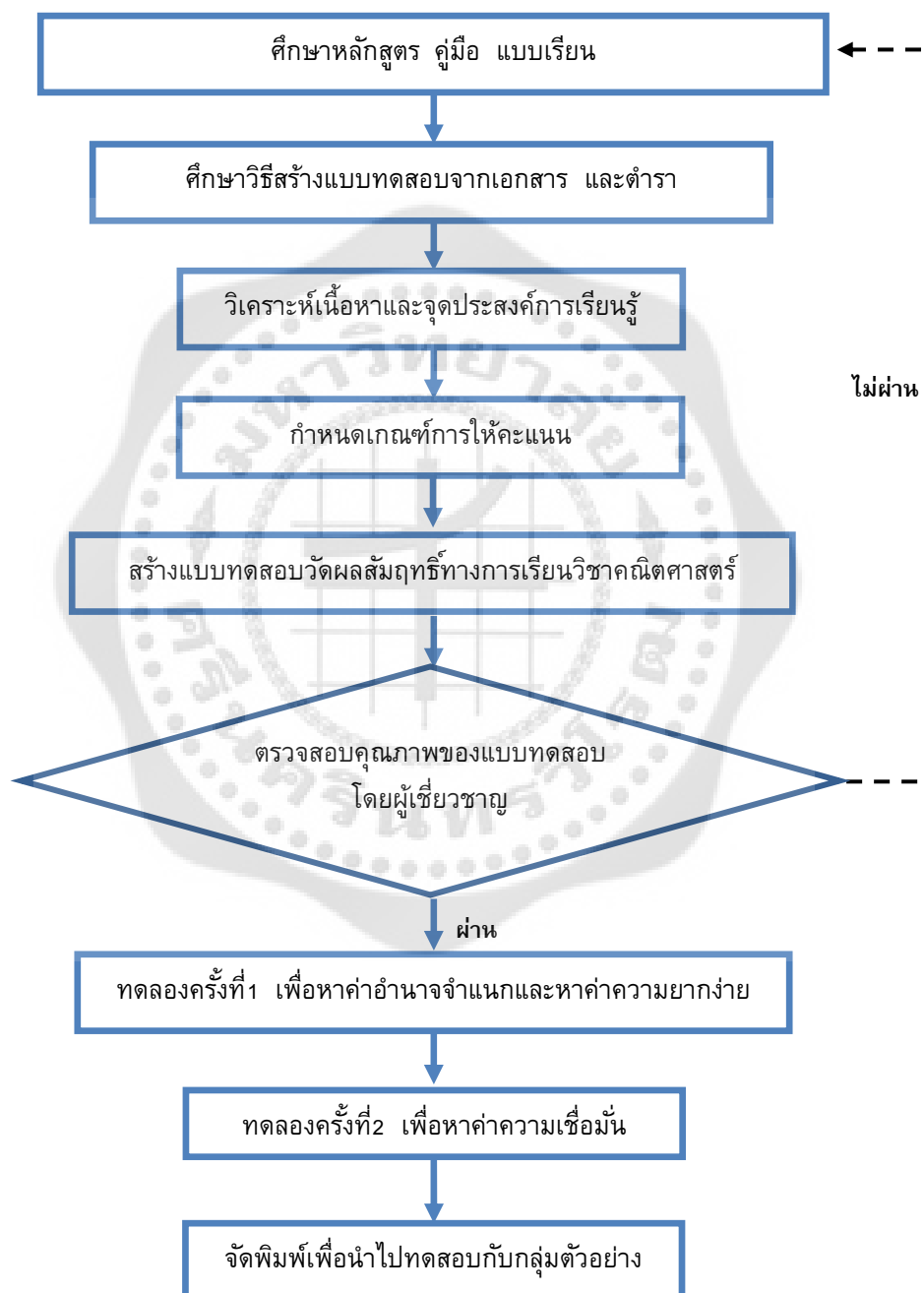
1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจน และความถูกต้องของผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับการวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.11 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานกรรมการและผู้เชี่ยวชาญ

1.12 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะเรียบร้อยแล้วเสนอประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อยเพื่อนำไปใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ 20 คะแนน ใช้เวลา 75 นาที ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 9 เป็นการแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน
2. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบจากเอกสาร และตำราเกี่ยวกับเทคนิคการสร้าง
3. วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้
4. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

แบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวมเป็น 20 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของ ชาร์ลส และคนอื่นๆ (ปรีชา เนาว์เย็นผล 2544 : 311 ; อ้างอิงจาก Charles; et al. 1987 : 29) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2546 : 104-143) ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง - ดำเนินการแก้ปัญหด้วยวิธีการที่เหมาะสม แสดงถึงการเลือกความรู้ในหน่วยการเรียนรู้มาใช้ได้อย่างเหมาะสม - แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ได้คำตอบที่ถูกต้อง ครบถ้วนและสมบูรณ์
3 ดี	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกความรู้มาใช้และดำเนินการตามวิธีการแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจบางส่วนของปัญหาผิดไป หรือ - เลือกความรู้มาใช้และวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม หากคำตอบถูกต้อง แต่ดำเนินการตามวิธีแก้ปัญหาก็ไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกความรู้มาใช้และวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหาแต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา

ตาราง 10 (ต่อ)

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
2 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> - เลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสม แต่ใช้วิธีการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม และได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งแสดงถึงการมีความเข้าใจปัญหา หรือ - เลือกความรู้มาใช้และใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบ หรือ - เลือกความรู้มาใช้และใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง และนำไปสู่การหาคำตอบที่ผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบของปัญหาย่อย ๆ ที่แบ่งจากปัญหาที่กำหนด แต่ดำเนินการต่อไปไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา
1 ยังต้อง ปรับปรุง	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้น้อยมาก - เลือกความรู้มาใช้และแสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกความเข้าใจปัญหาบางประการ และมีแนวทางที่จะไม่นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ - เลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสมแต่พยายามแก้ปัญหาด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม เพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และไม่คิดหาวิธีการแก้ปัญหาอื่น หรือ - มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่หาเป้าหมายย่อย ๆ ของปัญหาแต่ไม่ได้ดำเนินการต่อ
0 ไม่มีความ พยายาม	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่เข้าใจปัญหา - ไม่แสดงการแก้ปัญหา หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหา - คัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ (0) โรงเรียนสตรีวิทยามีผู้สมัครประธานนักเรียนสองคน คือ นางสาวจิรา และ นางสาวนภา ผลปรากฏว่าอัตราส่วนจำนวนผู้เลือกนางสาวจิราต่อจำนวนผู้เลือกนางสาวนภาเป็น 5 : 7 ถ้านางสาวนภาได้รับคะแนนมากกว่านางสาวจิราอยู่ 462 คะแนน อยากทราบว่ามีคนลงคะแนนให้นางสาวนภากี่คน ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 แนวทางการให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แนวคำตอบ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
<p>อัตราส่วนผู้เลือกนางสาวจิราต่อนางสาวนภาเป็น 5:7 และนางสาวนภาได้คะแนนมากกว่านางสาวจิรา 462 คะแนน</p> <p>จากอัตราส่วน ถ้านางสาวจิราได้ 5 คะแนน แล้วนางสาวนภาจะได้ 7 คะแนน ดังนั้นนภาได้คะแนนมากกว่าจิรา 2 คะแนน</p> <p>ให้นางสาวนภาได้ a คะแนน</p> <p>เขียนสัดส่วนได้ดังนี้</p> $\frac{462}{a} = \frac{2}{7}$ <p>คะแนนที่นภามากกว่าจิรา</p> $7 \times 462 = 2a$ $a = \frac{7 \times 462}{2}$ $a = 1,617$ <p>ดังนั้น มีคนลงคะแนนให้ให้นางสาวนภาได้ 1,617 คน</p> <p>ตรวจสอบ</p> $\frac{462}{1617} = \frac{2}{7}$ $462 \times 7 = 2 \times 1617$	4	<p>เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง</p> <p>ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม แสดงถึงการเลือกความรู้ในหน่วยการเรียนรู้มาใช้ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน</p> <p>ได้คำตอบที่ถูกต้อง ครบถ้วนและสมบูรณ์</p>

ตาราง 11 (ต่อ)

แนวคำตอบ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
<p>จากอัตราส่วน ถ้านางสาวจิราได้ 5 คะแนน แล้วนางสาวนภาจะได้ 7 คะแนน ดังนั้นภาได้คะแนนมากกว่าจิรา 2 คะแนน</p> <p>ให้นางสาวนภาได้ a คะแนน</p> $\frac{462}{a} = \frac{2}{7}$ $7 \times 462 = 2a$ $a = 1,617$ <p>ดังนั้น มีคนลงคะแนนให้นางสาวนภา 1,617 คน</p> <p>ตรวจสอบ</p> <p>แทนค่า $a = 1,617$ คน จะได้</p> $\frac{462}{1617} = \frac{2}{7}$ $462 \times 7 = 2 \times 1617$	3	<p>เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง เลือกความรู้มาใช้และดำเนินการตามวิธีการแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจบางส่วนของปัญหาผิดไป หรือเลือกความรู้มาใช้และวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม หากคำตอบถูกต้อง แต่ดำเนินการตามวิธีแก้ปัญหาได้ไม่สมบูรณ์ หรือเลือกความรู้มาใช้และวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา</p>
<p>จากอัตราส่วน ถ้านางสาวจิราได้ 5 คะแนน แล้วนางสาวนภาจะได้ 7 คะแนน ดังนั้นภาได้คะแนนมากกว่าจิรา 2 คะแนน</p> <p>ให้ภาได้ a คะแนน</p> $\frac{462}{a} = \frac{2}{7}$ $7 \times 462 = 2a$ $3,234 - 2 = a$ $3,232 = a$	2	<p>เลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสม แต่ใช้วิธีการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม และได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งที่แสดงถึงการมีความเข้าใจปัญหา หรือเลือกความรู้มาใช้และใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบหรือเลือกความรู้มาใช้และใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง และนำไปสู่การหาคำตอบที่ผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ</p>

ตาราง 11 (ต่อ)

แนวคำตอบ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
		<p>ได้คำตอบของปัญหาย่อย ๆ ที่แบ่งจากปัญหาที่กำหนด แต่ดำเนินการต่อไปไม่ได้ หรือได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา</p>
<p>ให้นักเรียนหาได้ a คะแนน</p> $\frac{462}{a} = \frac{2}{7}$	1	<p>เข้าใจปัญหาได้น้อยมาก เลือกความรู้มาใช้และแสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกความเข้าใจปัญหาบางประการ และมีแนวทางที่จะไม่นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือเลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสมแต่พยายามแก้ปัญหาด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม เพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และไม่คิดหาวิธีการแก้ปัญหาอื่น หรือ มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่หาเป้าหมายย่อยๆ ของปัญหาแต่ไม่ได้ดำเนินการต่อ</p>
	0	<p>ไม่เข้าใจปัญหา ไม่แสดงการแก้ปัญหา หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหาคัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา</p>

5. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ให้สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยสร้างแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน คณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข ผลการพิจารณาจากค่า IOC มีค่าตั้งแต่ .67 – 1

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผ่านการคัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

