

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ที่มีต่อ
ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญาณิพนธ์
ของ
วาสนา กิมเท็ง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤษภาคม 2553

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ที่มีต่อ
ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความรู้ที่เรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญาณิพนธ์
ของ
วาสนา กิมเท็ง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ที่มีต่อ
ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ
ของ
วาสนา กิมเท็ง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2553

วาสนา กิมเท็ง. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม:
รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล,
รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 36 คน ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One – Group Pretest-Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ t-test for Dependent Samples และค่าสถิติ t-test for One Sample ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECT OF PROBLEM – BASED LEARNING INSTRUCTION ACTIVITIES ON
PROBLEM SOLVING SKILLS , MATHEMATICAL CONNECTION SKILLS
AND INQUIRY LEARNING OF MATHAYOMSUKSA III STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
WASSANA KIMTERNG

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

May 2010

Wassana Kimterng. (2010). *The Effect of Problem – Based Learning Instruction Activities on Problem Solving Skills, Mathematical Connection Skills and Inquiry Learning of Mathayomsuksa III Students*. Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee: Assoc. Prof Dr. Somchai Chuchat, Asst. Prof. Chaisak Leelajaruskul, Assoc. Prof Dr. Somson Wongyounoi.

The purposes of this research were to compare mathematical problem solving skills, mathematical connection skills and inquiry learning for mathayomsuksa III students before and after providing problem-based learning instruction activities and compare mathematical problem solving skills and mathematical connection skills with a criterion.

The subjects of this study were 36 Mathayomsuksa III students in the second semester of 2009 academic year from Pomnakarachsawatyanon School, Samutprakarn. 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 skills for Mathayomsuksa III 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 skills for Mathayomsuksa III students after being taught by using problem-based learning instruction activities were significantly higher than 65 percent criterion at .01 level of significance.
3. The mathematical connection skills for Mathayomsuksa III students after being taught by using problem-based learning instruction activities were higher than that before being taught at .01 level of significance.
4. The mathematical connection skills for Mathayomsuksa III students after being taught by using problem-based learning instruction activities were significantly higher than 65 percent criterion at .01 level of significance.
5. Inquiry learning for Mathayomsuksa III students after being taught by using problem-based learning instruction activities was higher than that before being taught at the .01 level of significance.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ที่มีต่อ
ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ของ

วาสนา กิมเท็ง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.25.....

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

(รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อ่อนน้อย)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อ่อนน้อย)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

จาก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาและการให้คำปรึกษา และแนวทางจากรองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล และรองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมัลย์ เป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ ประธานกรรมการสอบปากเปล่า อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน กรรมการสอบปากเปล่า อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไล ทองแผ่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประกอบ สมร่าง ดร.เนติ เฉลยวาเรศ และอาจารย์ศิริบุญ อักษรกิตติ์ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครูอาจารย์โรงเรียนป้อมนาคราชสวาท ยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการทดลองในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือ รวมทั้งดำเนินการทดลองทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหนองมะสัง จังหวัดอุทัยธานี และคณะครูทุกท่านที่ได้กรุณาให้โอกาสผู้วิจัยได้มาศึกษาหาความรู้เพื่อความก้าวหน้าทางวิชาการแก่ผู้วิจัย และขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ทุนอุดหนุนในการเรียนและการทำวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอโน้มระลึกถึงพระคุณของคุณพ่อ-คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นกำลังใจตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดาและครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

วาสนา กิมเท็ง

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
สมมุติฐานในการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	11
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	40
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	58
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความใฝ่รู้ใฝ่เรียน.....	75
3 วิธีดำเนินการวิจัย	88
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	88
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	88
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	101
วิธีดำเนินการทดลอง.....	101
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	106
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	106
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	106
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	107

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	113
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	113
สมมติฐานของการวิจัย.....	113
วิธีการดำเนินการของการวิจัย.....	114
สรุปผลการวิจัย.....	115
อภิปรายผล.....	116
ข้อสังเกตการวิจัย.....	120
ข้อเสนอแนะ.....	121
บรรณานุกรม.....	123
ภาคผนวก.....	138
ภาคผนวก ก.....	139
ภาคผนวก ข.....	162
ภาคผนวก ค.....	191
ภาคผนวก ง.....	218
ภาคผนวก จ.....	235
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	237

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 สิ่งที่เป็นในการเขียนในชั้นนิยาม.....	22
2 โครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	24
3 ส่วนผสมในการทำน้ำพื้.....	65
4 ความสัมพันธ์ระหว่างความใกล้/ไกลจากจุดตรวจ กับจำนวน ครั้งของการเกิดอาชญากรรม.....	68
5 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	91
6 แนวทางการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์....	92
7 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	95
8 แนวทางการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์....	95
9 แบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน.....	100
10 แบบแผนการวิจัย.....	101
11 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	107
12 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 65.....	108
13 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	109
14 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 65.....	110
15 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนก่อนและหลัง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	111
16 คำดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	140

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
17 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	141
18 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน.....	142
19 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	145
20 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	147
21 ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน.....	149
22 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	152
23 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	152
24 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	155
25 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	155
26 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน.....	158
27 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับของแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน.....	159
28 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	163

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
29 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรวมทั้ง 3 ด้าน.....	165
30 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	167
31 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน....	169
32 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน...	171
33 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรวมทั้ง 7 ด้าน.....	175
34 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้านการเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ.....	177
35 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้านความอยากรู้อยากเห็น.....	179
36 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้านความตั้งใจ.....	181
37 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้านการกล้าคิดริเริ่ม.....	183
38 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้านความเพียรพยายาม.....	185

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
39	คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรม
	การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้านการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง.....
	187
40	คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรม
	การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้านการมีเหตุผล.....
	189

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต.....	48
3 สูตรการทำน้ำพื้.....	63

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สังคมไทยมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เป็นผลสืบเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ สังคมปัจจุบันจึงเป็นสังคมที่ใช้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและเป็นสังคมของข้อมูลข่าวสารหรือสังคมสารสนเทศมากขึ้น ระบบการศึกษาปัจจุบันช่วยพัฒนามนุษย์ให้เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถ รู้จักติดตามข้อมูล ข่าวสาร วิทยาการใหม่ ๆ รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและหลากหลาย รู้จักคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจ ให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความคิดสร้างสรรค์และใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีความสามารถและทักษะในการติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่น คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการ. 2544: 1)

คณิตศาสตร์จึงเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษา และยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาขั้นสูงและวิทยาการสาขาต่าง ๆ และความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ล้วนแต่อาศัยความรู้คณิตศาสตร์ แต่นักเรียนส่วนมากไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ (สิริพร ทิพย์คง. 2544ก: 123) ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากผู้สอนมักจะสอนโดยมุ่งเน้นที่เทคนิคของวิธีสอนมากกว่าแก่นสำคัญของวิธีสอน เนื่องจากเทคนิคต่าง ๆ นั้นเห็นเด่นชัดมากกว่าแก่นซึ่งมักจะซ่อนอยู่ภายใน การสอนขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้สอนไม่ทราบหรือไม่เข้าใจถึงแก่นคือองค์ประกอบและขั้นตอนที่ขาดไม่ได้ของวิธีนั้น ๆ (ทิศนา แคมมณี. 2542: 324) ซึ่งยุพิน พิพิธกุล (2539: 3-8) ได้เคยกล่าวถึงปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับตัวครูไว้ว่า ครูใช้วิธีการสอนแบบเก่า ซึ่งเป็นการบรรยายและฝึกเนื้อหา ครูเป็นผู้กำหนดรูปแบบการเรียนให้ผู้เรียน การสอนจะเน้นเนื้อหาเป็นศูนย์กลางไม่คำนึงถึงผู้เรียนและความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นครูจึงเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ครูจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาให้มีความรู้ความสามารถยิ่งขึ้นเพราะครูที่มีสมรรถภาพสูงย่อมมีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งจะมีผลให้นักเรียนได้มีการพัฒนาเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ (วารภรณ์ มีหนัก. 2545: 58-59)

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based-Learning / PBL) เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับการกล่าวถึงอย่างมาก ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากวิธีดั้งเดิมที่เน้นตัวสาระความรู้และ

มุ่งเน้นที่ผู้สอนเป็นสำคัญ ที่แตกต่างออกไปคือการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางหรือนักเรียนเป็นสำคัญ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบท (context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย (มัทธรา ธรรมบุศย์. 2545: 13) การเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้โดยชี้นำตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายต่อผู้เรียน (สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนากการเรียนรู้. 2550: 1) วอลตัน และแมททิวส์ (Walton; & Matthews. 1998: 456-459) กล่าวว่า การให้ปัญหาตั้งแต่ต้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และถ้านักเรียนแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนช่วยให้เด็กเรียนจำเนื้อหาความรู้ที่ได้นั้นได้ง่ายและนานขึ้น เพราะมีประสบการณ์ตรงในการแก้ปัญหาด้วยความรู้ดังกล่าว ปัญหาที่ใช้เป็นตัวกระตุ้นมักเป็นปัญหาที่ต้องการคำอธิบายหรือความรู้จากหลาย ๆ วิชา ทำให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ความต่อเนื่อง ความเกี่ยวข้องของวิชาต่าง ๆ เป็นเรื่องราวเดียวกัน แตกต่างจากการสอนแบบเดิมที่สอนวิชาใดก็จะสอนวิชานั้น ๆ จนจบและอาจไม่เห็นความสัมพันธ์ของแต่ละวิชา ทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ดีเท่าที่ควร (นภา หลิมธรัตน์. 2540: 13) นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีทักษะทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น เช่น ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจ การสร้างตัวแบบ ทักษะการให้เหตุผล เบาเลอร์ (Boaler. 1998: 41-62) จะเห็นได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีการแห่งการแก้ปัญหา ซึ่งปริชา เนาร์เย็นผล (2537: 5-6) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาไว้สามประการ คือ ประการแรก การแก้ปัญหาเป็นความสามารถขั้นพื้นฐานของมนุษย์ซึ่งมนุษย์ต้องพบกับปัญหาและอุปสรรคมากมาย ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำ ให้สภาพแวดล้อมและสังคมเปลี่ยนแปลงไป มนุษย์ต้องใช้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้สามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้ ประการที่สอง การแก้ปัญหาทำให้เกิดการค้นพบความรู้ใหม่ ซึ่งเป็นความพยายามที่จะแก้ปัญหา จะก่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการทางความคิดเป็นประสบการณ์ใหม่ เมื่อผสมผสานกับประสบการณ์เดิมจะก่อให้เกิดสาระความรู้ใหม่ ทั้งในเชิงเนื้อหาและวิธีการ และประการที่สามการแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงความคิดออกมาชัดเจนมีระเบียบและรัดกุม ซึ่งนักคณิตศาสตร์เชื่อว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้เข้าใจ สามารถคิดเป็นและแก้ปัญหาได้ เพราะการที่ได้ฝึกแก้ปัญหาจะช่วยให้นักเรียนรู้จักคิด มีระเบียบขั้นตอนในการคิด รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักตัดสินใจอย่างฉลาด (สิริพร ทิพย์คง. 2544ข: 137)

นอกจากทักษะการแก้ปัญหาแล้ว การเชื่อมโยงเป็นคุณลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งของคณิตศาสตร์และมีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนได้สร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นรูป กราฟ สัญลักษณ์ต่าง ๆ และ

ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ (NCTM.1989: 26) ดังที่ เคนเนดีและ ทิปส์. (Kennedy & Tipps. 1994: 194-198) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ ผู้เรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรม ได้แก่ รูปภาพ สัญลักษณ์ และโมโนมิติ กับกระบวนการรวมเนื้อหาและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 56) กล่าวว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับสิ่งที่ได้พบเห็น หรือมีอยู่ในชีวิตประจำวัน เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้อย่างเข้าใจองแท้จากตัวอย่างที่สัมผัสได้จริง ทำให้รู้สึกว่าการศึกษาคณิตศาสตร์มีประโยชน์ มีคุณค่า สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง นอกจากนี้ยังมีเอกสารรายงานการวิจัยของโทมัส และซานเตียโก(Thomas & Santiago.2002: 484-488) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ถ้านำไปปฏิบัติโดยมีการจัดการเรียนรู้ในเชิงสร้างสรรค์นักเรียนจะเกิดความตื่นตัว และกระตือรือร้นที่จะเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนรักในการเรียนคณิตศาสตร์

จะเห็นได้ว่า คุณลักษณะอันพึงประสงค์เป็นส่วนหนึ่งของแนวทางในการจัดการศึกษาซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานการศึกษาของชาติ และการเรียนการสอนจึงมุ่งให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยหวังว่าเมื่อผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์แล้วจะสามารถตอบปัญหาความต้องการของสังคมได้ จากประเด็นนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด และทฤษฎีที่สามารถตอบปัญหาความต้องการของสังคมในประเด็นดังกล่าว และพบว่าคุณลักษณะอันพึงประสงค์ประการหนึ่งที่มีความสำคัญและสามารถตอบปัญหาสภาพสังคมไทยได้คือ ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2549ก: 2) ซึ่งตามมาตรฐานการศึกษาชาติในส่วนของมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานในมาตรฐานด้านคุณภาพผู้เรียนมาตรฐานที่ 6 ใจความว่า ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รักการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในตัวบ่งชี้ที่ 2 กล่าวว่า ผู้เรียนใฝ่รู้ใฝ่เรียน สนุกกับการเรียนรู้ และพัฒนาตนเองอยู่เสมอ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2549ข: 20-26) ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามมาตรฐานการศึกษาชาติแล้ว ความใฝ่รู้ใฝ่เรียนจึงเป็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีความสำคัญและควรที่จะปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการที่จะทำให้ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของผู้เรียนดีขึ้น และเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 65
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 65
5. เพื่อเปรียบเทียบความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่นที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 12 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 456 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดผู้เรียนของแต่ละห้องแบบละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) จากการจับฉลาก 1 ห้องเรียนจากนักเรียนทั้งหมด 12 ห้องเรียน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดผู้เรียนของแต่ละห้องแบบละความสามารถ ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีเนื้อหาย่อยดังนี้

1. อัตราส่วนและสัดส่วน	จำนวน 2 คาบ
2. สมการเชิงเส้นและระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	จำนวน 2 คาบ
3. การวัด	จำนวน 2 คาบ
4. ปริมาตร	จำนวน 2 คาบ
5. สมบัติของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน และการนำไปใช้	จำนวน 2 คาบ
6. ตรีโกณมิติ	จำนวน 2 คาบ
7. สถิติและความน่าจะเป็น	จำนวน 2 คาบ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดจำนวน 18 คาบ คาบละ 60 นาที ใช้เวลาในการทดลอง 14 คาบ มีการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 2 คาบ และทดสอบหลังเรียน (Post-test) จำนวน 2 คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง รูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ใช้การตั้งคำถามหรือปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางผู้เรียนให้เกิดความสนใจอยากรู้ ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และเป็นการพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากปัญหา เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้โดยการชี้แนะตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเชื่อมโยงปัญหาและนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจะเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอนและปัญหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหา และสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองหรือเป็นกลุ่มด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้แล้ว

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้สอนให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม แล้วให้นักเรียนทำใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้

3. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถและความชำนาญในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ทางสมอง ประสบการณ์ การเข้าใจปัญหา ตลอดจนความพยายามในการคิดค้นหาคำตอบ เพื่อให้ได้คำตอบ โดยการนำความรู้ ทักษะ รวมถึงวิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบเมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาให้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนและจะต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา โดยยึดกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya. 1957: 16-17) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้น ได้แก่

3.1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามอะไร อะไรเป็นสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

3.2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด จะแก้ปัญหายังไร เป็นการนำความรู้หรือหลักการต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา

3.3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

3.4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนตรวจสอบผลลัพธ์และความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหา

ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. **ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่เกิดจากการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่และสามารถนำแนวคิด เนื้อหาและหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

4.1 การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ เนื้อหา หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.2 การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง การนำความรู้ เนื้อหา หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่น

4.3 การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน หมายถึง การนำความรู้ เนื้อหา หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

5. **ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน** หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงถึง การเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ความอยากรู้อยากเห็น ความตั้งใจ การกล้าคิดริเริ่ม ความเพียรพยายาม การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และการมีเหตุผล ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 35 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็นคุณลักษณะย่อย ๆ ได้ 7 ด้าน ๆ ละ 5 ข้อ ดังนี้

5.1 การเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ หมายถึง การเห็นความสำคัญของการแสวงหาความรู้ เห็นประโยชน์ของการเรียน และกิจกรรมที่สนับสนุนการเรียนทั้งในโรงเรียนและในชุมชน ให้มีความสำคัญ และเห็นประโยชน์ของสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำข้อคิด ประสบการณ์ที่ดีของผู้อื่นที่อยู่รอบตัวมาปรับใช้ในการเรียน การแสวงหาความรู้ และการดำรงชีวิตของตน

5.2 ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง การมีปรารถนาความสนใจที่จะรู้เรื่องต่าง ๆ ทั้งเรื่องเรียน และเรื่องรอบตัว ตลอดจนให้เห็นความตื่นตัวว่องไว กระฉับกระเฉงรวดเร็ว และรีบเร่งในการค้นหาความรู้ต่าง ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

5.3 ความตั้งใจ หมายถึง การมีความเอาใจใส่ ไม่วอกแวก มีจิตใจจดจ่อต่อการเรียน และงานต่าง ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

5.4 การกล้าคิดริเริ่ม หมายถึง การนำแนวคิด หรือวิธีการใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำใครมาปรับใช้ทั้งในเรื่องการเรียน การทำงาน และเรื่องต่าง ๆ รอบตัว ตลอดจนกล้านำเสนอแนวคิดใหม่ ๆ เมื่ออยู่ในสถานการณ์ที่มีสัมพันธภาพกับผู้อื่น

5.5 ความเพียรพยายาม หมายถึง การมีความมุ่งมั่น ขยันขันแข็งในการศึกษาหาความรู้ หรือทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ย่อท้อต่อความยากลำบาก เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ และงานที่ได้รับมอบหมายนั้นประสบความสำเร็จอย่างเต็มความสามารถ

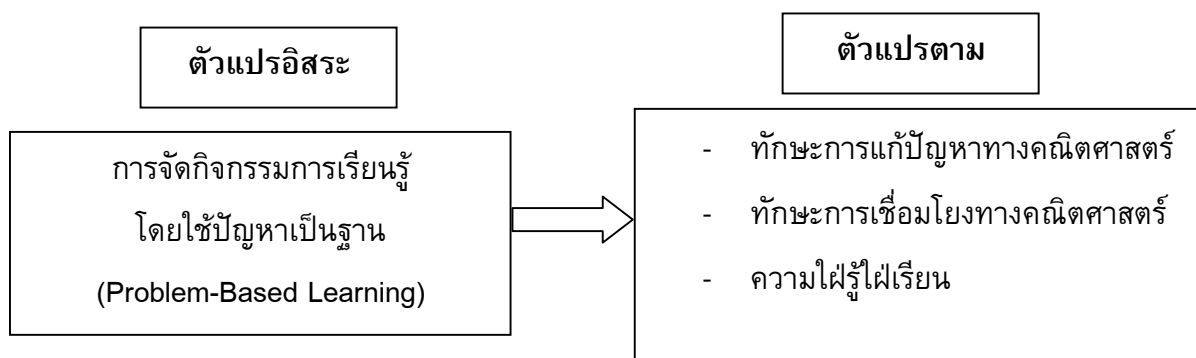
5.6 การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง หมายถึง การมีอิสระในการดำเนินการเรียนรู้ของตนเองโดยมีการวางแผนการเรียนรู้ เลือกแหล่งข้อมูลในการเรียนรู้ แสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เลือกทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนด้วยตนเอง

5.7 การมีเหตุผล หมายถึง การใช้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่รวมทั้งรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเพื่อประกอบ หรือสนับสนุนการตัดสินใจที่จะกระทำสิ่งต่าง ๆ ทั้งเรื่องเรียนและเรื่องรอบตัวอย่างสมเหตุสมผล

6. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การตัดสินผลการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา (2545 : 126) ดังนี้

คะแนนร้อยละ 80 – 100	หมายถึง ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก
คะแนนร้อยละ 70 – 79	หมายถึง ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี
คะแนนร้อยละ 60 – 69	หมายถึง ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
คะแนนร้อยละ 50 – 59	หมายถึง ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้
คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50	หมายถึง ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต้องปรับปรุง

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65
3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65
5. ความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.2 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.3 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.4 องค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.5 ขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.6 บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.7 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.3 องค์ประกอบที่ส่งเสริมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.4 ขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.5 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายและความสำคัญของการเชื่อมโยง
 - 3.2 มาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 การพัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยง
 - 3.4 ลักษณะการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ
 - 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
 - 4.1 ความหมายของความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

- 4.2 ความสำคัญของความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
- 4.3 คุณลักษณะของผู้ที่มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
- 4.4 ทักษะพื้นฐานที่เอื้อต่อการใฝ่รู้ใฝ่เรียน
- 4.5 การวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
- 4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ได้มีผู้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้มากมาย ดังนี้

ดูซ (Duch.1995: Online) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการเรียนการสอนที่มีลักษณะใช้ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา นักเรียนจะเรียนรู้ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการค้นคว้าและใช้ทรัพยากรการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

กัลเลเกอร์ (Gallagher.1997: 332-362) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเรียนรู้จากการเรียน (learn to learn) โดยนักเรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นคว้าวิธีการแก้ปัญหา โดยจะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้รับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน ปัญหาที่ใช้มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับนักเรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มาและพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

บาเรลล์ (Barell.1998: 7) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการของการสำรวจเพื่อจะตอบคำถามสิ่งที่ยากรู้ยากเห็น ข้อสงสัยและความไม่มั่นใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อน ปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่ไม่ชัดเจน มีความยากหรือมีข้อสงสัยมาก สามารถตอบคำถามได้หลายคำตอบ

ทอร์พและแซก (Torp & Sage.1998: 14-16) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้าและการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันซึ่งนักเรียนอาจพบเจอ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นทั้งยุทธวิธีการเรียนการสอนและใช้เป็นแนวทางในการจัดหลักสูตร ซึ่งมีลักษณะดึงคุณนักเรียนให้เข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ครูจะเป็นผู้ที่คอยให้คำแนะนำและออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ส่งเสริมให้

นักเรียนได้คิดและสำรวจ หลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีปัญหาเป็นแกนกลาง มีบทบาทในการเตรียมประสบการณ์จริงที่ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนให้สร้างความรู้ด้วยตนเองและบูรณาการสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน ในขณะที่เรียนรู้ นักเรียนจะถูกทำให้เป็นนักแก้ปัญหาและพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ ในกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้ร่วมในการแก้ปัญหา มีหน้าที่ในการสร้างความสนใจ สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์

พวงรัตน์ บุญญาณรงค์ (2544: 42; อ้างอิงจาก Barrows & Tamblyn.1980: 18) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา

มนสภรณ์ วิฑูรเมธา (2544: 57) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นเทคนิคที่ใช้ปัญหา/สถานการณ์กระตุ้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองร่วมกับการทำงานเป็นกลุ่ม อาจารย์เป็นผู้ช่วยเหลือเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 13) ได้สรุปความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเป็นการเรียนรู้ กระบวนการกลุ่ม แก้ปัญหาที่สนใจ ตัวแก้ปัญหาจะเป็นจุดของการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา และพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

วัลลี สัตยาศัย (2547: 16-17) สรุปว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือ PBL คือวิธีการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ จากแหล่งวิทยาการที่หลากหลาย เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาโดยมีการศึกษาหรือเตรียมตัวล่วงหน้าเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าวมาก่อน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ วิธีการสอนที่นักเรียนเป็นกลุ่มย่อย เรียนความรู้โดยใช้ประเด็นสำคัญในกรณีปัญหาที่เป็นจริงหรือกำหนดขึ้น เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยการสืบค้นหาความรู้หรือทักษะต่าง ๆ แล้วนำความรู้ที่ค้นหามาเล่าสู่กันฟัง พร้อมทั้งร่วมกันอภิปราย ร่วมกันเรียนรู้แล้วลงสรุปเป็นความรู้ใหม่

มันทรา ธรรมบุศย์ (2549: 42-43) ได้สรุปความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษา การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและแก้ปัญหาเป็นหลัก

จากความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ใช้การตั้งคำถามหรือปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางผู้เรียนให้เกิดความสนใจอยากรู้ ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และเป็นการพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้แนะตนเองได้ เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน

1.2 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ดูช (Duch. 1995: online) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้มีความรับผิดชอบมากขึ้นเพื่อการเรียนของตนเองและกลายเป็นอิสระจากครู การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผู้เรียนที่เป็นอิสระจะเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้ต่อไปด้วยตนเองในชีวิตและการอาชีพที่ได้เลือก ความรับผิดชอบของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือ จัดหาวัสดุอุปกรณ์ทางการเรียนและชี้แนะสิ่งที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

2. วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอาศัยโลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งในการเรียนรู้ที่อาศัยปัญหาที่ยุ่งเหยิง (messy) ซับซ้อนที่อยู่ในโลกของความจริงเป็นตัวกระตุ้นเพื่อการเรียนรู้และเพื่อการบูรณาการ และการประยุกต์ใช้กับปัญหาในอนาคต ปัญหานี้จะได้รับการออกแบบให้ท้าทายต่อผู้เรียน เพื่อที่จะพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการคิดเชิงวิจารณ์ญาณที่มีประสิทธิภาพ

บาร์รอว์ส และแทมบลิน (Barrows and Tamblyn. 1980: 191-192) ได้สรุปลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

1. ปัญหาจะถูกเสนอให้กับนักเรียนเป็นอันดับแรกในขั้นตอนของการเรียนรู้
2. ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่เหมือนกับปัญหาที่นักเรียนสามารถเจอใน

ชีวิตจริง

3. นักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่มในการแก้ปัญหา โดยมีอิสระในการแสดงความสามารถในการให้เหตุผล การประยุกต์ใช้ความรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เหมาะสมกับขั้นตอนการเรียนรู้ในแต่ละชั้น

4. เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่มีขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นแนวทางในการกำหนดกระบวนการทำงานเพื่อแก้ปัญหา

5. ความรู้และทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับจะเกิดหลังการแก้ปัญหาหรือการทำงานที่ใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้น

6. การเรียนรู้จะประกอบด้วยการทำงานในการแก้ปัญหาและการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีลักษณะที่บูรณาการทั้งความรู้ที่นักเรียนมีและทักษะกระบวนการเข้าด้วยกัน

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

1. เป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ได้มาจากการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากที่สุด

2. ใช้ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนในการเรียนรู้

3. เป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ และทักษะกระบวนการเข้าด้วยกัน

4. นักเรียนจะเป็นผู้ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูจะเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและเอื้ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน