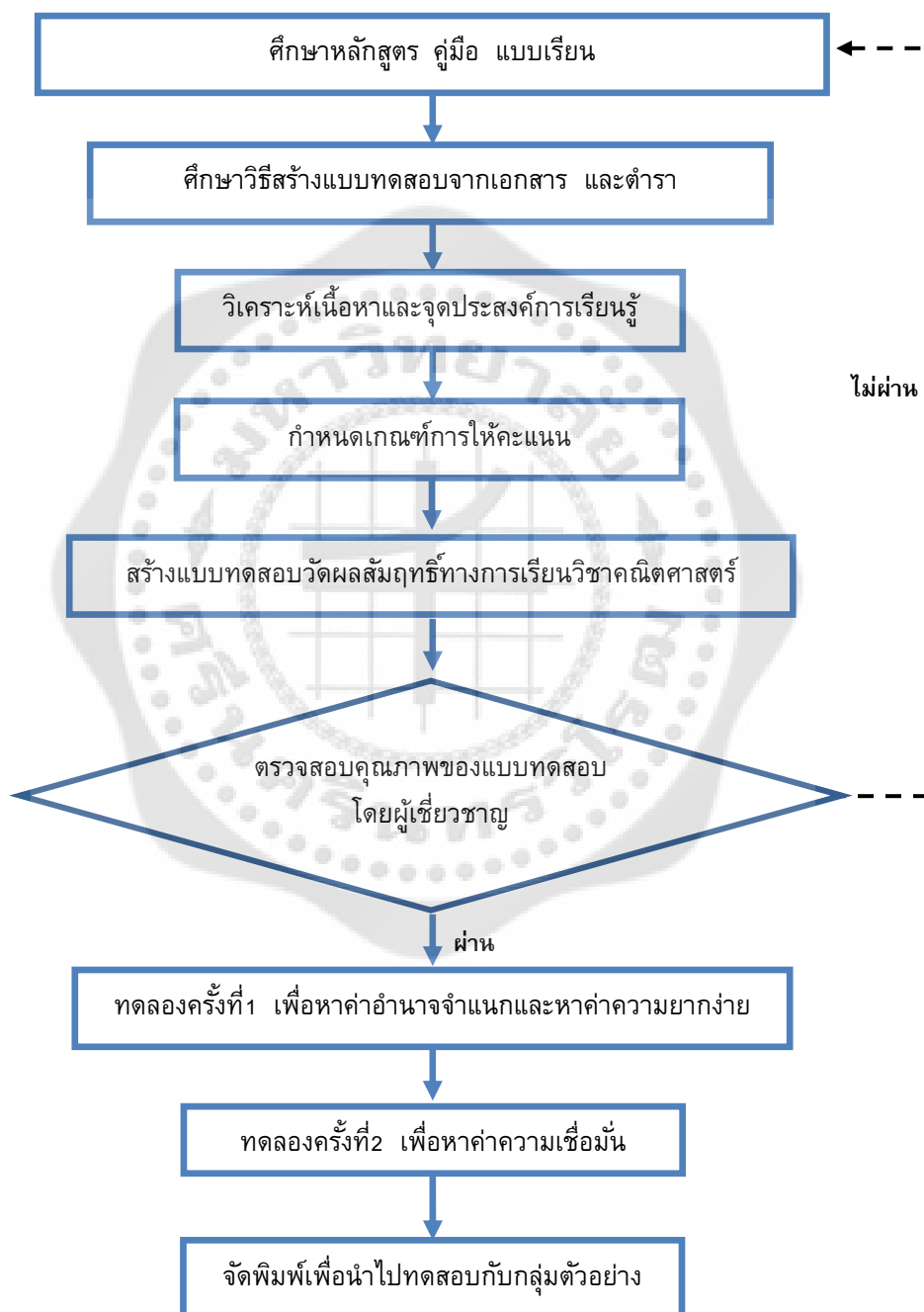
7. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อโดยพิจารณาจากค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) พร้อมกับคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 5 ข้อ โดยข้อที่คัดเลือกมีค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ .49 – .62 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .77 – .85

8. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตนัยโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาโดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ .98 แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อตรวจสอบ

9. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการเหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 75 นาที ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบ ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 10 เป็นการแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน
2. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบจากเอกสาร และตำราเกี่ยวกับเทคนิคการสร้าง
3. วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้

4. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวมเป็น 20 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546: 121) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2546: 143) ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการได้อย่างถูกต้อง - มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3 ดี	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการได้อย่างถูกต้อง - มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2 พอใช้	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการไม่ครบ - มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่อาจไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี
1 ยังต้องปรับปรุง	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการไม่ครบ - มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่ไม่สมเหตุสมผลและไม่ระบุการอ้างอิง
0 ไม่มีความพยายาม	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

5. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยสร้างแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญด้านการ

สอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผ่านการคัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

7. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อโดยพิจารณาจากค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) พร้อมกับคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 5 ข้อโดยข้อที่คัดเลือกมีค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ .48 - .54 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .81 - .96

8. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตนัยโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาโดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ .98 แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อตรวจสอบ

9. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน

5. วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยเป็นการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538 : 79)

ตาราง 13 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

T_1 แทน การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง

T_2 แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนสตรีวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้นจำนวน 5 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อ ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้เวลาการสอน 18 คาบ คาบละ 50 นาที
5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ครบแล้ว ทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest)
6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นำคะแนนที่ได้วิเคราะห์วิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

6. การจัดทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้สถิติ t -test for Dependent Samples
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t -test one group
3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้สถิติ t -test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t -test one group

7. สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543 : 306)

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

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

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538 : 79)

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

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ ; และอังคณา สายยศ. 2543 : 249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นรายข้อ โดยตัดคะแนนกลุ่มคะแนนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน 25 เปอร์เซนต์ แล้วแทนค่าในสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543 : 199 – 200)

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

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีความยากง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นรายข้อ โดยตัดกลุ่มคะแนนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน 25 เปอร์เซนต์แล้วแทนค่าในสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543 : 210)

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

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

X_{\max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
 X_{\min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543 : 218)

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 n แทน จำนวนข้อสอบ
 s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
 s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

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

เมื่อ s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
 $\sum X_i$ แทน ผลทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i
 $\sum X_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังในข้อที่ i
 N แทน จำนวนคนเข้าสอบ

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t – test for Dependent Samples เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2543 : 248)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
 $\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน

		การทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
n	แทน	จำนวนนักเรียน

3.2 ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test one group เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 จากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550 : 132 - 134)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t -distribution
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลจากการทดลองและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยประชากรที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม)
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
$n-1$	แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้สถิติ t -test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ

การทดสอบ	n	k	\bar{X}	s	t
ก่อนทดลอง	43	20	9.56	5.15	11.37**
หลังทดลอง	43	20	16.07	2.24	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t – test one group ผลปรากฏดังตาราง 15

ตาราง 15 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

คะแนน	N	k	\bar{X}	s	$\mu_0(70\%)$	t
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	43	20	16.07	2.24	14	6.06**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.07 คิดเป็นร้อยละ 80.35 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้สถิติ t – test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

การทดสอบ	n	k	\bar{X}	s	t
ก่อนทดลอง	43	20	5.93	3.74	20.93**
หลังทดลอง	43	20	14.86	1.83	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t -test one group ผลปรากฏดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

คะแนน	N	k	\bar{X}	s	$\mu_0 (70\%)$	t
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	43	20	14.86	1.83	14	3.08**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 14.86 คิดเป็นร้อยละ 74.3 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละกับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนความสามารถของนักเรียนได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนสตรีวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้นจำนวน 5 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อ ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้เวลาการสอน 18 คาบ คาบละ 50 นาที
5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละครบแล้ว ทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest)

6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นำคะแนนที่ได้วิเคราะห์วิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้สถิติ t – test for Dependent Samples

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t – test one group

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้สถิติ t – test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t – test one group

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจ ผ่านทางกระบวนการทำงานกลุ่ม การสืบค้นกระบวนการทำความเข้าใจและแก้ไขปัญหาด้วยเหตุผล ซึ่งตัวปัญหานั้นจะมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงและเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับบาร์อวส์ และ แทมบลิน (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544: 42; อ้างอิงจาก Barrows; & Tamblyn. 1980: 18) ได้กล่าวว่า “ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา ” และยังสอดคล้องกับ วอลตันและแมททิวส์ (Walton; & Matthews. 1998: 456-459) กล่าวว่า “ การให้ปัญหาตั้งแต่ต้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และถ้านักเรียนแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนจำเนื้อหาความรู้ได้ง่ายและนานขึ้นเพราะมีประสบการณ์ตรงในการแก้ปัญหา ” ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น น่าจะส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเช่นเดียวกับงานวิจัยของ เซเรโซ (Cerezo. 2004: Online) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) โดยจัดให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นแผนการเรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้สร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้เรียนและการทำงานเป็นกลุ่ม พัฒนากระบวนการทำงานกลุ่ม สร้างแรงกระตุ้นให้กับผู้เรียนทำให้กลุ่มผู้เรียนสามารถควบคุมแนวทางเพื่อที่จะค้นหาคำตอบด้วยตัวเองได้ และกลุ่มผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้สำเร็จ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ราตรี เกตุบุตรดา (2546:98-103) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

1.2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ และจัดสภาพการณ์ ของการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาเพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียนด้วยการนำเสนอ สถานการณ์ต่างๆที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลาย ในการแก้ปัญหา นั้น รวมทั้งให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะ กระบวนการการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ อีกทั้งการนำเสนอสถานการณ์ปัญหานั้นสามารถกระตุ้นให้เกิดคำถามได้ครอบคลุม กรอบแนวคิด และสาระที่ต้องเรียนตามหลักสูตรที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ประเด็นปัญหา สำหรับการเรียนรู้มีหลากหลาย ต้องอาศัยการค้นคว้าหาคำตอบในแง่มุมต่างๆ ต้องใช้พื้นฐานความรู้อย่างกว้างขวาง สามารถสร้างโมทัศน์ (Concept) ที่สำคัญๆ ซึ่งสอดคล้องกับกรม วิชาการ (2544ก: 205) ได้กล่าวว่า “ ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการ เรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มา ใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาใน สถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์กับชีวิตประจำวัน ”

1.3 ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการกลุ่ม ซึ่งจะนำไปสู่การคิดและการ แก้ปัญหาร่วมกัน นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันอันจะนำไปสู่การเรียนรู้ที่ เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับที่ สุวิทย์ มูลคำ; และอรทัย มูลคำ (2545: 124) ได้กล่าวว่า “ การจัดการ เรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่ม เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับความรู้จากการลงมือร่วมกัน ปฏิบัติเป็นกลุ่ม กลุ่มจะมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละคน และสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มก็มี อิทธิพลและปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกัน ซึ่งเป็นวิธีการเรียนที่ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเล็กๆ สมาชิก ในกลุ่มมีลักษณะแตกต่างกัน เพราะเป็นการลดความสามารถของนักเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละ คนได้นำศักยภาพของตนเองมาสร้างความสำเร็จของกลุ่มทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง รู้จักการแก้ปัญหาและหาคำตอบ รู้หน้าที่ของตน ฝึกความรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม รู้จักการ ช่วยเหลือ ร่วมแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม ซึ่งจะส่งผลให้ นักเรียนแต่ละคนกล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จึงทำให้นักเรียนมีความ กระตือรือร้นในการเรียน รับผิดชอบต่อผลการเรียนของตนเอง และต่อผลการเรียนของกลุ่ม ซึ่งจะ ส่งผลไปสู่การร่วมมือกันแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพต่อไป ” ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543: 258) ได้กล่าวว่า “ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่มจะก่อให้เกิด ความสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนได้อย่างสูงสุด เพราะการศึกษาโดยใช้กิจกรรมกลุ่มจะเป็นการศึกษา

จากประสบการณ์จริง โดยที่ผู้เรียนได้มีการศึกษาเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง ตลอดจนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับคนอื่น จะทำให้การเรียนรู้ต่าง ๆ เต็มไปด้วยความสนุกสนาน เป็นผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างซาบซึ้งและจดจำนาน ตลอดจนสามารถฝึกนิสัยให้สามารถเข้าสังคมและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี ” และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฮาร์ท (Hart. 1993: 169-170) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหา โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือในกลุ่มย่อย พบว่าองค์ประกอบที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีมี 3 ประการ คือ

1. ความร่วมมือกันในกลุ่ม
2. ความช่วยเหลือกันในกลุ่ม
3. บรรทัดฐานทางสังคม(Social norms)ในกลุ่มย่อย

2. จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

2.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้น

ประสบการณ์ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้า และแก้ปัญหา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นทั้งยุทธวิธีที่ใช้ในการเรียนการสอน และใช้เป็นแนวทางในการจัดหลักสูตร ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้ให้นักเรียนได้เข้าไปแก้ปัญหา ผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและสำรวจหลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีปัญหาเป็นแกนกลาง มีบทบาทในการเตรียมประสบการณ์ที่จะส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนให้สร้างความรู้ด้วยตนเองและบูรณาการสิ่งต่างๆที่ได้เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน ในขณะที่เรียนรู้ผู้เรียนจะถูกทำให้เป็นนักแก้ปัญหา และพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ ในกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้ร่วมแก้ปัญหา มีหน้าที่ในการสร้างความสนใจ สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์ (Torp; & Sage. 1998: 14-16) ซึ่งสอดคล้องกับ กรมวิชาการ (2545: 198-199) ได้กล่าวว่าถึงองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักการให้เหตุผล ดังนี้

1. ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผล
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการให้เหตุผลของตัวเอง