5. เป็นการเรียนรู้แบบชี้นำตนเอง นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดทิศทางของการเรียนรู้ด้วยตัวเองในการกำหนดว่าต้องเรียนรู้อะไร อย่างไร จากที่ใด เพื่อให้ได้ความรู้มาแก้ปัญหา

6. เป็นการเรียนรู้จากกระบวนการของการเรียนรู้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะเน้นที่กระบวนการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้จะเกิดขึ้นขณะดำเนินการแก้ปัญหา

7. เป็นการเรียนรู้แบบช่วยเหลือกันเป็นกลุ่ม

8. ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่ยาก มีความซับซ้อน ไม่ชัดเจนเป็นปัญหาปลายเปิด ที่สามารถกระตุ้นนักเรียนให้ได้ใช้ความคิด ทำความเข้าใจปัญหา และค้นคว้าหาความรู้มาเพื่อแก้ปัญหานั้น

9. ให้ความสำคัญกับประสบการณ์และความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งครูใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2545: 13) ได้สรุปลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

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

หลายคำตอบหรือแก้ไขปัญหาได้หลายทาง

6. ผู้เรียนเป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง
7. ใช้การประเมินผลจากสภาพจริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรม

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ (2550: 2-3) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นพบเห็นได้ในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสที่เกิดขึ้นจริง
3. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตนเอง (Self – Directed Learning) ค้นหาและแสวงหาความรู้คำตอบด้วยตนเอง ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล ฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการรับส่งข้อมูล เรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกการจัดระบบตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรู้คำตอบที่ได้มีความหลากหลายองค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียน มีการสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้นอกจากจัดการเรียนเป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แต่อาจทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
5. การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระจ่างชัด
6. ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น

7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงาน ความก้าวหน้าของผู้เรียน

จากลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. ปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นปัญหาที่ซับซ้อน และท้าทาย เพื่อเป็นการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ และเพื่อเป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ
3. เป็นการเรียนรู้แบบชี้นำตนเอง ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง
4. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือเป็นผู้ให้คำแนะนำในการเรียนรู้
5. ผู้เรียนรู้จักทำงานเป็นกลุ่มย่อย สามารถทำงานร่วมกันเป็นทีมได้ และมีความสามัคคีภายในกลุ่มและภายนอกกลุ่ม

1.3 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสิ่งสำคัญที่สุดคือปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ มีผู้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของปัญหา ดังนี้

ดูซ (Duch. 1995: online) ได้ให้แนวทางเกี่ยวกับลักษณะของปัญหาที่ดี ตลอดจนการตั้ง/สร้างตัวปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาที่มีประสิทธิภาพต้องดึงดูดใจผู้เรียนเป็นประการแรกและกระตุ้นให้ผู้เรียนสำรวจเพื่อความเข้าใจโมทัศน์ที่ลึกซึ้งมากขึ้น ปัญหานั้นควรสัมพันธ์กับโลกความเป็นจริง
2. ปัญหาที่ดีต้องการให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจหรือพิจารณาโดยใช้ข้อเท็จจริงที่พอหาได้ / ข้อสนเทศ / เหตุผล / และการมีหลักการและเหตุผล นอกจากนี้ปัญหานั้นควรต้องให้ผู้เรียนได้ให้นิยามข้อตกลงเบื้องต้นที่ต้องการจำเป็น เพื่อที่จะกล่าวถึงข้อสนเทศใดที่เกี่ยวข้องหรือขั้นตอนใดหรือการปฏิบัติใดที่ต้องการจำเป็นที่จะเข้าถึงปัญหาได้
3. ความร่วมมือจากสมาชิกทั้งหมดของกลุ่มผู้เรียนมีความจำเป็น เพื่อที่จะได้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านปัญหาที่มีความยากและความซับซ้อนของปัญหา ปัญหาจะต้องได้รับการควบคุมเพื่อว่าผู้เรียนจะได้ตระหนักในแง่ที่ว่า “การแข่งขันและชัยชนะ” ซึ่งไม่ใช่กลยุทธ์ของการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ
4. คำตอบตอนเริ่มแรกในปัญหาควรแสดงถึงลักษณะที่เกี่ยวข้องกับสมาชิกของกลุ่มในการอภิปราย ซึ่งลักษณะเหล่านี้รวมถึงปัญหาปลายเปิดที่ไม่จำกัดว่ามีคำตอบเดียว ซึ่งเกี่ยวข้องกับ

ความรู้ที่เรียนไปก่อนแล้ว และมีการประเมินปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นผู้เรียนให้ดึงความรู้และแนวคิดซึ่งกันและกันออกมา

5. วัตถุประสงค์เนื้อหาของรายวิชาควรรวมเข้าไว้ในปัญหาด้วย เชื่อมโยงความรู้เดิมกับโมโนทัศน์ใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับโมโนทัศน์ในรายวิชาอื่นและ/สาขาวิชาอื่น

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

1. เป็นปัญหาที่มีคุณสมบัติที่ยุ่งเหยิงและมีความซับซ้อน
2. เป็นปัญหาที่ต้องการการสำรวจ การค้นคว้า และการรวบรวมข้อมูล
3. เป็นปัญหาที่ต้องมีการทดลองดูก่อน นั่นคือเป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันทีจะต้องใช้การตรวจสอบก่อน

4. มีคำตอบหลายคำตอบ ไม่สามารถใช้สูตรใดสูตรหนึ่งหาคำตอบได้ทันที

ธนวัฒน์ สุวรรณจรัส (2546: 7) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาหรือกรณีศึกษาที่ดี ดังนี้

1. เป็นปัญหาที่ไม่ค่อยชัดเจน (Ill-define problem) สร้างให้เกิดคำถามในใจแก่นักเรียน
2. เป็นปัญหาที่ต้องการทักษะและความรู้ใหม่มาแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ
3. สามารถนำพานักเรียนไปสู่จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ได้
4. สัมพันธ์กับนักเรียนที่สามารถพบได้ในชีวิตจริง
5. สัมพันธ์กับพื้นฐานของนักเรียนอย่างเหมาะสม

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนากการเรียนรู้ (2550: 3-4) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของปัญหา ดังนี้

1. เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียนหรือผู้เรียนอาจมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้น
2. เป็นปัญหาที่พบบ่อย มีความสำคัญ มีข้อมูลประกอบเพียงพอสำหรับการค้นคว้า
3. เป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนตายตัว เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน คลุมเครือหรือผู้เรียนเกิดความสงสัย
4. ปัญหาที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ขัดแย้งในสังคมยังไม่มีข้อยุติ
5. เป็นปัญหาที่อยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่อยากรู้แต่ไม่รู้

6. ปัญหาที่สร้างความเดือดร้อน เสียหาย เกิดโทษภัยและเป็นสิ่งไม่ดีหากใช้ข้อมูลโดยลำพังคนเดียวอาจทำให้ตอบปัญหาผิดพลาด
7. เป็นปัญหาที่มีการยอมรับว่าจริง ถูกต้อง แต่ผู้เรียนไม่เชื่อว่าจริง ไม่สอดคล้องกับความคิดของผู้เรียน
8. ปัญหาที่อาจมีคำตอบหรือมีแนวทางในการแสวงหาคำตอบได้หลายทาง ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา
9. เป็นปัญหาที่มีความยากความง่ายเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน
10. เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องการการสำรวจค้นคว้าและการรวบรวมข้อมูลหรือทดลองดูก่อนจึงจะได้คำตอบ ไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้ง่าย ๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไรหรือคำตอบ หรือผลของความรู้เป็นอย่างไร
11. เป็นปัญหาที่ส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะ สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ ดังนี้
 1. ปัญหาที่ใช้ควรเป็นปัญหาที่เป็นการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน เป็นปัญหาที่อยู่ในความสนใจและเป็นปัจจุบัน
 2. ปัญหาที่นำมาใช้ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงหรือเป็นปัญหาที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน
 3. มีคำตอบหลายคำตอบและมีวิธีในการหาคำตอบที่หลากหลาย
 4. มีความเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน ไม่ง่ายและไม่ยากเกินไป
 5. เป็นปัญหาที่ส่งเสริมด้านความรู้ ความคิด และทักษะกระบวนการต่าง ๆ

1.4 องค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ดีไลเชิล (Delisle. 1997: 15-18) กล่าวถึง องค์ประกอบของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย

1. วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ในโจทย์ปัญหา
2. ชุดของสถานการณ์โจทย์ปัญหา
3. กระบวนการอภิปรายกลุ่มย่อย (small- group discussion)
4. ประเด็นการเรียนรู้ (learning issues)
5. การเรียนรู้อย่างอิสระและการเรียนรู้ด้วยตนเอง (independent and self directed

learning)

อรพรรณ ลีอนุวัชชัย (2543: 70-71) กล่าวว่า องค์ประกอบของการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. การใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มย่อย จำนวนที่เหมาะสมประมาณ 6-8 คน เป็นขนาดที่กำลังพอเหมาะ เพื่อให้มีการอภิปราย ถกเถียง แสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
2. เป็นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ความสำคัญที่ผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดสิ่งที่จะต้องเรียน ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการเนื้อหา เพราะเนื้อหาเกิดจากการเรียนที่มีการศึกษาค้นคว้าโดยผู้เรียนพยายามสืบค้นคำตอบในปัญหา
4. เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการควบคุมตนเอง ผู้เรียนจะต้องกำหนดเวลาและสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง
5. การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้เรียนประเมินผลสัมฤทธิ์ด้วยตนเอง ผู้เรียนจะรู้ว่าตนเกิดการเรียนรู้หรือยัง สามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่

มนสภรณ์ วิฑูรเมธา (2544: 58) กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นการเรียนที่ใช้เทคนิคการสอนกลุ่มย่อย มีผู้เรียนเป็นกลุ่มประมาณ 6-8 คน และจะมีการอภิปรายถกเถียงในกลุ่ม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ไปด้วยกัน
2. เป็นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กล่าวคือ การเรียนรู้เกิดขึ้นที่ผู้เรียนด้วยตนเองเป็นสำคัญ การจัดการเรียนการสอนจะเน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดสิ่งที่ต้องการจะเรียนและผู้เรียนจะต้องได้รับการอำนวยความสะดวกให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. เป็นการเรียนรู้เนื้อหาวิชาที่บูรณาการ ทั้งนี้ปัญหาที่จะนำมาใช้เป็นสื่อในการเรียนจะเป็นปัญหาทางวิชาชีพที่บูรณาการโดยตัวของมันเองโดยอัตโนมัติ การที่ผู้เรียนจะแก้ปัญหาทางวิชาชีพได้ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับหลายวิชาชีพมาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหา
4. เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยกำหนดเนื้อหาวิชาที่จะเรียนเฉพาะที่เหมาะสมจะนำไปแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นไว้ ผู้เรียนจะเป็นผู้ควบคุมลำดับขั้นตอนในการเรียนของตนเองและกลุ่มด้วยตนเอง
5. เป็นการเรียนที่ผู้เรียนจะประเมินผลสัมฤทธิ์ได้ด้วยตนเอง เนื่องจากในขั้นตอนของการเรียน ผู้เรียนจะต้องค้นคว้าความรู้ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ เมื่อผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองมาแล้วต้องนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องรับรู้ได้ว่า

ตนเกิดการเรียนรู้หรือยัง จากการศึกษาที่สามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ โดยกระบวนการที่เกิดขึ้นผู้เรียนจึงเป็นผู้ที่รู้ว่าตนเกิดสัมฤทธิ์ผลในการเรียนอย่างไร

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2548: 78-79) กล่าวถึงลักษณะเฉพาะของการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐานประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. ประเด็นปัญหาสำหรับเรียนรู้ปัญหา คือหัวใจสำคัญของการสอนโดยให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ลักษณะของปัญหาที่นำมาเรียนจะเป็นปัญหาที่พบบ่อย มีกระบวนการเข้าถึงปัญหาที่ซับซ้อน สามารถกระตุ้นให้เกิดคำถามได้ครอบคลุมกรอบแนวคิด และสาระที่ต้องเรียนตามหลักสูตรที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ประเด็นปัญหาสำหรับเรียนรู้มีความหลากหลายต้องอาศัยการค้นคว้าหาคำตอบในแง่มุมต่าง ๆ ต้องใช้พื้นฐานความรู้อย่างกว้างขวาง สามารถสร้างมโนทัศน์ (concept) ที่สำคัญ ๆ ได้ ข้อสำคัญของประเด็นปัญหาสำหรับเรียนรู้ คือ ต้องเป็นปัญหาที่ตรงจุดประสงค์ของหลักสูตร และระดับชั้นปีของผู้เรียน วิชาเสนอประเด็นปัญหาอาจเป็นกรณีศึกษา การเล่าเรื่อง หรือการสร้างสถานการณ์จำลองอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

2. สื่อการเรียน ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผู้เรียนต้องศึกษาหาคำตอบด้วยตนเองให้มากที่สุดและถูกต้องที่สุด จึงจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องมีสื่อการเรียนที่สมบูรณ์ที่สุดอย่างน้อยต้องมีตำราศึกษาค้นคว้า สถิติ ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หากเป็นไปได้ควรมีสื่อโสตทัศนูปกรณ์ และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ผู้เรียนสามารถเลือกใช้เป็นแหล่งค้นคว้าอย่างอิสระ นอกจากนี้บุคคลและสถานที่ยังเป็นสื่อการเรียนที่ผู้เรียนสามารถเลือกใช้ได้ ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยการความสะดวก (facilitator) เป็นผู้ชี้แนะ (tutor) หรือจัดทำเอกสารชี้แนะที่ผู้เรียนสามารถสืบค้น มีแหล่งเรียนรู้ เช่น บุคคล สถานที่ ถ้าแหล่งเรียนรู้เป็นชุมชนหรือสถานที่ต้องมีคำชี้แนะ บรรยากาศและวิธีการเข้าถึงด้วย