3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร

2.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ และจัดสภาพการณ์ ของการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาเพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียนด้วยการนำเสนอ สถานการณ์ต่างๆที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ พร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคะนอง (2547: 97) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรทำในบริบททางคณิตศาสตร์ (Mathematical Context) เช่น ในขณะที่เรียนเนื้อหา คณิตศาสตร์ ในขณะที่ทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ มากกว่าจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็น ความสำคัญหรือให้เรียนรู้การให้เหตุผลเดี่ยวๆแยกจากสิ่งอื่น โดยอาจทำในการสอนเนื้อหา มโน ทัศน์ หรือการแก้ปัญหา หากเป็นการแก้ปัญหา ผู้สอนไม่ควรคำนึงถึงคำตอบสุดท้ายที่ถูกต้อง เท่านั้น แต่ควรให้ความสำคัญกับเหตุผลว่าทำไมผู้เรียนจึงได้คำตอบเหล่านั้น และคำตอบเหล่านั้น น่าจะถูกต้องหรือผิดเพราะเหตุใด การให้ผู้เรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนได้ ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญคือ ผู้เรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจ ความถูกต้องของสิ่งต่างๆด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้ และสอดคล้องกรมวิชาการ (2545: 198-199) ได้กล่าวว่า การเริ่มต้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเกิดทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะ กว้างๆโดยใช้คำถามกระตุ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อารีย์ ศรีเดือน (2547:85) พบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยส่งเสริม ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. ผู้วิจัยสังเกตว่าในคาบแรกๆของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจในการทำกิจกรรมดีมาก แต่ยังไม่ค่อยเข้าใจถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานมากนัก เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้และการที่ นักเรียนจะต้องช่วยกันสรุปความรู้ด้วยตนเอง ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างล่าช้า
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการกลุ่ม

จะเห็นได้ว่าในคาบแรกๆนักเรียนที่เรียนอ่อนยังไม่ค่อยมีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มเท่าที่ควร โดยจะให้นักเรียนเก่งเป็นคนคิดและทำกิจกรรมส่วนใหญ่ ครูผู้สอนต้องคอยกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็น เพื่อนักเรียนได้มีส่วนร่วมกันทุกคน

3. บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญ ครูผู้สอนควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียนให้มากที่สุด โดยครูควรมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนอย่างทั่วถึง ซึ่งจะส่งผลต่อการให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆในชั้นเรียน

4. เมื่อการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนเกิดปัญหาหรือมีข้อผิดพลาด ครูควรให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันคิดและหาทางแก้ไขด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและตรวจสอบความถูกต้องอยู่ห่างๆเท่านั้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างจากประสบการณ์ตรงและสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาอื่นๆได้

5. ในการเรียนการสอนครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ โดยครูไม่ควรกำหนดกรอบความคิดของนักเรียนให้เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ครูต้องการ แต่ควรให้นักเรียนมีการคิด การวิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ควรมีการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) ไปประยุกต์ใช้ในสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นอื่นๆหรือนำไปใช้ในชั้นเรียนมากขึ้น
2. ในบทบาทของครูผู้สอนจะต้องมีความอดทน ไม่ใจร้อนที่จะสรุปบทเรียนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถและศักยภาพให้เต็มที่ โดยจะต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ให้ได้มากที่สุด
3. ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนจะต้องเตรียมการเป็นอย่างดีถึงขั้นตอนของการสอน รวมทั้งเตรียมตัวในการแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในสถานการณ์ต่างๆ ไว้ล่วงหน้าแล้ว

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถ/ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ ได้แก่ ทักษะการสื่อสาร การนำเสนอ และทักษะความคิดสร้างสรรค์ ให้กับนักเรียนในแต่ละระดับชั้น และในเนื้อหาอื่น ๆ
2. ควรจะพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบอื่นๆ เช่น การสอนแบบแก้ปัญหา การสอนแบบการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะของนักเรียน



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544ก). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2544ข). เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: การศาสนา.
- (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2546). การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติศักดิ์ แก้งทอง. (2547). การศึกษาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนมัธยมศึกษา ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 11 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และภูมิหลังต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- กุลยา ตันติผลลาชีวะ. (2548). การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน. ในสารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 34. หน้า 77-80. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิตติมา ซอบเอียด. (2551). การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จุฑารัตน์ จันทะนาม. (2543). การพัฒนาชุดการแก้ปัญหาด้วยตนเองที่ใช้การ์ตูนประกอบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จุมพต ขำวีระ. (2538). การพัฒนาชุดการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- จำปี นิลอรุณ. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ฉวีวรรณ เศวตมาลย์; และคนอื่นๆ. (2545). *ชุดปฏิรูปการเรียนรู้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ม.4- ม.6*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2543). *เอกสารคำสอนรายวิชาหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตการพิมพ์.
- ณัฐยานี สงคราม. (2547). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมประกอบเทคนิคการประเมินจากสภาพจริง*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทศนา แคมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทอดเกียรติ วงศ์สมบูรณ์. (2547). *กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยง เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิรมล ศตวุฒิ. (2547, พฤษภาคม). *การเรียนรู้จากปัญหา (Problem-Based Learning)*. *วารสารการศึกษา กทม.* 28(2): 3-5.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2540?). *การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2552, จาก http://www.ipst.ac.th/pri_math/article/Article%20PDFstyle/A-003.pdf
- เป็ยทิพย์ เขาไขแก้ว. (2551). *ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่เน้นการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537ก, พฤศจิกายน-ธันวาคม). *การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์*. *วารสารคณิตศาสตร์*. 38(434-435): 62-74.
- (2537ข). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- (2544). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พงศธร มหาวิทยาลัย. (2550, สิงหาคม-ตุลาคม). กิจกรรมเสริมสร้างทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
 สาระการเรียนรู้จำนวนและการดำเนินการและเรขาคณิต. วารสารคณิตศาสตร์. 52(587-589)
 : 47-55.
- พรรณี บุญประกอบ; และ มนัส บุญประกอบ (2548). การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL: Problem -
 Based Learning). เอกสารประกอบการอบรมครู สกว. (22 – 23 สิงหาคม 2548) ณ
 โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จังหวัด พระนครศรีอยุธยา.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน; และ อัมพร ม้าคะนอง. (2547). ประมวลบทความหลักการและแนวทางการ
 จัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar, Basanti. (2544). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา. กรุงเทพฯ:
 ธนาเพรส แอนด์ กราฟฟิค.
- มัทธรา ธรรมบุศย์. (2545, กุมภาพันธ์). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based
 Learning). วารสารวิชาการ. 5(2): 11-17.
- (2549, มกราคม). การส่งเสริมกลยุทธ์ PBL. วารสารวิทยากร. 105(3): 42-45.
- มาเลียม พินิจรอบ. (2549). ผลการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่มที่มีต่อทักษะการ
 แก้ปัญหา เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม.
 (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เมธาวิ พิมวัน. (2549). ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุรวรรณ์ คล้ายมงคล. (2545). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวความคิดการใช้
 ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
 ประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและ
 การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ราตรี เกตบุตรตา. (2546). ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ
 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
 (มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- รังสรรค์ ทองสุกนอก. (2547). ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem-
 Based Learning) เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
 ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

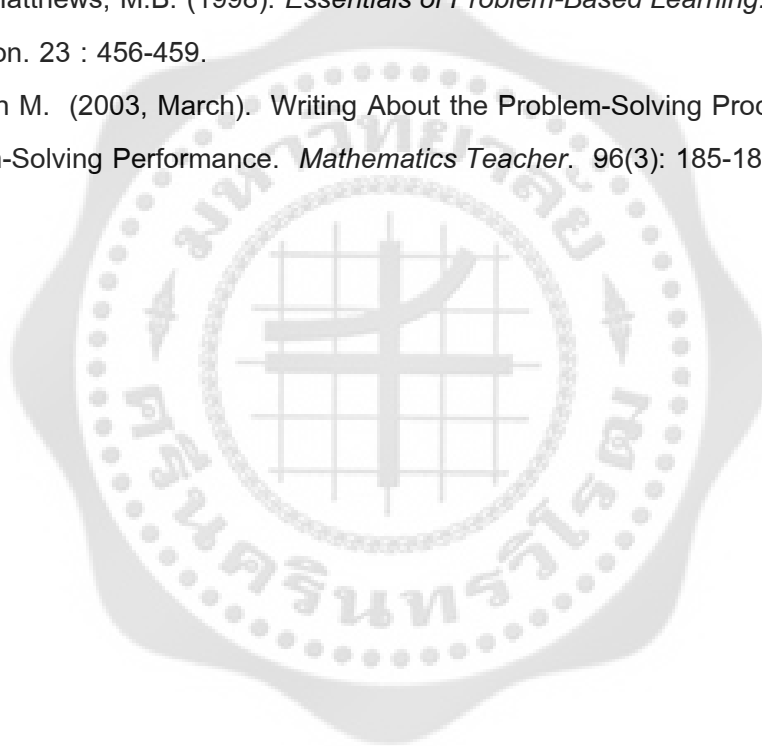
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วัฒนา รัตนพรหม. (2548, มกราคม-เมษายน). การเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นหลัก. *วารสารวิชาการ*. 20(1): 33-39.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วาสนา กิมเท็ง. (2553). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความไม่รู้อยู่ไม่รู้เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร รัตนโกสินทร์. (2546). *การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ
- สุวิทย์ มูลคำ; และอรทัย มูลคำ. (2545). *19 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผล คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.
- (2551). *ทักษะ / กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ส เจริญการพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). *แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมนวัตกรรมการเรียนรู้ของครู และบุคลากรทางการศึกษา สำนักมาตรฐานและพัฒนาการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักพัฒนานวัตกรรม การสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551?). *โครงการวิจัยและ
พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning :
PBL) เพื่อการขับเคลื่อนการคิดสู่ห้องเรียน*. สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2552, จาก
<http://masterorg.wu.ac.th/file/pbl-20080612-fWDWL.pdf>
- อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง. (2545). *สุดยอดการพัฒนาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เบนเน็ต.
- อัญชณา โพธิ์ปลากร. (2545). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญาณินพนธ์
กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- อารีย์ ศรีเดือน. (2547). *การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่องการประยุกต์ 1
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*.
ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Adams, Sam; Eills, Leslie; & Beeson, B.F. (1977). *Teaching Mathematics: With Emphasis on
the Diagnostic Approach*. New York: Harper & Row Publishers, Co.
- Anderson, K.B.; & Pingry, R.E. (1973). *Problem Solving in Mathematics: Its Theory and
Practice*. Washington, D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Belland, Brian R.; Glazewski, Krista D.; & Ertmer, Peggy A. (2009). Inclusion and Problem-
Based Learning: Roles of Students in a Mixed-Ability Group. *Research in Middle
Level Education Online*, 32(9). Retrieved May 25, 2009, Available from:
http://www.nmsa.org/portals/0/pdf/publications/RMLE/rmle_vol32_no9.pdf
- Bitter, G.G. (1990). *Mathematics Method for the Middle School: A Comprehensive Approach*.
Boston: Allyn and Bacon.
- Brinker, Laura Jane. (1996). *Representations and Students' Rational Number Reasoning*.
Retrieved August 20, 2010, from <http://www.lib.umi.com/dissertation/fullcit/9629584>.
- Cerezo, Nancy. (2004). Problem-Based Learning in the Middle School: A Research Case
Study of the Perceptions of At-Risk Females. *Research in Middle Level Education
Online*, 27(1). Retrieved May 27, 2009, Available from:
<http://www.nmsa.org/Publications/PMLEOnline/tabid/101/Default.aspx>
- Charles, Rancal; & Frank K. Lester. (1982). *Teaching Problem Solving: What , Why &
How*. CA : Dale Seymour Publications.

- Delisle, Robert. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Edens, Kellah M. (2000). *Preparing Problem Solvers for the 21st Century through Problem-Based Learning*. Retrieved May 25, 2009, Available from :
<http://www.highbeam.com/doc/1G1-62924843.html>
- Ellis, Amy B. (2007). Connections Between Generalizing and Justifying: Students' Reasoning with Linear Relationships. *Journal for Research in Mathematics Education*. 32(3): 194-229
- Elizabeth, Kate. (2003). Reasoning and Geometric Proof in Mathematics Education: A Review of the Literature. *Proquest Dissertation And Theses 2003*. M.S. Dissertation (Mathematics education). North Carolina: North Carolina State University. Retrieved May 25, 2009, Available from :
<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=766672881&Fmt=2&clientId=61839&RQT=309&VName=PQD>
- Elshafei, Donna L. (1998). A Comparison of Problem – Based and Traditional Learning in Algebra II. *Dissertation Abstracts*. Retrieved April 20, 2009, from www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html
- ETE Team. (2005). PBL Model. Retrieved October 25, 2009, Available from :
<http://www.cotf.edu/ete/pbl.html>
- Gijseleers, Wim H. (1996). Connecting Problem-Based Practices with Educational Theory. In L. Wilkerson and W.H. Gijseleers (eds.). *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Greenwood, Jonathan J. (1993, November). On the Nature of Teaching and Assessing. Mathematical Power and Mathematical Thinking. *Arithmetic Teacher*. 41(3): 144-52
- Hart, Lynn C. (1993, March). Some Factors That Impede or Enhance Performance in Mathematical Problem Solving. *Journal for Research in Mathematics Education*. 24(2): 167-71
- Hatfield, Mary M.; Edwards, Nancy T.; & Bittery, G. (1993). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle Schools*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Illinois Mathematics and Science and Academy. (2001). *Introduction to Problem Based Learning*. Retrieved May 25, 2008, Available from :
<http://pbln.imsa.edu/model/intro/index.html>
- Kennedy, Leonard M. (1984). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 4th ed. Belmont, California: Wadsworth Publishing.