3. ความรับผิดชอบของผู้เรียน ผู้เรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (self-directed learning) และพึงความตั้งใจของตนเองในการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบและข้อความที่ต้องการ ผู้เรียนต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการอภิปรายเพื่อค้นประเด็นความรู้และคำตอบในการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องมุ่งมั่นและความซื่อสัตย์ในการศึกษาด้วยตนเองอย่างเคร่งครัด การเรียนจึงจะมีประสิทธิภาพ

4. บทบาทของผู้สอน ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ให้เป็นไปได้ตามจุดประสงค์โดยทำหน้าที่ 3 ประการ คือ 1) อำนวยความสะดวกด้านวัสดุอุปกรณ์และสิ่งจำเป็นต่าง ๆ ในการศึกษาค้นคว้าผู้เรียนต้องการใช้เพื่อศึกษาคำตอบ 2) ให้คำแนะนำเมื่อจำเป็นเท่านั้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง อาจต้องให้ข้อความรู้แก่ผู้เรียนบ้างในบางกรณีที่พบว่า

ผู้เรียนไม่สามารถสืบค้นเองได้ และ3) เป็นผู้ประเมินสมรรถนะของผู้เรียนขณะเรียนเป็นระยะ ๆ จงใจให้ผู้เรียนเกิดแนวทางการศึกษาและคิดค้นโดยการอภิปราย ชักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือเสริมและสรุปประเด็นสำคัญของการเรียนแต่ละครั้ง

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2549: 43) กล่าวว่า การสอนแบบ การใช้ปัญหาเป็นฐาน จะประสบความสำเร็จได้ต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญครบทั้ง 5 ประการ คือ

1. ปัญหา (problem) จัดว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด เพราะทำหน้าที่เสมือนศูนย์กลางของการเรียนรู้
2. การบูรณาการความคิด (integration of idea) เกิดขึ้นหลังจากที่ผู้เรียนรับรู้กรณีปัญหาแล้ว ปัญหาที่ออกแบบมาเป็นอย่างดีจะช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความคิดรวบยอด (concept) และทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. การทำงานเป็นทีม (teamwork) ช่วยทำให้กระบวนการแก้ปัญหาดำเนินไปอย่างรวดเร็ว ยกเว้นเมื่อผู้เรียนต้องการแก้ปัญหาโดยใช้การทำวิจัย ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนทำงานคนเดียวได้
4. กระบวนการแก้ปัญหา (problem solving process) เป็นสิ่งจำเป็นที่ขาดไม่ได้ เพราะคำตอบสุดท้ายของผู้เรียนเกิดจากการใช้กระบวนการแก้ปัญหา
5. การเรียนรู้ด้วยตนเอง (self-learning) เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักรับผิดชอบต่อผลลัพธ์ที่เกิดจากการเรียนของตนเอง ทำให้ผู้เรียนต้องดิ้นรน ขวนขวายหาความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาให้ได้

จากองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มย่อย มีผู้เรียนเป็นกลุ่มประมาณกลุ่มละ 6-8 คน มีการทำงานเป็นทีม แสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม
2. เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยที่ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำเมื่อจำเป็น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. เน้นการบูรณาการด้านเนื้อหาวิชา การที่ผู้เรียนจะแก้ปัญหาได้นั้นต้องอาศัยความรู้จากหลายสาขามาบูรณาการกันเพื่อแก้ปัญหา
4. มีสื่อการเรียนการสอน และแหล่งเรียนรู้ ที่เพียงพอ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกใช้ เป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าได้อย่างอิสระ
5. ผู้เรียนเป็นผู้ประเมินผลสัมฤทธิ์ด้วยตนเอง เนื่องจากผู้เรียนเป็นผู้ที่รู้ว่าตนเองเกิดการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร และผู้เรียนสามารถที่จะนำผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ด้วยตนเอง

ไปปรับปรุงในการเรียนครั้งต่อไปได้

1.5 ขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

รูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบซึ่งแต่ละแบบก็จะมีขั้นตอนที่คล้าย ๆ กัน ดังนี้

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 ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายสนับสนุนให้ผู้เรียนกำหนดบทบาทของตนในการแก้ปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการที่จะแก้ปัญหา 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 สิ่งที่ต้องจำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งจะระบุแหล่งข้อมูลสำหรับค้นคว้าและแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยเขียนลงในตารางอย่างสัมพันธ์กันทั้ง 3 สดมภ์ ดังนี้

ตาราง 1 สิ่งที่ต้องจำเป็นในการเขียนในขั้นนิยาม

สิ่งที่รู้	สิ่งที่จำเป็นต้องรู้	แนวคิด

ขั้นที่ 4 ขั้นกำหนดปัญหา จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์ที่ได้เผชิญ และกำหนดเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับเงื่อนไขที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่งจะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาที่ดี

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

ขั้นที่ 6 ขั้นการหาคำตอบที่เป็นไปได้ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้ากับปัญหาที่กำหนดไว้แล้วแก้ปัญหาบนฐานข้อมูลที่ค้นคว้ามา เนื่องจากปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้สามารถมีคำตอบได้หลายคำตอบ ดังนั้นในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้ให้มากที่สุด

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมินค่าของคำตอบ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนทำการประเมินค่าสิ่งที่มาช่วยในการแก้ปัญหา (ข้อมูลที่ค้นคว้ามา) และผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละปัญหาว่าทำให้เรารู้อะไร ซึ่งนักเรียนจะแสดงผลและร่วมกันอภิปรายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลที่ค้นคว้ามาเป็นพื้นฐาน

ขั้นที่ 8 ขั้นการแสดงคำตอบและการประเมินผลงาน ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและแสดงถึงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้ความรู้มาอย่างไร และทำไมความรู้นั้นถึงสำคัญ ในขั้นนี้นักเรียนจะเสนอผลงานออกมาที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหา ซึ่งเป็นการประเมินผลงานของตนเองและกลุ่มไปด้วย

ขั้นที่ 9 ขั้นตรวจสอบปัญหาเพื่อขยายการเรียนรู้ ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ต่อไป นักเรียนจะพิจารณาจากปัญหาที่ได้ดำเนินการไปแล้วว่ามีประเด็นอะไรที่ตนสนใจอยากเรียนรู้อีก เพราะในขณะที่ดำเนินการเรียนรู้นักเรียนอาจจะมีสิ่งที่อยากรู้ นอกจากที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

จากขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 9 การดำเนินการเรียนรู้จะดำเนินเป็นวงจร หากขั้นใดมีข้อสงสัยก็ย้อนกลับไปยังขั้นก่อนหน้านั้นได้ และเมื่อจบการเรียนรู้จากปัญหาหนึ่ง ๆ แล้วจะกำหนดปัญหาใหม่

ของการเรียนรู้จากชั้นที่ 9 ที่นักเรียนมีความต้องการเรียนรู้ และในแต่ละชั้นจะประกอบด้วยการประเมินผลการเรียนรู้ไปพร้อมด้วย

ดีไลเชิล (Delisle. 1997: 26-36) ได้กำหนดขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเชื่อมโยงปัญหา (Connecting with the problem) เป็นขั้นตอนในการสร้างปัญหา เพราะในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนจะต้องมีความรู้สึกว่าปัญหานั้นมีความสำคัญต่อตนก่อน ครูควรเลือกหรือออกแบบปัญหาให้สอดคล้องกับผู้เรียน ดังนั้นในขั้นนี้ครูจะสำรวจประสบการณ์ความสนใจของผู้เรียนแต่ละบุคคลก่อนเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกหรือออกแบบปัญหา โดยครูจะยกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาขึ้นมาร่วมกันอภิปรายก่อน แล้วครูและนักเรียนช่วยกันสร้างปัญหาที่ผู้เรียนสนใจขึ้นมา เพื่อนำไปเป็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประเด็นที่ครูยกมานั้นจะต้องเป็นประเด็นที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ในเนื้อหาวิชา และทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับด้วย

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

ตาราง 2 โครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

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

ขั้นที่ 3 ขั้นเข้าพบปัญหา (Visiting the Problem) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามโครงสร้างของการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 คือนักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันเสนอแนวความคิดต่อปัญหาว่ามีแนวทางเป็นไปได้หรือไม่ในการแก้ปัญหา จะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีใด ความรู้อะไรที่จะนำมาเป็นฐานของการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายถึงข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อจะได้นำมาเป็นฐานความรู้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดวิธีการหาความรู้และแหล่งทรัพยากรของความรู้นั้นด้วย ในแต่ละข้อจะเขียนลงในตารางด้านบน โดยเขียนเรียงเป็นข้อ ในข้อหนึ่ง ๆ จะเขียนแต่ละสดมภ์ให้สัมพันธ์กัน

เมื่อกลุ่มกำหนดทุกหัวข้อเสร็จแล้วกลุ่มจะมอบหมายให้สมาชิกในกลุ่มไปศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ แล้วนำความรู้ที่ได้ศึกษามารายงานต่อกลุ่ม ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนได้ความรู้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนมีอิสระในการกำหนดในแต่ละหัวข้อ ครูเพียงแต่สังเกตและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

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

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

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผลงานและปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) ในการประเมินผลงานของนักเรียน ทั้งครูและผู้เรียนจะมีความรับผิดชอบร่วมกัน ในการประเมินจะประเมินด้านความรู้ ทักษะด้านการเรียนรู้ได้แก่การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร และทักษะทางด้านสังคมได้แก่การทำงานร่วมกันเป็นทีม นอกจากนี้จะประเมินนักเรียนแล้วครูยังต้องประเมินปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ด้วยว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่

ทองจันทร์ หงส์ดารมภ์ (2533: 3-6) กล่าวว่า ในกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะเริ่มต้นจาก “ปัญหา” ซึ่งผู้เรียนใช้เป็นหลักในการดำเนินการแก้ปัญหาจนกระทั่งเกิดการเรียนรู้โดยสมบูรณ์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความกระจ่างกับถ้อยคำและแนวคิด (Clarity terms and concepts) กลุ่มผู้เรียนทำความเข้าใจกับปัญหาที่ได้รับเลือก แนวคิดที่ยังไม่เข้าใจ โดยหาเอกสาร ตำราอื่นหรือความรู้พื้นฐานของสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 2 ระบุตัวปัญหา กำหนดปัญหาให้ชัดเจน (Define the problem) โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจที่ถูกต้องสอดคล้องกัน

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหา (Analysis the problem) โดยการแสดงความคิดแบบระดมสมองของสมาชิกในกลุ่มและใช้กระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 การตั้งสมมุติฐาน (Formulate hypothesis) ตั้งสมมุติฐานที่สมเหตุสมผล

สำหรับปัญหานั้น และได้สมมุติฐานให้ได้มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 5 การจัดลำดับความสำคัญของสมมุติฐาน (Identify the priority of hypothesis) จากสมมุติฐานที่ได้มา กลุ่มจะต้องจัดลำดับความสำคัญ โดยอาศัยข้อสนับสนุนจากความจริงและความรู้จากสมาชิกในกลุ่ม เพื่อพิจารณาหาข้อยุติสำหรับสมมุติฐานที่ปฏิเสธได้ในขั้นต้น และคัดเลือกสมมุติฐานที่ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ (Formulate learning objectives) ผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ แสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมสมมุติฐานที่คัดเลือกไว้

ขั้นตอนที่ 7 การแสวงหาความรู้หรือข้อมูลเพิ่มเติมมารวบรวมไว้ (Collect additional information outside the group) จากวัตถุประสงค์ที่กำหนด สมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม มีหน้าที่แสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่มซึ่งหาจากแหล่งข้อมูลทั้งเอกสารทางวิชาการ และผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ แยกทำงานเป็นรายบุคคลหรือไปเป็นกลุ่มแล้วกลับมาพบกันในกลุ่มอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 8 การสังเคราะห์ข้อมูลแล้วนำมาพิสูจน์สมมุติฐาน (Synthesize and test the newly acquired information) กระบวนการเรียนรู้แบบ PBL จะสมบูรณ์ได้ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่แสวงหามาได้ เพื่อพิสูจน์สมมุติฐานที่วางไว้ โดยสมาชิกของกลุ่มแต่ละคนจะนำความรู้ที่ตนแสวงหามาได้เสนอต่อสมาชิกในกลุ่ม เพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้อาจเพียงพอต่อการพิสูจน์สมมุติฐานหรือไม่ กลุ่มอาจจะพบว่าข้อมูลบางส่วนไม่สมบูรณ์ จำเป็นต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมได้

ขั้นตอนที่ 9 การกำหนดหลักการและแนวทางการแก้ปัญหา (Identify Generalizations and Principle , Derived from Studying this Problem) กระบวนการจะสิ้นสุดเมื่อกลุ่มสามารถหาข้อมูลครบถ้วนต่อการพิสูจน์ข้อสมมุติฐานทั้งหมด และสามารถสรุปได้ถึงหลักการต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาปัญหานี้ รวมทั้งเห็นแนวทางในการนำความรู้ หลักการนั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ทั่วไป