- King, Maxwell S. (2005). Implementing problem solving in the intermediate mathematics classroom. *Proquest Dissertations And Theses 2005*. M.Ed. Dissertation (Mathematics Education). Canada: Memorial University of Newfoundland (Canada). Retrieved May 25, 2008, Available from:
<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1163216061&Fmt=2&clientId=61839&RQT=309&VName=PQ>
- Krulik, S.; & Rudnick, J.A. (1993). *Reasoning and Solving: A Handbook for Elementary School Teacher*. Boston: Allyn and Bacon.
- Leshner, Ronald E. (1971, November). A Study of Logical Thinking in Grades Four Through Seven. *Dissertation Abstract International*. 32(5) : 2487 – A.
- McCarthy, D.S. (2001). A teaching experiment using problem-based learning at the elementary level to develop decimal concepts. *Dissertation Abstracts*. Retrieved April 20, 2009, from www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html
- Michaels, Rosemarie. (2000). The Relationships Among Problem Solving Performance, Gender, Confidence, and Attributional Style in Third-grade Mathematics. *Dissertation Abstracts International*. 63(03)A.
- Polya, George. (1973). *How to Solve It*. New Jersey: Princeton University Press.
- (1980). On Solving Mathematics Problems in High School. *Problem Solving in School Mathematics; 1980 Yearbook*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- (1985). *How to Solve It*. New Jersey: Princeton University Press.
- Ray, Charles Lear. (1979, December). A Comparative Laboratory Study of the Effects of Lower Level and Higher Level Questions on Students' Abstract Reasoning and Critical Thinking in Two Non-Direction High School Chemistry Classrooms. *Dissertation Abstract International*. 40: 3220 – A.
- Rey, R.E.; Suydam, M.N.; & Lindquist, M.M. (1995). *Helping Children Learn Mathematics*. 4th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Rungfa Janjaruporn. (2005). *The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving*. a Dissertation Ed.D. (Mathematics Education). Bangkok: Srinakharinwirot University.

- Stepien, William; & Gallagher, Shelagh. (1993, April). Problem-Based Learning: As Authentic as It Gets. *Educational Leadership*. 7(50): 25-28
- The National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- . (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM, Inc.
- . (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Author.
- 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.
- Williams, Kenneth M. (2003, March). Writing About the Problem-Solving Process to Improve Problem-Solving Performance. *Mathematics Teacher*. 96(3): 185-187







ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
2. ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ
3. ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (α - Coefficient) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

ตาราง 18 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

ข้อ	คะแนนพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	0	1	0.67
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	0	1	1	0.67
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1

คัดเลือกแบบแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC ≥ 0.5 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC .67 – 1 จำนวน 10 ข้อ

ตาราง 19 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

ข้อ	คะแนนพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	0	1	0.67
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1

คัดเลือกแบบแบบวัดของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความ
เที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ .5 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC .67 – 1
จำนวน 10 ข้อ

ตาราง 20 ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

ข้อ ที่	ผลรวม คะแนน กลุ่มเก่ง (S_U)	ผลรวม คะแนน กลุ่มอ่อน (S_L)	คะแนน สูงสุด (X_{max})	คะแนน ต่ำสุด (X_{min})	ค่าความ ยากง่าย (P_E)	ค่า อำนาจ จำแนก (D)	ผลการ พิจารณา	
1	52	19	4	0	0.68	0.63	ผ่าน เกณฑ์	
2	52	19	4	0	0.58	0.85	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก
3	52	16	4	0	0.65	0.69	ผ่าน เกณฑ์	
4	52	15	4	0	0.64	0.71	ผ่าน เกณฑ์	
5	52	18	4	0	0.67	0.65	ผ่าน เกณฑ์	
6	52	12	4	0	0.62	0.77	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก
7	48	3	4	0	0.49	0.87	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก
8	52	15	4	0	0.64	0.71	ผ่าน เกณฑ์	
9	52	22	4	0	0.62	0.77	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก
10	52	0	4	0	0.42	0.85	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 – .80 และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 5 ข้อ โดยข้อที่คัดเลือกมีค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ .49 – .62 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .77 – .85

ตัวอย่างการหาค่าความยากง่าย (P_E) ข้อที่ 1

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

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีความยากง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

แทนค่า

$$\begin{aligned} P_E &= \frac{52 + 19 - (2 \times 13 \times 0)}{2 \times 13 \times (4 - 0)} \\ &= \frac{71}{104} \\ &= 0.68 \end{aligned}$$

ตัวอย่างการหาอำนาจจำแนก (D) ข้อที่ 1

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

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

แทนค่า

$$\begin{aligned} D &= \frac{52 - 19}{13 \times (4 - 0)} \\ &= \frac{33}{52} \\ &= 0.63 \end{aligned}$$

ตาราง 21 ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

ข้อ ที่	ผลรวม คะแนน กลุ่มเก่ง (S_U)	ผลรวม คะแนน กลุ่มอ่อน (S_L)	คะแนน สูงสุด (X_{max})	คะแนน ต่ำสุด (X_{min})	ค่าความ ยากง่าย (P_E)	ค่าอำนาจ จำแนก (D)	ผลการ พิจารณา	
1	52	2	4	0	0.52	0.96	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก
2	44	0	4	0	0.42	0.85	ผ่าน เกณฑ์	
3	50	9	4	0	0.57	0.79	ผ่าน เกณฑ์	
4	49	5	4	0	0.52	0.85	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก
5	44	2	4	0	0.44	0.81	ผ่าน เกณฑ์	
6	47	4	4	0	0.49	0.83	ผ่าน เกณฑ์	
7	48	2	4	0	0.48	0.88	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก
8	49	2	4	0	0.49	0.90	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก
9	49	7	4	0	0.54	0.81	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก
10	49	10	4	0	0.57	0.75	ผ่าน เกณฑ์	

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 - .80 และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 - 1 โดยคัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 5 ข้อโดยข้อที่คัดเลือกมีค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ .48 - .54 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .81 - .96

ตัวอย่างการหาค่าความยากง่าย (P_E) ข้อที่ 1

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

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีความยากง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

แทนค่า

$$\begin{aligned} P_E &= \frac{52 + 2 - (2 \times 13 \times 0)}{2 \times 13 \times (4 - 0)} \\ &= \frac{54}{104} \\ &= 0.52 \end{aligned}$$

ตัวอย่างการหาอำนาจจำแนก (D) ข้อที่ 1

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

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

แทนค่า

$$\begin{aligned} D &= \frac{52 - 2}{13 \times (4 - 0)} \\ &= \frac{50}{52} \\ &= 0.96 \end{aligned}$$

ตาราง 22 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (α - Coefficient) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	S_i^2
1	136	438	1.39
2	131	423	1.63
3	100	296	1.96
4	137	445	1.42
5	147	479	0.96
$\sum S_i^2$			7.35

ตาราง 23 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$
1	20	400	19	15	225
2	20	400	20	15	225
3	20	400	21	14	196
4	20	400	22	14	196
5	20	400	23	14	196
6	20	400	24	14	196
7	20	400	25	14	196
8	20	400	26	14	196
9	20	400	27	14	196
10	19	361	28	14	196
11	19	361	29	14	196
12	19	361	30	14	196
13	19	361	31	13	169
14	19	361	32	12	144
15	19	361	33	11	121
16	16	256	34	9	81
17	16	256	35	9	81
18	16	256	36	9	81

ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	ΣX_i	ΣX_i^2	คนที่	ΣX_i	ΣX_i^2
37	9	81	44	5	25
38	9	81	45	5	25
39	9	81	46	4	16
40	9	81	47	2	4
41	8	64	48	1	1
42	7	49	49	1	1
43	6	36	50	1	1
			Σ	651	10,167

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัก

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_i^2} \right]$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 n แทน จำนวนข้อสอบ
 s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
 s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

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

เมื่อ s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
 $\sum X_i$ แทน ผลทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i
 $\sum X_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังในข้อที่ i
 N แทน จำนวนคนเข้าสอบ

จากตาราง 23 จะได้ $\sum X_i = 651$, $\sum X_i^2 = 10,167$, $N = 50$

$$\begin{aligned} s_i^2 &= \frac{N\sum X_i^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{50(10,167) - (651)^2}{50(50-1)} \\ &= \frac{508,350 - 423,801}{2,450} \\ &= 34.51 \end{aligned}$$

จากตาราง 22 และ 23 จะได้ $n = 5$, $\sum s_i^2 = 7.35$, $s_i^2 = 34.51$

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{5}{5-1} \left[1 - \frac{7.35}{34.51} \right] \\ &= \frac{5}{4} \left[1 - \frac{7.35}{34.51} \right] \\ &= 0.98 \end{aligned}$$

ตาราง 24 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (α - Coefficient) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	S_i^2
1	116	402	2.71
2	67	189	2.02
3	87	223	1.67
4	109	343	2.15
5	122	382	1.72
$\sum S_i^2$			10.27

ตาราง 25 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$
1	20	400	19	14	196
2	20	400	20	14	196
3	20	400	21	12	144
4	20	400	22	12	144
5	20	400	23	12	144
6	18	324	24	12	144
7	18	324	25	12	144
8	18	324	26	12	144
9	18	324	27	11	121
10	18	324	28	10	100
11	16	256	29	9	81
12	16	256	30	8	64
13	16	256	31	8	64
14	15	225	32	6	36
15	15	225	33	6	36
16	14	196	34	5	25
17	14	196	35	5	25
18	14	196	36	5	25

ตาราง 25 (ต่อ)

คนที่	ΣX_i	ΣX_i^2	คนที่	ΣX_i	ΣX_i^2
37	5	25	44	0	0
38	4	16	45	0	0
39	4	16	46	0	0
40	1	1	47	0	0
41	1	1	48	0	0
42	1	1	49	0	0
43	1	1	50	0	0
Σ				501	7,329

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร
การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัก

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_i^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

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

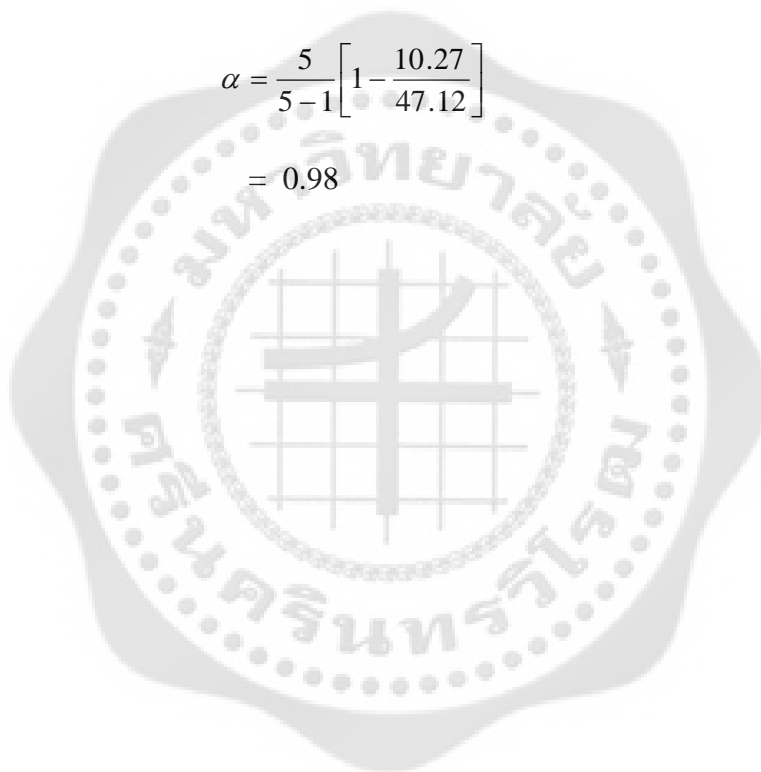
เมื่อ	s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$	แทน	ผลทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i
	$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังในข้อที่ i
	N	แทน	จำนวนคนเข้าสอบ

จากตาราง 25 จะได้ $\sum X_i = 501$, $\sum X_i^2 = 7,329$, $n = 50$

$$\begin{aligned} s_i^2 &= \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{50(7,329) - (501)^2}{50(49)} \\ &= \frac{366,450 - 251,001}{2450} \\ &= 47.12 \end{aligned}$$