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 26-28) ได้กำหนดขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการจัดกลุ่ม อันดับแรกสมาชิกในกลุ่มทำการคุ้นเคยกัน สมาชิกในกลุ่มแนะนำตนเองบอกถึงความสามารถที่มี ความสนใจ และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่จะมีประโยชน์ต่อกลุ่ม แล้วกลุ่มกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มอย่างชัดเจน ในกลุ่มต้องมีประธาน รองประธาน และเลขานุการที่คอยจดบันทึกกิจกรรมภายในกลุ่ม ในขั้นนี้จะเป็นขั้นเริ่มต้นของการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมของนักเรียนด้วย ซึ่งการประเมินผลจะดำเนินไปพร้อมกับทุกขั้นตอนของการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา ขั้นนี้ครูจะเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอนและปัญหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนที่จะเจอปัญหา เมื่อครูเสนอปัญหาไปแล้วสมาชิกในกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาและกำหนดข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในปัญหา หากในกลุ่มมีผู้ที่มีประสบการณ์สัมพันธ์กับปัญหานั้นต้องเสนอให้กลุ่มได้รับทราบ จากนั้นช่วยกันระบุตัวปัญหาย่อยที่ถูกต้องตรงกัน การระบุปัญหาย่อยทั้งหมด โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจต่อปัญหาย่อยนั้นได้อย่างชัดเจน ในปัญหาเริ่มต้นหนึ่งปัญหาที่ครูเสนอให้ อาจมีปัญหาย่อยออกมาอีกก็ได้ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ปัญหาหรือมีความไม่เข้าใจอะไรตรงไหนของกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสมมุติฐาน เมื่อระบุปัญหาแล้วนักเรียนในกลุ่มก็จะร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาย่อยแต่ละข้อและตั้งสมมุติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาย่อย ๆ นั้น สมมุติฐานที่ตั้งมีลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหาย่อย ๆ ที่ตั้งอยู่บนเหตุผลและความรู้ที่มีอยู่ก่อน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. กำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เป็นการกำหนดว่าจะต้องค้นคว้าอะไร เพื่อที่จะสามารถนำสิ่งนั้นมาตรวจสอบสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้ เป็นการวางเป้าหมายของการเรียนรู้
2. สร้างแผนการเรียนรู้ เป็นกลวิธีที่ใช้ในการศึกษาสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม
3. กำหนดแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับแผนการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการศึกษาค้นคว้า เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้ โดยเลขานุการจดบันทึกสิ่งที่ศึกษาค้นคว่านั้นไว้ด้วย

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน ในขั้นนี้ นักเรียนจะสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามานำมาเพียงพอกับการตรวจสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมุติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูลแล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วย การเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนการดำเนินงานกลุ่มทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 6

ในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นเรียนได้ประเมินผลงานของกลุ่มอื่น ๆ ด้วย ในขั้นนี้ครูและนักเรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้ามาอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุป ในขั้นนี้จะสรุปผลของการประเมินผลทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะทางการเรียน และด้านทักษะทางสังคม การประเมินผลประกอบด้วยการประเมินผลของครูและการประเมินผลตนเองของนักเรียนทั้ง 3 ด้านดังกล่าว โดยที่นักเรียนและครูจะประเมินไปพร้อมกับการดำเนินกิจกรรมทุกขั้นตอน

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2548: 79) อธิบายไว้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน จากประเด็นปัญหาที่กลุ่มผู้เรียนได้รับจากผู้สอน เมื่อผู้สอนแนะนำเกี่ยวกับการศึกษาปัญหา แหล่งข้อมูลประกอบการศึกษาแล้วผู้เรียนต้องดำเนินการเรียนเอง 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาปัญหาและตั้งสมมุติฐาน เมื่อกลุ่มผู้เรียนได้รับประเด็นปัญหาแล้วให้กลุ่มทำความเข้าใจให้ตรงกันก่อนว่าจุดประสงค์การเรียนรู้คืออะไร แล้วจึงจะวิเคราะห์ประเด็นปัญหา ตั้งสมมุติฐานเพื่อหาคำตอบ โดยผู้เรียนประเมินตนเองว่าต้องใช้ความรู้อะไร สาขาวิชาใด จะค้นหาจากแหล่งไหน เพื่อเป็นพื้นฐานของการศึกษาหาเหตุผลและคำอธิบาย เพื่อประมวลว่าอะไรคือประเด็นปัญหาสาเหตุและคำตอบปัญหาให้ได้

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

ขั้นที่ 3 ประยุกต์ความรู้ เป็นขั้นตอนของการนำข้อความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาตอบคำถามปัญหา ทบทวนและสังเคราะห์สิ่งที่ได้ค้นพบมานำเสนอเป็นผลงานให้ผู้สอนประเมินผู้สอนกระตุ้นด้วยคำถาม เพื่อให้มีการสืบค้นที่ถูกต้องและอาจต้องมีบรรยายเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้เรียนขาดและจำเป็นต้องเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ประเมินผลการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนที่ผู้เรียนสามารถประเมินสมรรถนะทางการเรียนได้ด้วยตนเองว่าสามารถศึกษาได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์ของการเรียนหรือไม่ ใช้เวลาอย่างไร ใช้กระบวนการให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องเรียนรู้แบบไหน มีคุณค่า

พอกับการเรียนรู้หรือไม่ ผู้เรียนต้องประเมินตนเองเกี่ยวกับเหตุผล ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการค้นคว้าความรู้ที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งความรู้จากกลุ่ม ส่วนการประเมินโดยผู้อื่น เช่น เพื่อน ผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องจะเน้นในแง่ของความสามารถในการบูรณาการความรู้ การให้เหตุผลในการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล และการแสดงถึงการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาศึกษาและการเรียนรู้ (2550: 7-8) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้ อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

จากขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากปัญหา เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเชื่อมโยงและนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจะเสนอสถานการณ์ปัญหา

ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอนและปัญหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหา และสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองหรือเป็นกลุ่มด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้แล้ว

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้สอนให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม แล้วให้นักเรียนทำใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้

1.6 บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ได้มีผู้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนและผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

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

บทบาทของครูในขณะดำเนินการเรียนรู้ออกไปจากปัญหา มีดังนี้

1. ครูออกแบบและกระตุ้นความสนใจนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้ให้จัดโครงสร้างของการแก้ปัญหาหรือสร้างยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
2. ครูมอบความเป็นอิสระให้กับนักเรียนในการเป็นผู้สำรวจและควบคุมกระบวนการสำรวจด้วยตนเอง พร้อมกับเป็นผู้ให้คำแนะนำ ส่งเสริมให้คิดและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานให้กับนักเรียน
3. ครูฝึกฝน แนะนำนักเรียนโดยอยู่ห่าง ๆ ในขณะที่นักเรียนดำเนินการเรียนรู้ออกไปจากคำตอบของปัญหาออกมา

บทบาทของผู้เรียนในขณะดำเนินการเรียนรู้ออกไปจากปัญหา มีดังนี้

1. นักเรียนดำเนินการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ตั้งจุดความสนใจและมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้
2. นักเรียนจะสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลที่ต้องการ ดำเนินการสำรวจอย่างมีเหตุผลและปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้อย่างอิสระ

3. นักเรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้
4. นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ เพื่อแก้ปัญหา
5. นักเรียนพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนโดยการชี้แนะตนเองและเป็นนักแก้ปัญหา

จอห์นสัน ฟินูเคน และพรีดีอ็อค (Johnson; Finucane; & Prideaux. 1999: 353-354)

ได้กล่าวถึงบทบาทของครูที่จะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนประสบความสำเร็จว่า บทบาทหลักของครู คือ การส่งเสริมให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางมากที่สุด และส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นทีมในการแก้ปัญหา นั่นคือ ครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับการเรียนรู้โดยการชี้แนะตนเองของนักเรียน ครูจะต้องหลีกเลี่ยงการเป็นผู้ตัดสินหรือสรุปในการเรียนรู้ของนักเรียน ตัวอย่างเช่น ถ้ามีสมมุติฐานในการทดสอบ 2 สมมุติฐาน ที่สร้างมาจากนักเรียนในกลุ่ม ครูจะต้องไม่ตัดสินหรือสรุปว่าสมมุติฐานใดถูกหรือผิด แต่จะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนไปค้นคว้าหาข้อมูลมาเพื่อการตัดสินใจเอง ครูจะต้องไม่เข้าไปแทรกแซงการเรียนรู้ของนักเรียน แต่จะให้อิสระในการดำเนินการเรียนรู้และกำหนดทิศทางการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในการประเมินผลครูต้องมอบภาระการประเมินผลให้นักเรียนได้ประเมินผลตนเองด้วย ซึ่งการประเมินผลตนเองของนักเรียนช่วยสนับสนุนให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้นกับกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละขั้นตอน ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้และช่วยในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ทำโดยครู

ทองจันทร์ หงส์ลดาธมณี (2537: 12-17) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนในกลุ่มย่อยและบทบาทของผู้สอนในการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

บทบาทของผู้เรียนในกลุ่มย่อย

บทบาทของผู้เรียนในกลุ่มย่อย เป็นกระบวนการหนึ่งของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยผู้เรียนจะต้องมีบทบาทร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาที่ได้รับ ให้ความร่วมมือภายในกลุ่มเพื่อสร้างวัตถุประสงค์การศึกษา ถกเถียง ต่อรอง เพื่อสร้างกฎเกณฑ์ของกลุ่มร่วมกันทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลพร้อมที่จะให้คำติชมอย่างเปิดเผยตรงไปตรงมาต่อสมาชิกของกลุ่มทุกคน และต้องมีความซื่อสัตย์ต่อกัน โดยทุกคนทำงานที่กลุ่มมอบหมายให้ตรงตามเวลาที่กำหนด

จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนแบบกลุ่มย่อย คือ การเรียนการสอนในระหว่างสมาชิกด้วยกันเป็นกลุ่มร่วมมือกันทำงานทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน จะต้องมีผู้ทำหน้าที่เป็นผู้นำกลุ่มในการดำเนินการเรียนการสอน ได้แก่ ประธาน และเลขานุการกลุ่ม ดังนั้น สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องผลัดกันเป็นผู้นำกลุ่มเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ในการเป็นผู้นำกลุ่มได้ทั่วทุกคน

บทบาทผู้สอน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อาจารย์ผู้สอนจะมีบทบาทที่แตกต่างไปจากการเรียนการสอนแบบเดิม คือ ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญที่ทำหน้าที่ให้ความรู้ ถ่ายทอดความรู้อแก่ผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นผู้จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนรักในวิชานั้นให้มีวิธีเรียนที่ถูกต้องและเสริมสร้างปัญญาในระดับสูง นอกจากนี้อาจารย์ยังมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน สร้างบทเรียนที่เป็นสถานการณ์ปัญหาที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาที่เป็นแนวคิดสำคัญของปัญหานั้น ตลอดจนการประเมินผลการเรียน

การเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน การที่ผู้เรียนรู้ด้วยตนเองได้นั้นอาจารย์ผู้สอนจะต้องมีด้วยกัน 2 กลุ่ม คือ

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

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

1. อาจารย์พยายามทำให้เกิดโยนิโสมนสิการ คือ การถาม หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดใคร่ครวญตรองตลอดการเรียน
2. ต้องแนะนำให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านขั้นตอนการเรียนรู้ที่ละขั้น
3. ส่งเสริมผลักดันให้เกิดความรู้ความเข้าใจในระดับที่ลึกซึ้ง
4. หลีกเลี่ยงการให้ความเห็นต่อการอภิปรายของผู้เรียนผิดหรือถูก การบอกข้อมูลข่าวสาร แต่ให้ผู้เรียนไปค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งอื่น เช่น ตำรา วารสาร เป็นต้น
5. จัดสภาพการเรียนไม่ให้ผู้เรียนเบื่อบรรยากาศอภิปรายโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียน
6. การตัดสินใจที่เกิดขึ้นทั้งหมด ควรเกิดขึ้นโดยกระบวนการกลุ่ม อาจารย์เป็นผู้ดูแลให้ทุกคนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมของกลุ่ม

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาศึกษา (2550: 9-13) ได้กล่าวถึงบทบาทของ ผู้สอนและนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

บทบาทของผู้สอน

ผู้สอนมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นลักษณะของผู้สอนที่เอื้อต่อการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะดังนี้

1. ผู้สอนต้องมุ่งมั่น ตั้งใจสูง รู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ
2. ผู้สอนต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคลเข้าใจศักยภาพของผู้เรียนเพื่อสามารถให้ คำแนะนำ ช่วยเหลือผู้เรียนได้ทุกเมื่อทุกเวลา
3. ผู้สอนต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอย่าง ถ่องแท้ชัดเจนทุกขั้นตอน เพื่อจะได้แนะนำให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนได้ถูกต้อง
4. ผู้สอนต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้ และการติดตามประเมินผล การพัฒนาของผู้เรียน
5. ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุนสื่ออุปกรณ์เรียนรู้ให้ เหมาะสมเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ
6. ผู้สอนต้องมีจิตวิทยาสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวใน การเรียนรู้ตลอดเวลา
7. ผู้สอนต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของผู้เรียนให้เข้าใจและเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ แบบนี้
8. ผู้สอนต้องมีความรู้ ความสามารถ ด้านการวัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง ให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ สำหรับเทคนิคหรือเงื่อนไขจำเป็นในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีดังนี้
 1. เทคนิคในการเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ควรเป็นเรื่องที่ เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน เรื่องใกล้ตัว เป็นรูปธรรม ทันต่อเหตุการณ์ หรือมีความชัดเจน
 2. การใช้คำถามในการกำหนดปัญหา ต้องเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาสาระที่ต้องการให้ ผู้เรียนเรียนรู้ เป็นคำถามที่ท้าทาย กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนอยากค้นคว้าหา คำตอบด้วยตนเอง
 3. ในขั้นการทำความเข้าใจกับปัญหา ควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมช่วยกันกำหนดปัญหา และให้ทุกคนได้รับทราบพร้อมกันอย่างชัดเจน เทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจและใช้ได้ผลดี คือ การนำเสนอ