จากตาราง 24 และ 250 จะได้ $n = 5$, $\sum s_i^2 = 10.27$, $s_i^2 = 47.12$

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{5}{5-1} \left[1 - \frac{10.27}{47.12} \right] \\ &= 0.98 \end{aligned}$$







ภาคผนวก ข

- 1) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
- 2) คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

ตาราง 26 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ (20คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	
			D	D^2				D	D^2
1	12	18	6	36	23	12	16	4	16
2	4	14	10	100	24	16	18	2	4
3	12	15	3	9	25	8	15	7	49
4	6	14	8	64	26	9	14	5	25
5	14	19	5	25	27	2	14	12	144
6	12	14	2	4	28	18	19	1	1
7	10	15	5	25	29	16	20	4	16
8	15	20	5	25	30	14	18	4	16
9	18	20	2	4	31	8	14	6	36
10	8	14	6	36	32	5	14	9	81
11	12	15	3	9	33	16	20	4	16
12	12	18	6	36	34	4	14	4	16
13	10	15	5	25	35	12	14	2	4
14	12	18	6	36	36	3	14	11	121
15	9	16	7	49	37	0	14	14	196
16	10	16	6	36	38	10	14	4	16
17	12	14	2	4	39	0	14	14	196
18	15	20	5	25	40	2	14	12	144
19	14	16	2	4	41	3	14	11	121
20	11	20	9	81	42	0	14	14	196
21	14	16	2	4	43	1	14	13	169
22	10	18	8	64			Σ	280	2,416

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 1

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน การทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ ทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน (Problem-Based Learning)
	n	แทน	จำนวนนักเรียน

เนื่องจาก $\sum D = 280$, $\sum D^2 = 2,416$ และ $n = 43$

แทนค่า

$$t = \frac{280}{\sqrt{\frac{43(2,416) - (280)^2}{43 - 1}}} ; df = 43 - 1$$

แทนค่า

$$= \frac{280}{\sqrt{\frac{103,888 - 78,400}{42}}}$$

$$= \frac{280}{24.63}$$

$$= 11.37$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.42 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 43 - 1 = 42$)

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 2

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก $\bar{X} = 16.07$, $\mu_0 = 14$, $S = 2.24$ และ $n = 43$.

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad t &= \frac{16.07 - 14}{\frac{2.24}{\sqrt{43}}} \\ &= 6.06 \end{aligned}$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.42 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 43 - 1 = 42$)

ตาราง 27 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ (20คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	
			D	D^2				D	D^2
1	10	15	5	25	23	2	14	12	144
2	4	14	10	100	24	9	16	7	49
3	7	15	8	64	25	7	14	7	49
4	6	14	8	64	26	5	12	7	49
5	14	20	6	36	27	1	14	13	169
6	11	18	7	49	28	1	14	13	169
7	10	16	6	36	29	2	14	12	144
8	8	15	7	49	30	10	18	8	64
9	6	15	9	81	31	8	17	9	81
10	7	12	5	25	32	5	17	12	144
11	6	15	9	81	33	8	16	8	64
12	6	14	8	64	34	4	14	10	100
13	10	16	6	36	35	6	15	9	81
14	11	18	7	49	36	3	14	11	121
15	15	16	1	1	37	0	13	13	169
16	5	14	9	81	38	5	15	10	100
17	11	17	6	36	39	0	14	14	196
18	9	16	7	49	40	2	14	12	144
19	4	14	10	100	41	3	15	12	144
20	3	10	7	49	42	0	14	14	196
21	5	15	10	100	43	1	14	13	169
22	3	12	9	81			Σ	384	3,758

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 1

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน การทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ ทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน (Problem-Based Learning)
	n	แทน	จำนวนนักเรียน

เนื่องจาก $\sum D = 384$, $\sum D^2 = 3,758$ และ $n = 43$

แทนค่า

$$t = \frac{384}{\sqrt{\frac{43(3,758) - (384)^2}{43 - 1}}} ; df = 43 - 1$$

แทนค่า

$$= \frac{384}{\sqrt{\frac{161,594 - 147,456}{42}}}$$

$$= \frac{384}{18.35}$$

$$= 20.93$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.42 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 43 - 1 = 42$)

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 2

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก $\bar{X} = 14.86$, $\mu_0 = 14$, $S = 1.83$ และ $n = 43$.

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{14.86 - 14}{\frac{1.83}{\sqrt{43}}} \\
 \text{แทนค่า} &= \frac{0.86}{\frac{1.83}{\sqrt{43}}} \\
 &= 3.08
 \end{aligned}$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.42 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 43 - 1 = 42$)





ภาคผนวก ค

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
2. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วน

เวลา 1 คาบ

เรื่อง อัตราส่วน

1. สาระที่ 6 จำนวนและการดำเนินการ

2. มาตรฐาน

- มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง
- มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่าง การดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา
- มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

3. ตัวชี้วัด

ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้โจทย์ปัญหา

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 4.1 ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ
1. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งของสองสิ่งได้
 2. เขียนอัตราส่วนแทนการเปรียบเทียบได้
 3. เขียนอัตราส่วนเมื่อปริมาณที่กำหนดให้มีหน่วยเหมือนกันได้
 4. เขียนอัตราส่วนเมื่อปริมาณที่กำหนดให้มีหน่วยต่างกันได้
- 4.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ : นักเรียนมีความสามารถ
- 4.2.1 ในการแก้ปัญหา
 - 4.2.2 ในการให้เหตุผล
 - 4.2.2 ในการเชื่อมโยง
 - 4.2.3 ในการสื่อสาร นำเสนอ
 - 4.3.4 ในการคิดสร้างสรรค์
- 4.3 ด้านคุณลักษณะ : นักเรียน
- 4.3.1 มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
 - 4.3.2 มีความกระตือรือร้น
 - 4.3.3 มีความรับผิดชอบในการทำงาน

5. สารการเรียन्हรู้

ความสัฒพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือหน่วยต่างกันได้ เรียกว่า **อัตราส่วน**

เช่น สุดามีมะม่วง 10 ผล มีมังคุด 4 ผล เขียนอัตราส่วนแสดงความสัฒพันธ์ได้ดังนี้

อัตราส่วนของจำนวนมะม่วงต่อจำนวนมังคุด เป็น $10 : 4$ หรือ $\frac{10}{4}$

ดอกเบี๊ยะ 5 บาท ต่อเงินฝาก 100 บาท เขียนอัตราส่วนแสดงความสัฒพันธ์ได้ดังนี้

อัตราส่วนของจำนวนเงินดอกเบี๊ยะต่อเงินฝาก เป็น $5 : 100$ หรือ $\frac{5}{100}$

อัตราส่วน a ต่อ b เขียนแทนด้วย $a : b$ หรือ $\frac{a}{b}$

เรียก a ว่าจำนวนแรก หรือ จำนวนที่หนึ่ง

เรียก b ว่าจำนวนหลัง หรือ จำนวนที่สอง

ตำแหน่งของจำนวนในแต่ละอัตราส่วนมีความสำคัญ การสลับตำแหน่งกันจะได้อัตราส่วนที่ต่างกัน เช่น ในห้องเรียนมีนักเรียนชาย 25 คน นักเรียนหญิง 24 คน

อัตราส่วนจำนวนนักเรียนชาย ต่อ จำนวนนักเรียนหญิงเป็น $25 : 24$ ซึ่งจะเขียนเป็น

อัตราส่วนจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิงเป็น $24 : 25$ ไม่ได้

นั่นคือ อัตราส่วน $25 : 24$ และ $24 : 25$ ไม่เป็นอัตราส่วนเดียวกัน

ดังนั้น $a : b$ ไม่ใช่อัตราส่วนเดียวกับ $b : a$

การเขียนอัตราส่วนแทนอัตราและแทนการเปรียบเทียบ มีสองลักษณะคือ

1. เปรียบเทียบจำนวนที่มีหน่วยเดียวกันไม่ต้องใส่หน่วยกำกับ เช่น จำนวนครู ต่อ จำนวนนักเรียนเป็น $1 : 20$
2. เปรียบเทียบจำนวนที่มีหน่วยต่างกัน ต้องใส่หน่วยกำกับ เช่น จำนวนปากกาเป็นด้าม ต่อจำนวนเงินเป็นบาท เป็น $1 : 8$

ตัวอย่าง จงเขียนอัตราส่วนแทนข้อความแต่ละข้อต่อไปนี้ โดยให้ปริมาณแรกเป็นจำนวนที่หนึ่ง

1. มีชมพู่ 10 ผล มีส้ม 7 ผล

อัตราส่วนของจำนวนชมพู่ ต่อ จำนวนส้ม เป็น $10 : 7$ หรือ $\frac{10}{7}$

2. มาลีมีเงิน 32 บาท มาลัยมีเงิน 55 บาท

อัตราส่วนจำนวนเงินของมาลี ต่อจำนวนเงินของมาลัยเป็น $32 : 55$ หรือ $\frac{32}{55}$

6. กิจกรรมการเรียन्हรู้

6.1 ชั้หน้าเข้าสู่บทเรียन्ह

6.1.1 ครูเป็ดวีดีโอสถานการณ์ตลาดนัดโดยเน้นที่ป้ายประกาศขายของต่างๆ เช่น ผักทุกอย่าง 3 กำ 10 บาท สัฒจิ้นกิโลกัร้มละ 50 บาท ฯลฯ เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียน

ด้วยการนำเสนอสถานการณ์ต่างๆที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป แล้วสนทนากับนักเรียนว่า “ ในชีวิตประจำวันเราจะพบข้อความ หรือได้ยินคำพูดแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสองปริมาณในสถานการณ์ต่างๆอยู่บ่อยครั้ง ”

6.1.2 ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างข้อความแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสองปริมาณในสถานการณ์ต่างๆที่นักเรียนเคยพบมา 2-3 ตัวอย่าง แล้วร่วมกันอภิปรายว่าข้อความต่างๆที่นักเรียนยกตัวมานั้นเกี่ยวข้องกับอัตราส่วนอย่างไร

6.2 ชั้นกิจกรรมการเรียนรู้

6.2.1 กำหนดปัญหา

ครูเสนอ “ **สถานการณ์ที่ 1 โครงการอาชีพ** ” ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ซึ่งเป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่างๆกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา จากนั้นครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3- 4 คน

6.2.2 ทำความเข้าใจกับปัญหา

6.2.2.1 เมื่อครูนำเสนอปัญหาพร้อมทั้งแจกใบกิจกรรมที่ 1 “ **สถานการณ์ที่ 1 โครงการอาชีพ** ” ให้แต่ละกลุ่ม สมาชิกกลุ่มจะต้องร่วมกันเสนอแนวคิดเพื่อแก้ปัญหา ครูให้นักเรียนเสนอแนวคิดย่อยๆจากปัญหาที่กำหนด และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการร่วมกันอภิปรายในการระบุนแนวคิดย่อยๆ ถ้านักเรียนไม่มีแนวคิด ครูอาจจะใช้คำถามแนะแนวทางดังนี้

- ส่วนประกอบสำคัญที่ใช้ใน การทำสบู่อนามัยผสมจากมะพร้าว มีหน่วยการตวงเดียวกันหรือไม่ (คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบด้วยตนเองว่ามีข้อสงสัยเกี่ยวกับหน่วยในการเขียนอัตราส่วนหรือไม่)

- เราสามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสองปริมาณได้อย่างบ้าง (คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนหารูปแบบการเขียนแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสองปริมาณ)

- เราสามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสองปริมาณในรูปอัตราส่วนได้อย่างไรบ้าง (คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาวิธีการเขียนแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสองปริมาณในรูปอัตราส่วน)

6.2.2.2 ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการทำความเข้าใจปัญหาและการระบุนปัญหาย่อยของแต่ละกลุ่ม ถ้ากลุ่มใดยังระบุนปัญหาไม่ชัดเจน ครูต้องคอยกระตุ้นและช่วยเหลือ

6.2.2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาปัญหาและช่วยกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อสรุปเป็นข้อมูลของกลุ่ม หากมีประเด็นใดที่นักเรียนคนหนึ่งคนใดไม่เข้าใจ ครูให้กลุ่มช่วยเหลือสมาชิกภายในกลุ่มให้มีความเข้าใจสอดคล้องตรงกัน

6.2.2.4 ครูชี้แจงเพิ่มเติมให้นักเรียนทราบว่า การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำไปสู่แนวทางในการแก้ไขปัญหา นักเรียนจะต้องช่วยกันวิเคราะห์ปัญหาย่อยแต่ละข้อ ซึ่งต้องอาศัยเหตุผลและพื้นฐานความรู้เดิมและเพื่อให้ได้ความรู้ที่ต้องการ

6.2.3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

6.2.3.1 นักเรียนจะต้องแบ่งประเด็นที่ต้องศึกษาและวางแผนขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

- ข้อเท็จจริงจากปัญหา คือ ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์หรือปัญหา หรือข้อเท็จจริงที่ได้จากการอภิปราย หรือข้อมูลความรู้เดิมที่เคยเรียนรู้มาแล้ว (อาจจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า จากสถานการณ์ปัญหานี้ นักเรียนทราบอะไรบ้างแล้ว ข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ปัญหานี้คืออะไร ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นี้มีอะไรบ้าง เราเคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนี้หรือไม่)

- ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม คือ ข้อมูลที่ต้องนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม (อาจจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า จากสถานการณ์ปัญหานี้มีประเด็นอะไรบ้างที่นักเรียนยังไม่ทราบ ประเด็นใดบ้างที่นักเรียนต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม)

- วิธีการศึกษาค้นคว้า คือ วิธีการที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้หรือข้อมูลที่ต้องการ (อาจจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า นักเรียนจะมีวิธีการศึกษาหาความรู้ในสิ่งที่ยังไม่ทราบได้อย่างไร นักเรียนสามารถค้นคว้าหาข้อมูลที่ต้องการได้จากที่ไหน อย่างไร)

6.2.3.2 หลังจากทีกลุ่มร่วมกันรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะร่วมตรวจสอบว่าเหมาะสมหรือไม่ ยังมีประเด็นใดที่ต้องอภิปรายเพิ่มเติมอีกบ้าง เมื่อเห็นว่าเหมาะสมแล้วก็ให้แต่ละกลุ่มสรุปแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ก่อนการลงมือปฏิบัติลงในใบกิจกรรม

6.2.3.3 ครูคอยสังเกตพฤติกรรมและตรวจสอบความชัดเจน และความสมเหตุสมผลของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม หากพบว่ายังไม่สมเหตุสมผลและยังเป็นไปไม่ได้ครูสามารถซักถามถึงเหตุผลของการตัดสินใจและแนะนำให้ลองร่วมกันอภิปรายอีกครั้ง

6.2.4 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆที่ครูได้กำหนดไว้แล้ว เช่น ใบความรู้ หนังสือเรียน ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้

6.2.5 สังเคราะห์ความรู้

6.2.5.1 นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนร่วมมือกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ภายในกลุ่ม ว่าความรู้ที่ได้มามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใดถ้าเหมาะสมและ

เพียงพอก็สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ถ้ายังไม่เพียงพอกลุ่มต้องช่วยกันค้นคว้าเพิ่มเติม รวมถึงทบทวนข้อมูลที่ได้มาอีกครั้ง

6.2.5.1 ครูคอยสังเกตนักเรียนถ้าพบกลุ่มใดมีปัญหาในการวิเคราะห์ข้อมูลความรู้ ครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายอีกครั้ง

6.2.6 เสนอผลงานและประเมินค่าของคำตอบ

6.2.6.1 ครูสุ่มนักเรียนเพื่อเป็นตัวแทนกลุ่มรายงานผลการศึกษาค้นคว้าโดยให้รายงานตามหัวข้อต่อไปนี้ สมาชิกกลุ่ม ปัญหา ข้อเท็จจริงจากปัญหา ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า วิธีการศึกษา แหล่งข้อมูล ผลสรุปที่ได้จากการแก้ปัญหา ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นซักถาม เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลที่แตกต่างออกไป

6.2.6.2 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากสถานการณ์ที่ 1 โครงการงานอาชีพ ในแง่ของปัญหาที่พบเจอในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้และสิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทั้งหมด รวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้และหากยังมีประเด็นไหนที่ไม่สมบูรณ์ครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอีกครั้ง

6.3.2 ครูแจกใบงานที่ 1 เพื่อให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคล ถ้าหากทำไม่เสร็จให้ทำต่อเป็นการบ้านและนำส่งก่อนเรียนคาบต่อไป

7. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

7.1 ใบกิจกรรมที่ 1 “ สถานการณ์โครงการงานอาชีพ ”

7.2 ใบความรู้ที่ 1

7.3 ใบงานที่ 1

7.4 หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กระทรวงศึกษาธิการ

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
ด้านความรู้ 1. บอกความสัมพันธ์ของ สิ่งของสองสิ่งได้ 2. เขียนอัตราส่วนแทนการ เปรียบเทียบได้	ตรวจใบกิจกรรม และใบงาน	- ใบกิจกรรม - ใบงาน	ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
3. เขียนอัตราส่วนเมื่อ ปริมาณที่กำหนดให้มีหน่วย เหมือนกันได้ 4. เขียนอัตราส่วนเมื่อ ปริมาณที่กำหนดให้มีหน่วย ต่างกันได้			
ด้านทักษะกระบวนการ 1. ในการแก้ปัญหา 2. ในการให้เหตุผล 3. ในการเชื่อมโยง 4. ในการสื่อสาร นำเสนอ 5. ในการคิดสร้างสรรค์	ตรวจใบกิจกรรม ใบงานและการ สังเกตพฤติกรรม ระหว่างเรียน	- ใบกิจกรรม - ใบงาน - แบบประเมินใบ กิจกรรม - แบบประเมินใบ งาน	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ 1. มีทักษะในการทำงาน ร่วมกับผู้อื่น 2. มีความกระตือรือร้น 3. มีความรับผิดชอบในการ ทำงาน	สังเกตจากการ ร่วมกิจกรรมการ เรียนรู้	- แบบประเมิน พฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี ขึ้นไป

9. บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

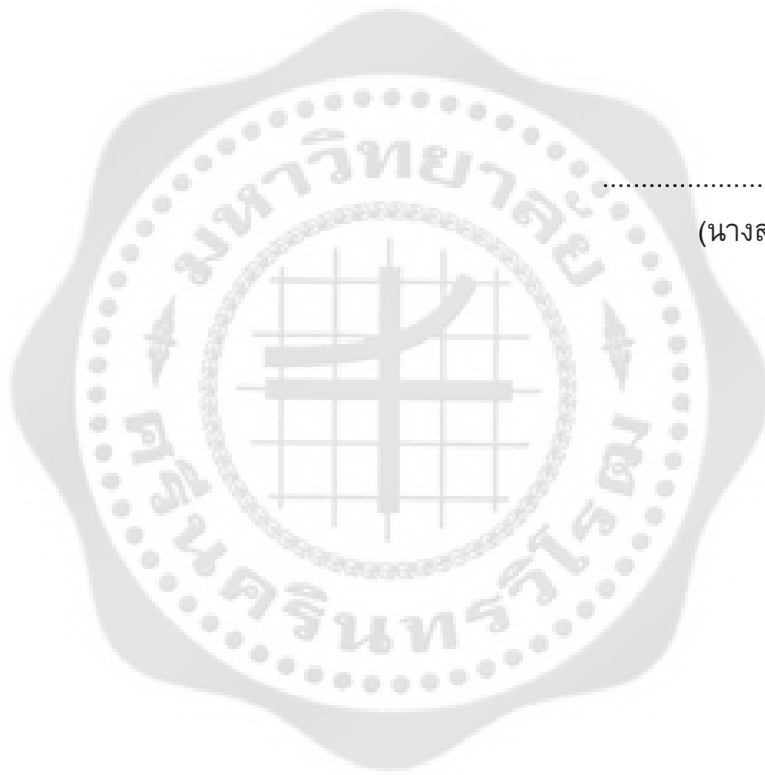
.....

.....

.....

.....

.....



.....ผู้สอน
(นางสาววาสนา ภูมิ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วนและร้อยละ	ใบกิจกรรมที่ 1 ใช้ประกอบแผนการเรียนรู้ที่ 1_1	อัตราส่วน
วิชา ค21101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



จากสถานการณ์ที่ 1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการดังนี้

- ❶ พิจารณาคำถามของ B ที่ถามว่า “อัตราส่วนจำนวนกลีเซอรีนต่อจำนวนเมนทอลที่กลุ่มเธอใช้เป็น 2 ต่อ 1 ใช่ไหม” ถ้านักเรียนเป็น A นักเรียนจะตอบว่าใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด
- ❷ นักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนของจำนวนกลีเซอรีนต่อจำนวนกากมะพร้าวได้อย่างไร เพราะเหตุใด
- ❷ นักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนของน้ำมะขามเปียกต่อจำนวนกลิ่นตกแต่งได้อย่างไร เพราะเหตุใด

กรอบแนวคิด

ข้อเท็จจริงจากปัญหา	ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม	วิธีการศึกษา / แหล่งค้นคว้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วนและร้อยละ	ใบความรู้ที่ 1 ใช้ประกอบแผนการเรียนรู้ที่	อัตราส่วน
วิชา ค21101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1	1_1	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระสำคัญ

1. ความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือหน่วยต่าง กันก็ได้ เรียกว่า อัตราส่วน
2. อัตราส่วน a ต่อ b เขียนแทนได้ด้วย $a : b$ หรือ $\frac{a}{b}$ เรียก a ว่า จำนวนแรกหรือจำนวนที่หนึ่งและเรียก b ว่า จำนวนหลังจำนวนที่สองของอัตราส่วน อัตราส่วน $a : b$ จะพิจารณาในกรณีที่ a และ b เป็นจำนวนบวกเท่านั้น
3. ตำแหน่งของจำนวนในแต่ละอัตราส่วนมีความสำคัญ การสลับตำแหน่งกัน จะได้อัตราส่วนที่ต่างกัน เช่นในห้อง เรียนหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชาย 15 คน นักเรียนหญิง 32 คน อัตราส่วนเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนชายต่อนักเรียนหญิงเป็น $15 : 32$ ซึ่งจะเขียนเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนชายต่อนักเรียนหญิงเป็น $32 : 15$ ไม่ได้ เพราะจะทำให้จำนวนนักเรียนชายในห้องนี้เปลี่ยนไป จากนักเรียนชาย 15 คน นักเรียนหญิง 32 คน เป็น นักเรียนชาย 32 คน นักเรียนหญิง 15 คน ดังนั้นอัตราส่วน $15 : 32$ และ $32 : 15$ ไม่เป็นอัตราส่วนเดียวกัน
4. การเขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณที่มีหน่วยเดียวกันและมีความชัดเจนว่าเป็นหน่วยของสิ่งใด เช่นน้ำหนัก หรือ ปริมาตร จะไม่นิยมเขียนหน่วยกำกับไว้ ถ้าเป็นอัตราส่วนที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณที่มีหน่วยต่างกัน จะเขียนหน่วยกำกับไว้

ตัวอย่าง

ข้อความ	อัตราส่วน	ข้อความ	อัตราส่วน
1) ค่าโดยสารรถ 1 คน เป็นเงิน 5 บาท	อัตราส่วนของจำนวนผู้โดยสารเป็นคนต่อค่าโดยสารเป็นบาทเท่ากับ $1 : 5$ หรือ $\frac{1}{5}$	1) หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ 2 เล่ม ราคา 106 บาท	อัตราส่วนของจำนวนหนังสือคณิตศาสตร์เป็นเล่มต่อราคาเป็นบาทเท่ากับ 2 : 106 หรือ $\frac{2}{106}$
	อัตราส่วนของค่าโดยสารเป็นบาทต่อจำนวนผู้โดยสารเป็นคนเท่ากับ $5 : 1$ หรือ $\frac{5}{1}$		อัตราส่วนของราคาหนังสือเป็นเล่มต่อจำนวนหนังสือเป็นบาท เป็น $106 : 2$ $\frac{106}{2}$

ปริมาณสองปริมาณมีหน่วยเหมือนกัน		ปริมาณสองปริมาณมีหน่วยต่างกัน	
ข้อความ	อัตราส่วน	ข้อความ	อัตราส่วน
1) นักเรียนชั้น ม. 2 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง มีนักเรียนชาย 450 คน มีนักเรียนหญิง 370 คน	อัตราส่วนของจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิงเท่ากับ $450 : 370$ หรือ $\frac{450}{370}$	1) เสาธงสูง 15 เมตร ต้นไม้สูง 150 เซนติเมตร	อัตราส่วนของความสูงของเสาธงเป็นเมตรต่อความสูงของต้นไม้เป็นเซนติเมตรเท่ากับ $15 : 150$ หรือ $\frac{15}{150}$ อัตราส่วนของความสูงของเสาธง ต่อความสูงของต้นไม้เป็น $\frac{1500}{150}$
	อัตราส่วนของจำนวนนักเรียนหญิงต่อจำนวนนักเรียนชายเท่ากับ $370 : 450$ หรือ $\frac{370}{450}$		อัตราส่วนของความสูงของต้นไม้เป็นเซนติเมตรต่อความสูงของเสาธงเป็นเมตรเท่ากับ $150 : 15$ หรือ $\frac{150}{15}$ อัตราส่วนของความสูงของต้นไม้ต่อความสูงของเสาธงเป็น $\frac{150}{1500}$