เป็นแผนผังความคิด โดยให้สมาชิกจากทุกกลุ่มได้ช่วยกันคิดและบันทึกลงบนกระดานหน้าชั้นเรียน แสดงขอบเขตที่จะศึกษาในปัญหานั้น ๆ

4. การเตรียมผู้เรียนให้เกิดความพร้อมเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ ในการดำเนินการควรใช้วิธีการจัดกลุ่มโดยละเอียดเฉพาะรายหญิงและละความสามารถในการเรียน โดยพิจารณาจากข้อมูลพื้นฐานทางการเรียนของผู้เรียน กำหนดให้สมาชิกกลุ่มแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ ประธาน เลขานุการ ผู้สนับสนุน และผู้รายงาน และถ้ามีการเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่มแต่ละครั้งผู้เรียนต้องหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กัน เพื่อให้ทุกคนได้มีโอกาสทำงานในทุกบทบาทหน้าที่ การแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักเทคนิควิธีการที่จะเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ผู้เรียนจะต้องเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้รับฟังเพียงอย่างเดียวมาเป็นผู้ค้นคว้าศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนจึงต้องเตรียมความพร้อมผู้เรียนมากพอสมควร โดยผู้สอนใช้เทคนิคในการใช้คำถามเพื่อนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ ตามวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

5. ในการสอนโดยใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นจะมีความเหมาะสมสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ในบางเนื้อหาอาจยากเกินไป เช่น การคำนวณ ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้องอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจ หรือเนื้อหาที่ยากต่อการสืบค้นข้อมูลของผู้เรียน ตลอดจนข้อจำกัดของผู้เรียน เช่น ผู้เรียนขาดความรับผิดชอบหรือมีภาระงานมาก มีปัญหาด้านเศรษฐกิจ และเวลาที่ไม่เพียงพอของผู้เรียน ผู้สอนจำเป็นต้องใช้เทคนิคนั้นเข้ามาแทรกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีหลากหลายวิธีตามความเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ เช่น การเรียนรู้จากการฟังผู้สอนอธิบายแสดงเหตุผลประกอบการซักถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดข้อสรุป การเรียนรู้จากสถานการณ์จริง โดยเฉพาะในสาระที่เกี่ยวกับทักษะภาษา เช่น ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ซึ่งมีข้อจำกัดพอสมควร โดยที่วิชาภาษาไทยต้องฝึกทักษะการอ่าน ฟัง พูด เขียนมากกว่าการตั้งปัญหาให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า ทำให้ไม่สามารถใช้ขั้นตอนการสอนในแนวทางนี้ได้สมบูรณ์ และโดยเฉพาะวิชาภาษาอังกฤษเพราะผู้เรียนต้องใช้ความสามารถคิดสองภาษา

6. ระยะเวลาในการสอนควรยืดหยุ่นพอสมควร และค่อนข้างจะใช้เวลามากกว่าเวลาในหลักสูตรปกติ เพราะผู้เรียนจำเป็นต้องมีการระดมความคิด อภิปราย และค้นคว้าจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ

7. การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนฝึกกระบวนการคิด ควรจัดให้เป็นการบูรณาการสู่สาระการเรียนรู้อื่นทั้งในด้านเนื้อหาและการประเมินผล จะเป็นการทำงานที่ไม่ซับซ้อน เป็นการสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งเดียวแต่สามารถตอบคำถามประเด็นจากหลายวิชา อย่างน้อยในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายควรมีการบูรณาการ 2 รายวิชาขึ้นไป

8. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ จะสร้างศักยภาพให้แก่ผู้เรียนที่สนใจใฝ่รู้เรื่องนั้นได้เป็นอย่างดี ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องของตนเองศึกษาอย่างถ่องแท้ ลึกซึ้ง และจดจำได้นานกว่าการบอกความรู้ของผู้สอน แต่ในวัฒนธรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนไทยยังคุ้นเคยกับวิธีการเรียนแบบเดิม ๆ ที่ให้ผู้สอนบอกความรู้ ดังนั้นการสร้างวัฒนธรรมในการเรียนรู้แบบใหม่นี้จะเริ่มใช้ในระดับชั้นประถมศึกษา เพื่อเป็นการวางรากฐานก่อน โดยสร้างทักษะที่จำเป็น โดยเฉพาะการสืบค้นข้อมูล ซึ่งผู้สอนและผู้บริหารต้องมีส่วนในการจัดบรรยากาศและแหล่งเรียนรู้ให้เพียงพอแก่ผู้เรียนโดยไม่ส่งผลกระทบต่อผู้เรียนด้านเศรษฐกิจมากเกินไป

9. การจัดการเรียนรู้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องหารือวางแผนการจัดกิจกรรมนำเสนอขอความเห็นชอบจากผู้บริหารโรงเรียน ฝ่ายวิชาการ ผู้ปกครองและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะมีความแตกต่างจากการสอนโดยใช้เทคนิคอื่น นั่นคือ ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์เดิม เชื่อมโยงไปสู่สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร ผู้เรียนจะไม่เปิดหนังสือตำราแบบเรียนแบบเรียงไปที่ละหน้า เมื่อใดที่มีปัญหาและผู้เรียนอยากเรียนรู้ในเรื่องใด ผู้เรียนจะต้องค้นคว้าจากหนังสือจำนวนมากเพื่อหาคำตอบในเรื่องที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งแหล่งความรู้ไม่ได้จำกัดเฉพาะในหนังสือแบบเรียน แต่เป็นเอกสารทุกเรื่องไม่ว่าจะเป็นหนังสือพิมพ์ วารสาร บทความ สารานุกรม เอกสารงานวิชาการ อินเทอร์เน็ต รวมไปถึงการเรียนรู้จากผู้ปกครอง ช่างบ้านหรือแม้แต่แหล่งเรียนรู้ที่เป็นสถานที่ต่าง ๆ หน่วยงานราชการในพื้นที่ จึงสรุปได้ว่าการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการสอนให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับทุกอย่างรอบตัว และสิ่งแวดล้อมรอบข้างของผู้เรียนจะเป็นผู้สอนของเขาโดยธรรมชาติ

10. ควรมีการสรุปหลังการปฏิบัติกิจกรรมทุกครั้ง เพื่อถ่วงถ่วงการสร้างองค์ความรู้ให้ความรู้ที่ถูกต้องแก่ผู้เรียน โดยผู้สอนอาจช่วยผู้เรียนสรุปหรือเพิ่มเติมแก้ไขให้สมบูรณ์

บทบาทของผู้เรียน

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

จากบทบาทของผู้เรียนและผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้ บอกถึงความสนใจ ความถนัด ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ตนมีให้กับผู้สอนเพื่อรับทราบ และแสดงความคิดเห็นในการคัดเลือกกิจกรรมการเรียนรู้และการสร้างปัญหาในการเรียนรู้
2. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเองตามขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
3. ผู้เรียนต้องพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง
4. ผู้เรียนเป็นผู้ประเมินผลร่วมกับครู ประเมินผลตนเองเพื่อทราบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ประเมินผลผู้สอนเพื่อสะท้อนให้ผู้สอนได้รับทราบแล้วนำไปปรับปรุง

บทบาทของผู้สอน

1. เป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ พิจารณาเลือกเนื้อหาสาระความรู้ ทักษะที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ รวมถึงออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้
2. สร้างปัญหาที่ใช้เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน
3. เป็นผู้แนะนำ อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ใช้คำถามในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ในขณะที่เรียนรู้ผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดมากที่สุด ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
4. เป็นผู้ประเมินผลรวมทั้งการประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ ประเมินผลผู้เรียนทั้งในด้านทักษะและด้านความรู้ และประเมินผลตนเอง

1.7 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในชั้นเรียนแบบเดิมจะใช้การประเมินผลเพื่อชี้วัดความสามารถและแบ่งชั้นความสามารถของนักเรียนมากกว่าที่จะประเมินเพื่อการแก้ปัญหการเรียนรู้ของนักเรียน และวิธีการประเมินจะประเมินจากการทดสอบหรือจากผลงานที่นักเรียนทำ เพื่อวัดว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไร ระดับใด ผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่าน แต่การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองเป็นเป้าหมายของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งได้กำหนดไว้ว่า “ความรับผิดชอบหลักของผู้เรียนคือ กิจกรรมการวางแผน การดำเนินการตามแผน และการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง” ดังนั้นเครื่องมือในการประเมินผลที่

ใช้จึงต้องประเมินพัฒนาการของผู้เรียนโดยสอดคล้องกับหลักการทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานด้วย (พวงรัตน์ บุญญารักษ์. 2544: 123; อ้างอิงจาก Brockett. 1983: Unpage)

การประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้เสนอวิธีไว้ดังนี้

ดีไลเชิล (Delisle. 1997: 37-47) ได้กล่าวว่า การประเมินผลจะต้องบูรณาการตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ ความสามารถและผลงานที่นักเรียนแสดงออกมาเข้าด้วยกัน โดยได้เสนอว่าการประเมินควรกระทำทั้ง 3 ส่วน คือ การประเมินผลนักเรียน การประเมินผลตนเองของครู และการประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ โดยในแต่ละการประเมินผลนักเรียนจะมีส่วนร่วมด้วยและการประเมินผลจะดำเนินไปตลอดเวลาของการเรียนรู้ คือตั้งแต่สร้างปัญหาจนถึงรายงานการแก้ปัญหาที่ ซึ่งมีการละเอียดดังนี้

1. การประเมินผลนักเรียน การประเมินผลความสามารถของนักเรียนจะเริ่มตั้งแต่วันที่แรกของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จนกระทั่งวันสุดท้ายที่ได้เสนอผลออกมา ครูจะใช้ขั้นตอนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการติดตามความสามารถของนักเรียน ซึ่งพิจารณาทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และการทำงานกลุ่ม

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

2. การประเมินผลปัญหา ในขณะที่นักเรียนประเมินผลตนเอง และครูทำการประเมินผลนักเรียนและตนเอง ก็ควรทำการประเมินผลปัญหาเพื่อดูความมีประสิทธิภาพของปัญหาในการจัดการเรียนการสอนด้วย

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

1. การประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ไม่ประเมินผลด้วยการสอนเพียงอย่างเดียว และไม่ควรประเมินผลแค่ตอนจบบทเรียนเท่านั้น

2. ประเมินผลจากสภาพจริง โดยให้มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนที่สามารถเจอในชีวิตประจำวัน

3. ประเมินผลที่ความสามารถที่แสดงออกมาหรือจากการทำงาน ที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความคิดรวบยอด

จากการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้นในการประเมินนั้น ควรจะแต่งตั้งแต่เริ่มแรกของการเรียนการสอน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การประเมินผลผู้เรียน ผู้สอนทำการประเมินผู้เรียนทั้งในด้านของความรู้ ทักษะ และการทำงานกลุ่ม
2. การประเมินผลของตัวผู้สอนเอง เพื่อเป็นการสะท้อนตัวผู้สอนเองว่าผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้หรือไม่จากการจัดกิจกรรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเพื่อเป็นการปรับปรุงในการเรียนการสอนครั้งต่อไป
3. การประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อดูว่าเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่ และปัญหานั้นทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือไม่
4. ใช้วิธีการในการประเมินที่หลากหลาย และประเมินผู้เรียนตั้งแต่เริ่มแรกจนจบบทเรียน
5. ประเมินผลตามสภาพจริง

1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

งานวิจัยต่างประเทศ

เอลเซฟเฟ (Elshafei, 1998: Online) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนแบบปกติในวิชาฟิสิกส์คณิต 2 โดยได้ทำการวิจัยกึ่งทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในรัฐแอตแลนตา จำนวน 15 ห้องเรียน 342 คน แบ่งเป็นห้องเรียนแบบปกติ 8 ห้อง และเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ห้อง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหาและสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

แม็คคาร์ธี (McCarthy, 2001: Online) ได้ทำการทดลองสอนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดเรื่องทศนิยม โดยทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 12 กลุ่มเล็ก ๆ ในเวลา 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 45 นาที โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วในตัว of นักเรียน และมีการวิเคราะห์ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร จากหลักฐานการบันทึกวิดีโอได้ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่ได้พยายามหาวิธีแก้ปัญหา โดยนักเรียนใช้ภาษาพูดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้เกี่ยวกับทศนิยมที่ตัวนักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว และความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับทศนิยมอย่างถูกต้อง

งานวิจัยในประเทศ

ยુรวัฒน์ คล้ายมงคล (2545: 87-89) ได้ทำการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่สองเป็นการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อทดสอบกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยในขั้นแรกสรุปได้ว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) การเตรียมปัญหา 2) การสร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา 3) การสร้างกรอบการศึกษา 4) ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย 5) ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา 6) การสร้างผลงาน 7) ประเมินผลการเรียนรู้ และผลการวิจัยในขั้นที่สองพบว่าคะแนนเฉลี่ยสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ในส่วนทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนหลังเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ราตรี เกตุบุตรตา (2546: 96-98) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 35 คน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 82) ได้สร้างชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

เมธาวี พิมพันธ์ (2549: 85) ได้สร้างชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 16 คน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิวด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

พิจิตร อุตะปะโปน (2550: 77) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการอาสาสมัคร จำนวน 16 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ด้วยชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการเชื่อมโยง ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน ซึ่งผู้สอนอาจจัดการเรียนรู้ในรูปของชุดการเรียนรู้การสอน หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนานักเรียนในด้านต่าง ๆ ที่กล่าวมา จากการศึกษาวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

บรังคา (ชัยรัตน์ สุล่านาจ. 2547: 6; อ้างอิงจาก Branca. 1980: 3 – 8) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem Solving as a Goal) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นเหตุผลหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นในการแก้ปัญหาจึงเป็นอิสระจากคำถามหรือปัญหาเฉพาะเจาะจงใด ๆ หรือวิธีการและเนื้อหาสาระใด ๆ

2. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process) สิ่งที่สำคัญเมื่อการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ คือ วิธีการ ยุทธวิธี หรือเทคนิคเฉพาะต่าง ๆ ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ กระบวนการแก้ปัญหาเหล่านี้จึงเป็นสาระสำคัญและเป็นเป้าหมายหลักของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาในฐานะเป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill) เมื่อการแก้ปัญหาจัดเป็นทักษะพื้นฐาน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะของโจทย์ปัญหา แบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ควรรู้ จุดเน้นอยู่ที่

สาระสำคัญของการแก้ปัญหาที่ทุกคนต้องเรียนรู้ การเลือกปัญหาและเทคนิควิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้น

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 52) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือ ชิ้นงานที่ทำโดยยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ในการหาคำตอบนักเรียนจะต้องใช้ประโยชน์ จากความรู้ที่มีอยู่เหล่านั้นเพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อที่จะ พัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายในการหาคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการของการกระทำให้ได้มาของคำตอบ นักเรียนจะต้องหาโอกาส ฝึกฝนอยู่เป็นประจำ รวมทั้งได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนแนวคิดในการแก้ปัญหานั้นออกมาด้วย ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนอนุบาลถึงเกรด 12 ดังนี้

1. สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากปัญหาต่าง ๆ
2. การแก้ปัญหานั้นได้บังเกิดขึ้นในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ
3. ประยุกต์และดัดแปลงยุทธวิธีอย่างหลากหลายในการแก้ปัญหา
4. ควบคุมและพิจารณากระบวนการการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ดอสเซย์; และคนอื่น ๆ (Dossey; et al. 2002: 72) กล่าวว่า การแก้ปัญหา คือกระบวนการ โดยให้ตอบคำถามหรือการจัดการกับสถานการณ์ ปัญหาที่ยากและน่าเบื่อ สำหรับบุคคลหนึ่งอาจ เป็นเรื่องปกติและการคำนวณที่คล่องแคล่วสำหรับอีกบุคคลหนึ่ง กระบวนการแก้ปัญหาจึงต้องใช้ การสร้างองค์ความรู้ตามวิถีทางใหม่ ๆ หรือที่แตกต่างจากเดิม ใช้หลักในการวางแผนหรือยุทธวิธีที่ จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ และการได้มาซึ่งความรู้ใหม่ที่เป็นไปได้เกี่ยวกับสถานการณ์นั้น ๆ กระบวนการนี้อาจจะยุ่งยากซับซ้อนขึ้นเมื่อมีการต้องการสร้างการเชื่อมโยง ซึ่งนักเรียนจะได้ ประสบการณ์จากกระบวนการนี้และสามารถพัฒนายุทธวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2539: 122) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่ต้องการ อาศัยสติปัญญา ความรู้ ความเข้าใจ ความคิดแบบวิเคราะห์ ความพร้อมในการที่จะคิดแก้ปัญหาทำ ให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ ทั้งด้านเนื้อหาและวิธีการ เป็นทักษะที่สำคัญที่จะต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัว ผู้เรียน โดยใช้ประสบการณ์เดิมทั้งทางตรงและทางอ้อม และการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่าง เหมาะสม มาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ และ กระบวนการแก้ปัญหา เป็นการดำเนินการที่มีแบบแผนและขั้นตอน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2541: 103) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง การคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องราวที่สร้างความชำนาญ ความยุ่งยากสับสน ความวิตกกังวล และหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาให้หมดไปอย่างมี ขั้นตอน

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 103) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือ คำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งต้องการหาคำตอบ คำตอบที่ได้จะเกี่ยวข้องกับปริมาณด้วยปัญหา ทางคณิตศาสตร์มีมากมายหลายชนิด เช่นปัญหาที่ปรากฏในหนังสือ ปัญหาที่พบในหนังสือทั่ว ๆ ไป ปัญหาให้ค้นหา ปัญหาให้พิสูจน์

มยุรี บุญเยี่ยม (2545: 32) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการทางสมองอย่างหนึ่ง ที่มีความยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งผู้แก้ปัญหามองจะต้องใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ ต่าง ๆ ประมวลเข้ากับส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการหรือบรรลุมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

สิริพร ทิพย์คง (2545: 112) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ปัญหาของคน ๆ หนึ่งอาจจะไม่ใช่ปัญหาของอีกคนหนึ่ง ในการแก้ปัญหามองจะต้องมีการวางแผนการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ การกำหนดสารสนเทศที่ต้องการเพิ่มเติม มีการแสดงความคิดเห็นเสนอแนะแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และทดสอบการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป การแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

นันทกัญญา เจริญเกียรติบวร (2547: 32) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือคำถาม ที่ผู้แก้ปัญหามองต้องค้นคว้าหาวิธีการมาแก้ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบโดยไม่มีกระบวนการหรือวิธีการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการ การใช้ความรู้ประสบการณ์และการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหามองอย่างเหมาะสม

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถและความชำนาญในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ทางสมอง ประสบการณ์ การเข้าใจปัญหา ตลอดจนความพยายามในการคิดค้นหาคำตอบ เพื่อให้ได้คำตอบ โดยการนำความรู้ ทักษะรวมถึงวิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบเมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาให้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนและจะต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

2.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

จากความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ข้างต้น ได้มีผู้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

รัสเซล (Russel. 1961: 255) แบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ปัญหาที่มีรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่มีปรากฏอยู่ในแบบเรียน และหนังสือทั่วไป
2. ปัญหาที่ไม่มีรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่พบทั่ว ๆ ไป ในชีวิตประจำวัน

ครูลิค และ เรย์ (Krulik; & Reys. 1980: 24) ได้แบ่งปัญหาไว้ ดังนี้

1. ปัญหาที่เป็นความรู้ความจำ
2. ปัญหาทางด้านพีชคณิต
3. ปัญหาที่เป็นการประยุกต์ใช้
4. ปัญหาที่ไม่สมบูรณ์ หรือ ให้ค้นหาส่วนที่หายไป
5. ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

ชาร์ล และ เลสเตอร์ (Charles; & Lester. 1982: 6-10) ได้จำแนกประเภทของปัญหาและเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหาแต่ละประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธีและการคำนวณเบื้องต้น
2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple translation problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้มีความเข้าใจมโนคติทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดคำนวณ
3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex translation problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่ายแต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอน หรือมากกว่า 2 การดำเนินการ
4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเป็นการพัฒนายุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ
5. ปัญหาการประยุกต์ (Applied problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวม และการแทนข้อมูล และต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ มโนคติและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง
6. ปัญหาปริศนา (Puzzle problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่มไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาและเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง

โพลยา (Polya. 1985: 123-127) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข
2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่จะต้องพิสูจน์

เรย์ ซูยดัม และลินด์ควิสต์ (Reys, Suysdam and Lindquist. 1992: 29) แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาแปลกใหม่ (Non routine Problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ใน การแก้ปัญหา แฮทฟิลด์ เอ็ดเวิร์ดส์ และบิทเทอร์ (Hatfield, Edwards; & Bitter. 1993: 37) แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นได้หลายคำตอบปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ
2. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นตอนสุดท้ายของการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีวิธีแก้ได้หลากหลายวิธี
3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided discovery) เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะ (Clues) และคำชี้แจงในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนอาจไม่ต้องค้นหาหรือ ไม่ต้องกังวลในการหาคำตอบ

นอกจากนี้ ยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของปัญหาดังนี้

บาร์ดูดี (Baroody. 1993: 260-261) แบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภท สรุปได้ ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาค้นเคยในวิธีการ ในโครงสร้างของปัญหา อาจเคยพบด้วยตนเองมาก่อน และการหาคำตอบที่จะมุ่งเน้นการฝึกทักษะใดทักษะหนึ่ง
2. ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหจะต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา วิธีการหาคำตอบอาจมีได้หลายวิธีการ คำตอบก็อาจจะมากกว่าหนึ่งคำตอบ

ปรีชา เหนี่ยวเย็นผล (2537: 62-63) กล่าวถึงประเภทของปัญหาพอสรุปได้ ดังนี้

1. การแบ่งประเภทของปัญหา โดยการพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ทำให้สามารถแบ่งปัญหาได้เป็น 2 ประเภท คือ
 - 1.1 ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่ให้ค้นพบคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือหาวิธีการ คำอธิบาย พร้อมให้เหตุผล
 - 1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ
2. การแบ่งประเภทของปัญหา โดยการพิจารณาจากผู้แก้ปัญหา และความซับซ้อนของปัญหา ทำให้สามารถแบ่งปัญหาได้ 2 ประเภท คือ
 - 2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้าง และวิธีการในการแก้ปัญหา
 - 2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองประมวลความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์แบ่งได้ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา คือ ปัญหาที่ไม่ซับซ้อน ใช้ความรู้ความจำ ความเข้าใจในการ

แก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีในการแก้ปัญหา

2. ปัญหาไม่ธรรมดา คือ ปัญหาที่มีความซับซ้อน ผู้แก้จะต้องบูรณาการความรู้หลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกันในการหาวิธีแก้ปัญหา วิธีการหาคำตอบอาจมีได้หลายวิธีการ และคำตอบก็อาจจะมีมากกว่าหนึ่งคำตอบ

2.3 องค์ประกอบที่ส่งเสริมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ส่งเสริมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

โพลยา (Polya. 1957: 225) ได้กล่าวถึง สิ่งที่มีสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือความรู้ลึกเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของปัญหา ความเป็นไปได้ของคำตอบและกลวิธีต่างๆ เช่น การลองผิดลองถูก เป็นต้น

ไคลด์ (Clyde. 1967: 112) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ดังนี้

1. วุฒิภาวะและประสบการณ์จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น
2. ความสามารถในการอ่าน
3. สติปัญญา

ออสซูเบล (Ausubel. 1968: 538) ได้กล่าวว่า “ในการแก้ปัญหาโดยทั่วไปนั้นต้องใช้ องค์ประกอบหลายอย่าง เช่น สติปัญญาและองค์ประกอบทางการคิด เช่น ความยืดหยุ่นทางการคิด การรวบรวมความคิด ความตั้งใจ”

สเตอร์นเบิร์ก (Sternberg. 1986: 41-78) ได้กล่าวถึงกระบวนการประมวลผลข้อมูลอย่าง สมบูรณ์แบบ (Executive Information Processing) ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาสติปัญญาในการวางแผน การตรวจสอบ และการประเมินการแก้ปัญหา ตลอดจนการปฏิบัติที่เรียกว่า Metacomponents วิธีการนี้สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี โดยสเตอร์นเบิร์ก เสนอแนะไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การนิยามธรรมชาติของปัญหา เป็นการทบทวนปัญหาเพื่อทำความเข้าใจ จากนั้นเป็นการตั้งเป้าหมาย และนิยามปัญหา เพื่อที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้
2. การเลือกองค์ประกอบ หรือขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดขั้นตอน ให้แต่ละขั้นตอนมีขนาดที่เหมาะสม ไม่กว้างเกินไป หรือไม่แคบเกินไป ชั้นแรกควรเป็นขั้นตอนที่ง่ายไว้ก่อน เพื่อเป็นการเริ่มต้นที่ดี ก่อนที่จะกำหนดขั้นตอนต่อไป ควรจะพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนให้ถี่ถ้วนก่อน
3. การเลือกยุทธวิธีในการจัดลำดับองค์ประกอบในการแก้ปัญหา ต้องแน่ใจว่า การเรียงลำดับขั้นตอนเป็นไปตามลักษณะธรรมชาติ หรือหลักเหตุผลที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ
4. การเลือกตัวแทนทางความคิดเกี่ยวกับข้อมูลของปัญหา ซึ่งต้องทราบรูปแบบ ความสามารถของตน ใช้ตัวแทนทางความคิดในรูปแบบต่างๆ จากความสามารถที่มีอยู่ ตลอดจนการใช้ตัวแทนจากภายนอกมาเพิ่มเติม

5. การกำหนดแหล่งข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ จะต้องมีการทุ่มเทเวลาให้กับการวางแผนอย่างรอบคอบ ใช้ความรู้ที่มีอยู่อย่างเต็มที่ในการวางแผน และการกำหนดแหล่งข้อมูลที่จะนำมาใช้ประโยชน์ มีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงแผนและแหล่งข้อมูล เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ในการแก้ปัญหา และแสวงหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์แหล่งใหม่ๆ อยู่เสมอ

6. การตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา ว่าเป็นวิธีการที่นำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้หรือไม่
ครูลีค (Krulik. 1987: 45-46) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาต่างๆ ไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ตรงจุด (Heuristic) โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การอ่านโจทย์ (Read) ประกอบด้วย การบันทึกคำสำคัญจากโจทย์ การอธิบายปัญหาการทวนปัญหาด้วยคำพูดของตนเอง บอกว่าโจทย์ไม่มีอะไร และบอกว่าโจทย์กำหนดข้อมูลใดมาให้บ้าง

2. การสำรวจรายละเอียดของปัญหา (Explore) ประกอบด้วย การจัดระบบข้อมูล การบอกว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ การบอกว่าข้อมูลมากเกินไปหรือไม่ การวาดรูป หรือไดอะแกรม และการเขียนแผนภูมิ หรือตาราง