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วนและร้อยละ	ใบงานที่ 1 ใช้ประกอบแผนการเรียนรู้ที่	อัตราส่วน
วิชา ค21101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1	1_1	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ให้นักเรียนเขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณ ดังตัวอย่าง
ตอนที่ 1

ข้อ	ปริมาณชนิดที่ 1	ปริมาณชนิดที่ 2	เขียนอัตราส่วนของปริมาณสอง ปริมาณ (หน่วยเหมือนกัน)
0	มะนาว 3 ผล	มะเขือเทศ 4 ผล	อัตราส่วนของจำนวนมะนาวต่อจำนวน มะเขือเทศ เป็น $3 : 4$ หรือ $\frac{3}{4}$
1.	เหรียญห้าบาท 6 เหรียญ	เหรียญสิบบาท 7 เหรียญ	
2.	ครูชาย 14 คน	ครูหญิง 95 คน	
3.	ลูกอมรสบัว 12 เม็ด	ลูกอมรสส้ม 17 เม็ด	
4.	ข้าวเจ้า 2 กิโลกรัม	ข้าวเหนียว 3 กิโลกรัม	
5.	ไข่เป็ด 7 ฟอง	ไข่ไก่ 8 ฟอง	

ตอนที่ 2

ข้อ	ปริมาณชนิดที่ 1	ปริมาณชนิดที่ 2	เขียนอัตราส่วนของปริมาณสองปริมาณ (หน่วยต่างกัน)
0	ปากกา 3 ด้าม	สมุด 5 เล่ม	อัตราส่วนของจำนวนปากกาเป็นด้าม ต่อจำนวนสมุดเป็นเล่ม เป็น 3 : 5 หรือ $\frac{3}{5}$
1.	นก 5 ตัว	ดอกบัว 7 ดอก	
2.	ระยะทางในแผนที่ 1 เซนติเมตร	ระยะทางจริง 5 กิโลเมตร	
3.	กุหลาบ 10 ดอก	ราคา 10 บาท	
4.	วุ้นเส้น 2 ชีด	มะนาว 3 ผล	
5.	ส้ม 6 ผล	น้ำตาลทราย 8 ช้อนชา	

2. ให้นักเรียนพิจารณาว่าข้อความที่กำหนดมีหน่วยเหมือนหรือต่างกันแล้วทำเครื่องหมาย
✓ ใน พร้อมทั้งเขียนอัตราส่วนแทนข้อความที่กำหนด

ข้อ	ข้อความ	หน่วย		อัตราส่วน
		เหมือนกัน	ต่างกัน	
1.	รถยนต์ 1 คัน ราคา 800,000 บาท			
2.	กุ่มเฝ้า 30 ตัว สำหรับ นักเรียน 15 คน			
3.	แพทย์ 1 คน รักษาคนไข้ 40 คน			
4.	สี 1 กระป๋องทาได้พื้นที่ 20 ตารางเมตร			
5.	มาลีหนัก 40 กิโลกรัม มาลัยหนัก 50 กิโลกรัม			

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วน

เวลา 1 คาบ

เรื่อง มาตรฐาน

1. สาระที่ 6 จำนวนและการดำเนินการ

2. มาตรฐาน

- มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง
- มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่าง การดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา
- มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

3. ตัวชี้วัด

ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้โจทย์ปัญหา

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ :

นักเรียนสามารถเขียนมาตรฐานแสดงการเปรียบเทียบของระยะทางในแผนที่หรือแผนผังกับระยะทางจริง

4.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ : นักเรียนมีความสามารถ

4.2.1 ในการแก้ปัญหา

4.2.2 ในการให้เหตุผล

4.2.2 ในการเชื่อมโยง

4.2.3 ในการสื่อสาร นำเสนอ

4.3.4 ในการคิดสร้างสรรค์

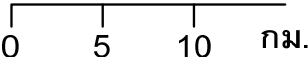
4.3 ด้านคุณลักษณะ : นักเรียน

4.3.1 มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4.3.2 มีความกระตือรือร้น

4.3.3 มีความรับผิดชอบในการทำงาน

5. สารการเรยัรรู้

มาตราส่วนเป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของการใช้อัตราส่วนเพื่อแสดงการเปรียบเทียบของระยะทางในแผนที่หรือแผนผังกับระยะทางจริง ซึ่งอาจเป็นการย่อ การขยายหรือคงขนาดเดิมก็ได้ มาตราส่วนอาจแสดงการเปรียบเทียบในหน่วยเดียวกัน หรือหน่วยต่างกัน เช่น มาตราส่วนในแผนที่ที่ต้องการแสดงว่าระยะในแผนที่ 1 เซนติเมตร แทนระยะทางจริง 5 กิโลเมตร ก็อาจเขียนเป็น $1:500,000$ หรือ $\frac{1}{500,000}$ หรือ 

6. กิจกรรมการเรยัรรู้

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูทบทวนเกี่ยวกับข้อความที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณตั้งแต่สองปริมาณเป็นต้นไปเรียกว่า *อัตราส่วน* ที่ได้เรียนในคาบที่แล้ว และกล่าวย้าว่า “ ถ้าเป็นอัตราส่วนที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณที่มีหน่วยต่างกันเราจะเขียนหน่วยกำกับไว้ที่คำอธิบาย เช่น อัตราส่วนของจำนวนไข่เป็นฟองต่อราคาเป็นบาท เป็น 10:22 ”

6.1.2 ครูกล่าวว่า “ มาตราส่วนเป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของการใช้อัตราส่วนเพื่อแสดงการเปรียบเทียบของระยะทางในแผนที่หรือแผนผังกับระยะทางจริง ซึ่งในวันนี้เราจะศึกษาเรื่องนี้นัก ”

6.2 ขั้นกิจกรรมการเรยัรรู้

6.2.1 กำหนดปัญหา

ครูนำเสนอ “ *สถานการณ์ที่ 2 มาจัดนิทรรศการกันเถอะ* ” ซึ่งมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาและใช้สถานการณ์นี้กระตุ้นการเรียนรู้ ซึ่งเป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา จากนั้นครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 3-4 คน

6.2.2 ทำความเข้าใจกับปัญหา

6.2.2.1 เมื่อครูเสนอปัญหาพร้อมทั้งแจกใบกิจกรรมที่ 2 “ *สถานการณ์ที่ 2 มาจัดนิทรรศการกันเถอะ* ” ให้แล้วสมาชิกกลุ่มจะต้องร่วมกันเสนอแนวคิดเพื่อแก้ปัญหา ครูให้นักเรียนเสนอแนวคิดย่อยๆ จากปัญหาที่กำหนด และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการร่วมกันอภิปรายในการระบุนแนวคิดย่อยๆ ถ้านักเรียนไม่มีแนวคิด ครูอาจจะใช้คำถามแนะแนวทางดังนี้

- จากสถานการณ์ที่ 2 มีเงื่อนไขอะไรบ้าง (คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบด้วยตนเองว่ามีข้อสงสัยเกี่ยวกับเงื่อนไขที่ปัญหากำหนดหรือไม่)

- เราสามารถเขียนแสดงการเปรียบเทียบระยะทางในแผนที่หรือแผนผังกับระยะทางจริง ได้อย่างไรบ้าง (คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาวิธีการเขียนแสดงการเปรียบเทียบระยะทางในแผนที่หรือแผนผังกับระยะทางจริงในรูปมาตราส่วน)

- เราใช้มาตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบในหน่วยเดียวกันหรือหน่วยต่างกัน (คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบด้วยตนเองว่ามีข้อสงสัยเกี่ยวกับหน่วยในการเขียนมาตราส่วนหรือไม่)

6.2.2.2 ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการทำความเข้าใจปัญหาและการระบุแนวคิดในการแก้ปัญหา ถ้ากลุ่มใดยังระบุแนวคิดไม่ชัดเจน ครูต้องคอยกระตุ้นและช่วยเหลือ

6.2.2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาปัญหาและช่วยกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อสรุปเป็นข้อมูลของกลุ่ม หากมีประเด็นใดที่นักเรียนคนหนึ่งคนใดไม่เข้าใจ ครูให้กลุ่มช่วยเหลือสมาชิกภายในกลุ่มให้มีความเข้าใจสอดคล้องตรงกัน

6.2.2.4 ครูชี้แจงเพิ่มเติมให้นักเรียนทราบว่า การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องช่วยกันวิเคราะห์ปัญหาย่อยแต่ละข้อ ซึ่งต้องอาศัยเหตุผลและพื้นฐานความรู้เดิมและเพื่อให้ได้ความรู้ที่ต้องการ

6.2.3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

6.2.3.1 นักเรียนจะต้องแบ่งประเด็นที่ต้องศึกษาและวางแผนขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

- ข้อเท็จจริงจากปัญหา คือ ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์หรือปัญหา หรือข้อเท็จจริงที่ได้จากการอภิปราย หรือข้อมูลความรู้เดิมที่เคยเรียนรู้อแล้ว (อาจจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า จากสถานการณ์ปัญหานี้ นักเรียนทราบอะไรบ้างแล้ว ข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ปัญหานี้คืออะไร ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นี้มีอะไรบ้าง เราเคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนี้หรือไม่)

- ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม คือ ข้อมูลที่ต้องนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม (อาจจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า จากสถานการณ์ปัญหานี้มีประเด็นอะไรบ้างที่นักเรียนยังไม่ทราบ ประเด็นใดบ้างที่นักเรียนต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม)

- วิธีการศึกษาค้นคว้า คือ วิธีการที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้หรือข้อมูลที่ต้องการ (อาจจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า นักเรียนจะมีวิธีการศึกษาหาความรู้ในสิ่งที่ยังไม่ทราบได้อย่างไร นักเรียนสามารถค้นคว้าหาข้อมูลที่ต้องการได้จากที่ไหน อย่างไร)

6.2.3.2 หลังจากทีกลุ่มร่วมกันรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะร่วมตรวจสอบว่าเหมาะสมหรือไม่ ยังมีประเด็นใดที่ต้องอภิปรายเพิ่มเติมอีกบ้าง เมื่อเห็นว่าเหมาะสมแล้วก็ให้แต่ละกลุ่มสรุปแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ก่อนการลงมือปฏิบัติลงในใบกิจกรรม

6.2.3.3 ครูคอยสังเกตพฤติกรรมและตรวจสอบความชัดเจน และความสมเหตุสมผลของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม หากพบว่ายังไม่สมเหตุสมผล

และยังเป็นไปไม่ได้ครูสามารถซักถามถึงเหตุผลของการตัดสินใจและแนะนำให้ลองร่วมกันอภิปรายอีกครั้ง

6.2.4 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

6.2.4.1 เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆที่ครูได้กำหนดไว้แล้ว เช่น ใบบทความรู้ หนังสือเรียน ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำการเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้

6.2.4.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสำรวจสถานที่ ที่ใช้ในการจัดงานนิทรรศการ (ใต้อาคารเก่าทศวรรษ) และวางแผนวิธีการวัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ เพื่อนำมาออกแบบแผนผังโดยใช้มาตราส่วนเพื่อแสดงการเปรียบเทียบระยะทางในแผนผังกับระยะทางจริง

6.2.5 สังเคราะห์ความรู้

6.2.5.1 นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนร่วมมือกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ภายในกลุ่ม ว่าความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใดถ้าเหมาะสมและเพียงพอก็สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ถ้ายังไม่เพียงพอกลุ่มต้องช่วยกันค้นคว้าเพิ่มเติม รวมถึงทบทวนข้อมูลที่ได้มาอีกครั้ง

6.2.5.2 นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนร่วมมือกัน อภิปรายผลและช่วยกันออกแบบแผนผังโดยใช้มาตราส่วนเพื่อแสดงการเปรียบเทียบระยะทางในแผนผังกับระยะทางจริงโดยใช้มาตราส่วนที่ถูกต้อง

6.2.5.3 ครูคอยสังเกตนักเรียนถ้าพบกลุ่มใดมีปัญหาในการวิเคราะห์ข้อมูลความรู้ ครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายอีกครั้ง

6.2.6 เสนอผลงานและประเมินค่าของคำตอบ

6.2.6.1 ครูสุ่มนักเรียนเพื่อเป็นตัวแทนกลุ่มรายงานผลการศึกษาค้นคว้าโดยให้รายงานตามหัวข้อต่อไปนี้ สมาชิกกลุ่ม ปัญหา ข้อเท็จจริงจากปัญหา ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า วิธีการศึกษา แหล่งข้อมูล ผลสรุปที่ได้จากการแก้ปัญหา ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นซักถาม เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลที่แตกต่างออกไป

6.2.6.2 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากสถานการณ์ที่ 2 มาจัดนิทรรศการกันเถอะ ในแง่ของปัญหาที่พบเจอในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้และสิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้

6.3 ชั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทั้งหมด รวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้และหากยังมีประเด็นไหนที่ไม่สมบูรณ์ครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอีกครั้ง

7. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

7.1 ใบกิจกรรมที่ 2 “ **สถานการณ์ที่ 2 มาจัดนิทรรศการกันเถอะ** ”

7.2 ใบความรู้ที่ 2

7.3 หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กระทรวงศึกษาธิการ

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
ด้านความรู้ เขียนมาตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบของระยะทางในแผนที่หรือแผนผังกับระยะทางจริง	ตรวจใบกิจกรรมและใบงาน	- ใบกิจกรรม - ใบงาน	ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ 1. ในการแก้ปัญหา 2. ในการให้เหตุผล 3. ในการเชื่อมโยง 4. ในการสื่อสาร นำเสนอ 5. ในการคิดสร้างสรรค์	ตรวจใบกิจกรรม ใบงานและการสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	- ใบกิจกรรม - ใบงาน - แบบประเมินใบกิจกรรม - แบบประเมินใบงาน	ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 2. มีความกระตือรือร้น 3. มีความรับผิดชอบในการทำงาน	สังเกตจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	- แบบประเมินพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

9. บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....



.....ผู้สอน
(นางสาววาสนา ภูมิ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วนและร้อยละ	ใบกิจกรรมที่ 2 ใช้ประกอบแผนการเรียนรู้ที่	มาตราส่วน
วิชา ค21101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1	2_1	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สถานการณ์ที่ 2 มาจัดนิทรรศการกัน

จากการทำโครงการอาชีพประเภททดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวิทยา ปีการศึกษา 2554 หลังจากที่นักเรียนได้แบ่งกลุ่มเพื่อทำโครงการอาชีพ และได้นำเสนอต่อครูที่ปรึกษาโครงการแล้ว ครูได้ให้แต่ละกลุ่มไปทดลองทำผลิตภัณฑ์โครงการของตน เพื่อจัดในงานนิทรรศการ “เปิดตัวโครงการอาชีพ” โดยจะจัดแสดงที่ได้อาคารเก๋ทศวรรษ ครูจึงให้แต่ละกลุ่มออกแบบแผนผังของการจัดนิทรรศการโดยมีเงื่อนไขดังนี้

- ★ มีโครงการอาชีพที่จะจัดแสดงในงานนิทรรศการทั้งหมด 48 กลุ่ม
- ★ แบ่งพื้นที่ได้อาคารเก๋ทศวรรษให้แต่ละกลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน
- ★ การกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของโครงการแต่ละกลุ่มให้คำนึงถึงความสวยงามและความสะดวกในการเข้าชม
- ★ เขียนแผนผังโดยใช้มาตราส่วนเพื่อแสดงการเปรียบเทียบระยะทางในแผนผังกับ ระยะทางจริง



จากสถานการณ์ที่ 2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการดังนี้

- ❶ ถ้านักเรียนเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวิทยา ปีการศึกษา 2554 ซึ่งต้องออกแบบแผนผังของการจัดงานนิทรรศการ “เปิดตัวโครงการอาชีพ” โดยมีเงื่อนไขข้างต้น นักเรียนจะมีการวางแผนอย่างไร เพราะเหตุใด
- ❷ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสำรวจสถานที่ ที่ใช้ในการจัดงานนิทรรศการ (ใต้อาคารเก้าทศวรรษ) และวางแผนวิธีการวัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ เพื่อนำมาออกแบบแผนผังโดยใช้มาตราส่วนเพื่อแสดงการเปรียบเทียบระยะทางในแผนผังกับ ระยะทางจริง
- ❸ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังที่ช่วยกันออกแบบโดยใช้มาตราส่วนที่ถูกต้อง

กรอบแนวคิด

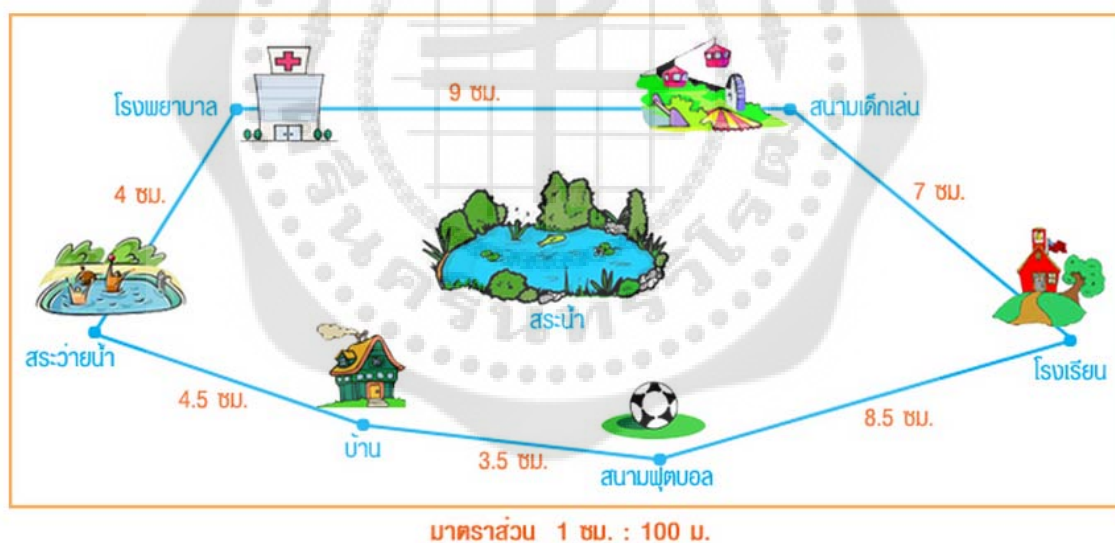
ข้อเท็จจริงจากปัญหา	ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม	วิธีการศึกษา / แหล่งค้นคว้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วนและร้อยละ	ใบความรู้ที่ 2 ใช้ประกอบแผนการเรียนรู้ที่	มาตราส่วน
วิชา ค21101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1	2_1	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

มาตราส่วนเป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของการใช้อัตราส่วนเพื่อแสดงการเปรียบเทียบของระยะทางในแผนที่หรือแผนผังกับระยะทางจริง ซึ่งอาจเป็นการย่อ การขยายหรือคงขนาดเดิมก็ได้ มาตราส่วนอาจแสดงการเปรียบเทียบในหน่วยเดียวกัน หรือหน่วยต่างกัน เช่น มาตราส่วนในแผนที่ที่ต้องการแสดงว่าระยะในแผนที่ 1 เซนติเมตร แทนระยะทางจริง 5 กิโลเมตร ก็อาจเขียนเป็น $1:500,000$ หรือ $\frac{1}{500,000}$ หรือ

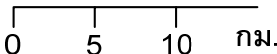


ตัวอย่าง

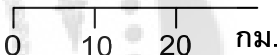


หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วนและร้อยละ	ใบงานที่ 2 ใช้ประกอบแผนการเรียนรู้ที่	มาตราส่วน
วิชา ค21101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1	2_1	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จงตอบคำถามโดยนำความรู้เรื่องมาตราส่วนมาช่วยในการแก้ปัญหาต่อไปนี้

- ถ้าระยะทางในแผนที่ยาว 3.5 เซนติเมตร และใช้อัตราส่วน  แล้วระยะทางจริงยาวกี่กิโลเมตร

- ถ้าระยะทางจริงยาว 25 กิโลเมตร และใช้มาตราส่วน 1:1,000,000 แล้วระยะทางในแผนที่ยาวกี่เซนติเมตร

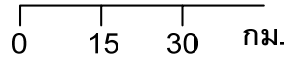
- ถ้าถนนในแผนที่ยาว 15.7 เซนติเมตร และใช้อัตราส่วน  แล้วถนนสายนี้มีระยะทางจริงยาวกี่กิโลเมตร

- เมือง ก อยู่ห่างจากเมือง ข เป็นระยะทาง 1,650 กิโลเมตร ถ้าใช้มาตราส่วน 1:1,500,000 แล้วระยะทางในแผนที่ยาวกี่เซนติเมตร

- ถนนสายพหลโยธินช่วงหนึ่งยาว 98 กิโลเมตร ถ้าใช้มาตราส่วน 1:500,000 ในแผนที่ แล้วถนนในแผนที่ยาวกี่เซนติเมตร

- มาตราส่วนที่ใช้ในการเขียนแผนผังสนามฟุตบอลของวิทยาลัยแห่งหนึ่งเป็น 1 ซม. : 2 เมตร ถ้าในแผนผังมีความยาวรอบสนาม 14 เซนติเมตร แล้วสนามฟุตบอลนี้มีความยาวจริงรอบสนามกี่เมตร

7. จังหวัดสองจังหวัดมีระยะห่างกันในแผนที่ยาว 13.6 เซนติเมตร จงหาระยะทางจริงว่ายาวกี่กิโลเมตร กำหนดมาตราส่วน $\frac{1}{100,000}$



8. ความยาวในแผนที่แสดงระยะทางจากบ้านสุดาถึงโรงเรียน 2.25 เซนติเมตร และใช้มาตราส่วน $\frac{1}{100,000}$ แล้วระยะทางจริงยาวกี่กิโลเมตร

9. คอนโดมิเนียมแห่งหนึ่ง มีความยาว 125 เมตร และความกว้าง 90 เมตร ถ้าในแผนผังใช้มาตราส่วน 1 ซม. : 5 เมตร แล้วความยาวและความกว้างในแผนผังยาวกี่เซนติเมตร

10. แม่น้ำสายหนึ่งยาว 58 กิโลเมตร เขียนความยาวของแม่น้ำนี้ในแผนที่โดยใช้มาตราส่วน $\frac{1}{500,000}$ ในแผนที่ แล้วความยาวของแม่น้ำสายนี้ในแผนที่ยาวกี่เซนติเมตร

11. ถ้าระยะทางในแผนที่ยาว 0.75 เซนติเมตร และใช้มาตราส่วน $\frac{1}{1,000,000}$ แล้วระยะทางจริงยาวกี่กิโลเมตร

12. ถ้าระยะทางจริงยาว 250 กิโลเมตร และใช้มาตราส่วน 1:500,000 ในแผนที่แล้วระยะทางในแผนที่ยาวกี่เซนติเมตร

13. สนามกีฬาแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว 28 เมตร และความกว้างยาว 20 เมตร ถ้าในแผนผังใช้มาตราส่วน ส่วน 1 ซม. : 4 เมตร แล้วความยาวและความกว้างในแผนผังต่างกันกี่เซนติเมตร



เกณฑ์การให้คะแนน

คุณลักษณะ มีความรับผิดชอบ

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	<ul style="list-style-type: none"> ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลานัดหมาย รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย เป็นระบบแก่ผู้อื่นและแนะนำชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติ
2 ดี	<ul style="list-style-type: none"> ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> ส่งงานช้ากว่ากำหนด ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ตักเตือนหรือให้กำลังใจ

คุณลักษณะ ความมีระเบียบวินัย


คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	<ul style="list-style-type: none"> สมุดงาน ชีงงาน สะอาดเรียบร้อย ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันทุกครั้ง
2 ดี	<ul style="list-style-type: none"> สมุดงาน ชีงงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> สมุดงาน ชีงงาน ไม่ค่อยเรียบร้อย ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

คุณลักษณะ ทำงานเป็นระบบ

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	<ul style="list-style-type: none"> มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ การทำงานมีครบทุกขั้นตอน
2 ดี	<ul style="list-style-type: none"> มีการวางแผนการดำเนินงาน การทำงานมีไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง
1 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข



ภาคผนวก ง

- 
- ภาคผนวก ง
1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้เวลา 90 นาที
3. ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนการคำนวณอย่างละเอียดเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมกับปัญหา



แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้เวลา 90 นาที
3. ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด
4. ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนการคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมกับปัญหา
5. ในการแสดงเหตุผลอาศัยการคิดในรูปแบบต่างๆ อาทิ เช่น การเขียนบรรยาย การเขียนรูปภาพ กราฟ ตาราง หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น เพื่อให้เห็นแนวความคิดและขั้นตอนการคำนวณ เพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน



ภาคผนวก จ



ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. ดร. ขวัญ เพ็ชช้าย
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์ปจรรย์ วิชชวัลคุ
ครู คศ.3 โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์ประจิต เอื้ออภิสิทธิ์วงศ์
ครู คศ.3 โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร





ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาววาสนา ภูมิ
วันเดือนปีเกิด	23 กรกฎาคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	216 ม. 1 ตำบลกุดกว้าง อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น
ตำแหน่งงานปัจจุบัน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2543	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนหนองเรือวิทยา อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ. 2548	การศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาเอกคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2555	การศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