3. การเลือกยุทธวิธี (Select a Strategy) ประกอบด้วย การระลึกรูปแบบ การทำงานย้อนกลับ การคาดคะเน และการตรวจสอบ การสร้างสถานการณ์ หรือการทดลอง การเขียนโครงสร้างในการจัดระบบ หรือรายการที่จะช่วยในการแก้ปัญหา การอนุมานทางตรรกศาสตร์ และการแบ่งปัญหาออกเป็นตอนๆ เพื่อเตรียมการแก้ปัญหา

4. การลงมือแก้ปัญหา (Solve) ประกอบด้วย การดำเนินการตามแผน การใช้ทักษะการคำนวณ การใช้ทักษะทางเรขาคณิต การใช้ทักษะทางพีชคณิต และการใช้ตรรกศาสตร์เบื้องต้น

5. การพิจารณาคำตอบ และการขยายผล (Review and Extend) ประกอบด้วย การทบทวนคำตอบ การพิจารณาข้อความปัญหาบางตอนที่น่าสนใจ การใช้คำถาม ถ้า...แล้ว (if ...then) และการอภิปรายการแก้ปัญหา

ไฮเมอร์ และทรูบลัด (Heimer; & Trueblood. 1997: 30 - 32) ได้กล่าวว่าองค์ประกอบที่สำคัญบางประการที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับภาษาหรือคำพูด สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ
2. ความสามารถในการคำนวณ
3. ความสามารถในการรวบรวมความรู้รอบตัว
4. ความสามารถในการรับรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้มา
5. ความสามารถในการให้เหตุผลสำหรับคำตอบที่ตั้งจุดมุ่งหมายไว้
6. ความสามารถในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป

8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

สุวรร กาญจนมยุร (2542: 3-4) กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

1. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับภาษา ได้แก่ คำและความหมายของคำต่างๆ ที่อยู่ในโจทย์ปัญหาแต่ละข้อมีความหมายอย่างไร
 2. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจ เป็นขั้นตีความและแปลความจากข้อความทั้งหมดของโจทย์ปัญหาออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่นำไปสู่การหาคำตอบด้วยวิธีการบวกลบคูณและหาร ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดได้ด้วยตนเอง
 3. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ ขั้นนี้นักเรียนจะต้องมีทักษะในการบวกลบคูณและหาร ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ
 4. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการแสดงวิธีทำ ครูผู้สอนต้องให้นักเรียนฝึกการอ่าน ย่อความจากโจทย์แต่ละตอน โดยเขียนสั้นๆ รัดกุมและมีความชัดเจนตามโจทย์
 5. องค์ประกอบในการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ผู้สอนจะต้องเริ่มฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทุกคนจากง่ายไปหายาก กล่าวคือเริ่มฝึกทักษะตามตัวอย่างหรือเลียนแบบตัวอย่างที่ครูผู้สอนทำให้ดูก่อน จึงไปฝึกทักษะการแปลความและฝึกทักษะจากหนังสือเรียนต่อไป
- จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่าองค์ประกอบที่ส่งเสริมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มี 2 ประการ คือ

6. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับผู้แก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวกับความสามารถในการศึกษาปัญหา แล้วตีความปัญหา แปลงปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง จัดลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์หารูปแบบและข้อสรุปในการแก้ปัญหา

7. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม มีบรรยากาศที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

2.4 ขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ โพลยา (Polya. 1957: 16-17) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

เป็นการมองไปที่ตัวปัญหาพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน

เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการใด จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างไร ปัญหาที่ให้ความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็น

ขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาจะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ แล้วกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

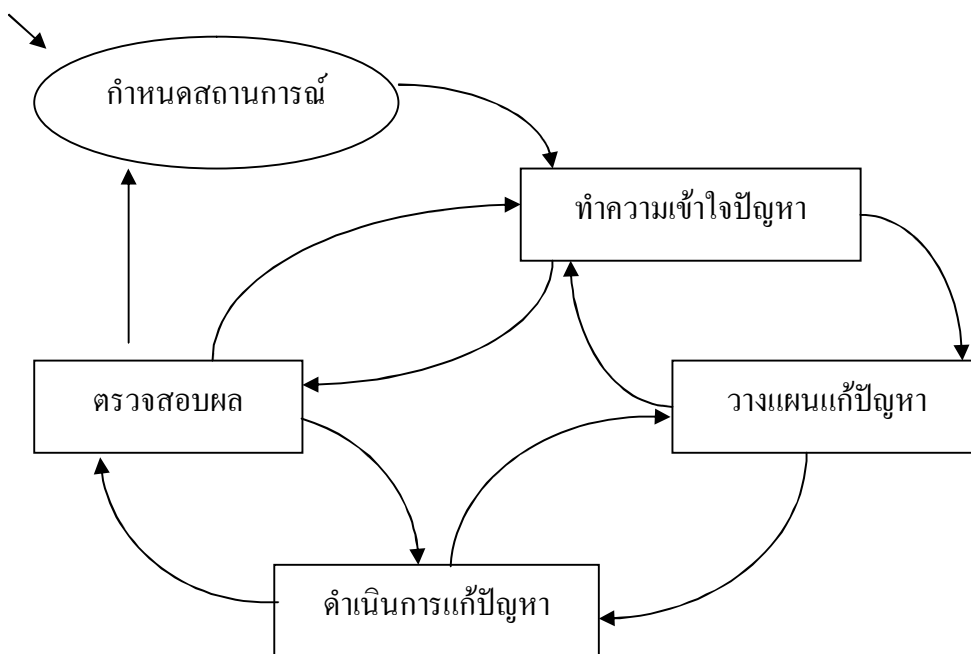
ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

เป็นขั้นตอนที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยเริ่มตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาและมีวิธีการแก้ปัญหาอื่นอีกหรือไม่

วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์ (Wilson, Fernandez and Hadaway. 1993: 60-62)



ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

ที่มา : Wilson, Fernandez ; & Hadaway. (1993: 62) p.62.

ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (2537: 43-45) ได้วิเคราะห์กระบวนการในการคิดแก้ปัญหา และสรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหาจากโจทย์
 - 1.1 การบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้
 - 1.2 การบอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา

- 1.3 การบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา
- 1.4 การระบุคำที่ยากต่อการเข้าใจ
2. การสร้างตัวแทนปัญหา
 - 2.1 การวาดรูป แสดงข้อมูลต่างๆ ที่โจทย์กำหนด
 - 2.2 การสร้างแผนภูมิ หรือแผนภาพ
 - 2.3 การเขียนสัญลักษณ์ต่างๆ แทนข้อความในโจทย์
 - 2.4 การแปลงโจทย์ให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์
 - 2.5 การจัดระบบข้อมูลใหม่
3. การวางแผนในการแก้ปัญหา
 - 3.1 การระบุเงื่อนไขจากโจทย์
 - 3.2 การแบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหา
 - 3.3 การเลือกขั้นตอนในการทำงาน
 - 3.4 การจัดลำดับขั้นตอน
 - 3.5 การระบุว่าปัญหาเกี่ยวข้องกับการใช้สูตร กฎ หรือหลักเกณฑ์เรื่องใด
4. การลงมือแก้ปัญหา
 - 4.1 การดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้
 - 4.2 การใช้ทักษะด้านพีชคณิต และเรขาคณิต
 - 4.3 การระบุเหตุผลในการคำนวณ
 - 4.4 การใช้กฎเกณฑ์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ
5. การตรวจสอบการแก้ปัญหา
 - 5.1 การตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา
 - 5.2 การทบทวนคำตอบโดยพิจารณาจากการคิดคำนวณ
 - 5.3 การตรวจสอบคำตอบว่าตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่
 - 5.4 การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ
 - 5.5 การทบทวนคำตอบจากการประมาณค่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 191-192) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

ในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนก่อน แล้วจึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน มีดังนี้

- ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา หรือวิเคราะห์ปัญหา
- ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ หรือมองย้อนกลับ

ในกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนนี้ยังอาศัยทักษะอื่นๆ ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา หรือวิเคราะห์ปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกหลายประการ เช่น ทักษะการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษาซึ่งผู้เรียนควรแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้และโจทย์ต้องการให้หาอะไร หรือพิสูจน์ข้อความใด

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้หลักการหรือทฤษฎีที่เรารู้มาแล้ว ทักษะในการเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม เช่น เลือกใช้การเขียนรูป หรือแผนภาพ ตาราง การสังเกตหาแบบรูปหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น ในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่า คาดการณ์ หรือคาดคะเนคำตอบประกอบด้วย ผู้สอนจะต้องหาวิธีฝึกวิเคราะห์แนวคิดในขั้นนี้ให้มาก

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ หรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะในการคำนวณ การประมาณ คำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่หาได้โดยอาศัยความรู้สึกเชิงจำนวน (number sense) หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิ (spatial sense) ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหา

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามอะไร อะไรเป็นสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

2. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด จะแก้ปัญหายังไง เป็นการนำความรู้หรือหลักการต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนตรวจสอบผลลัพธ์และความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหา

2.5 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ในด้านยุทธวิธีของการแก้ปัญหาได้มีผู้ที่เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาไว้หลายท่านด้วยกัน ได้แก่

แคโรล กรีนส์และคณะ (ยุพิน พิพิธกุล. 2530: 134-135 ; อ้างอิงจาก Carole Greens and Others. : 1972: 67; Problem Solving in The Mathematics Laboratory) ได้กล่าวถึงวิธีการในการแก้ปัญหาว่าอาจจะใช้กลวิธีหลายๆ อย่าง จึงจะแก้ปัญหาก็ได้ กลวิธีต่างๆ มีดังนี้

1. วิธีการคาดคะเนหรือเดาคำตอบไว้ล่วงหน้า ลองเดาดูเสียก่อนเพื่อจะได้หาสิ่งที่จะต้องอ้างอิงต่อไป

2. การทำให้เป็นตัวอย่างง่าย ๆ มี 2 แบบ คือ

2.1 ทำโจทย์ให้เป็นกรณีที่ย่างๆ เท่าที่จะทำได้แล้วลองหารูปและความสัมพันธ์เพื่อขยายไปเป็นโจทย์เดิมที่ซับซ้อนขึ้น

2.2 แยกแยะโจทย์เดิม วิเคราะห์ปัญหาย่อยๆ แล้วรวบรวมผลเข้าสู่ปัญหาเดิม

3. การทดลอง ใช้การทดลองเพื่อแก้ปัญหา เช่น การโยนลูกเต๋า การสร้างรูป การวัด การคำนวณ ฯลฯ คอยสังเกตดูว่าผลจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร เป็นการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลพิจารณา

4. การสร้างแผนภาพ ช่วยทำให้ปัญหาเป็นรูปธรรมที่เห็นได้ชัดเจน ซึ่งทำให้มองเห็นแนวทางในการคิด ช่วยในการหาคำตอบได้

5. การทำตารางเก็บข้อมูลจากโจทย์ปัญหา การทำตารางจะช่วยให้มองเห็นข้อที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน เห็นรูปแบบได้ชัดเจน อันจะนำไปสู่การสรุปการแก้ปัญหาได้

6. การเขียนกราฟ กราฟเป็นสิ่งที่แทนข้อมูลต่างๆ ช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล เห็นแนวทางของสิ่งที่น่าจะเป็นไปได้

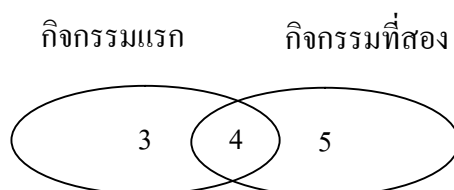
เคนเนดี (Kennedy.1984: 82) ได้ให้ความคิดเห็นในเรื่องยุทธวิธีในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

8. การหารูปแบบ

เป็นการจัดระบบของข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดและจัดเป็นรูปแบบทั่วไปในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจเป็นรูปแบบของจำนวนหรือรูปแบบของรูปเรขาคณิต เช่น การหารูปทั่วไปของจำนวนสามเหลี่ยม (Triangular Number)

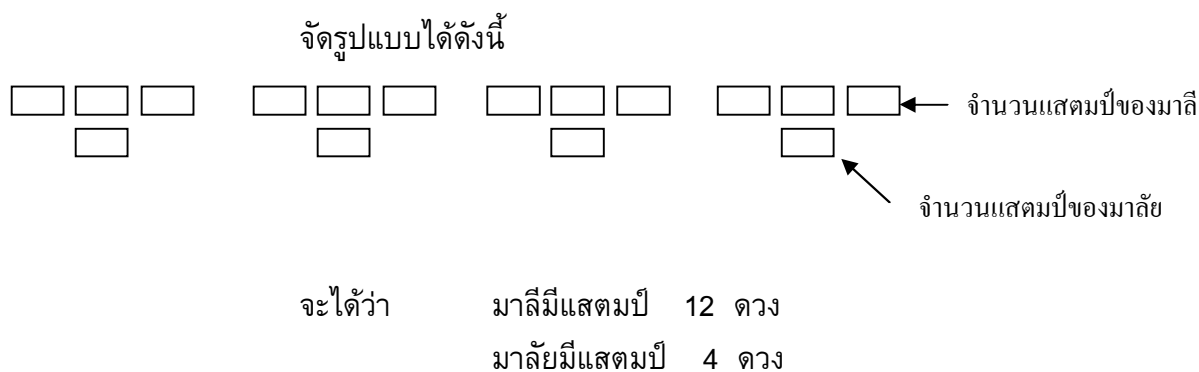
9. เขียนแผนผังหรือภาพประกอบ

เป็นการเขียนแผนผังหรือภาพต่างๆ ของสถานการณ์ปัญหา เพื่อช่วยให้เห็นความสัมพันธ์และแนวทางในการหาคำตอบ เช่น กำหนดปัญหา “ครูมานะต้องการจัดนักเรียน 12 คน ทำกิจกรรม 2 อย่างโดยมีเงื่อนไขว่าให้นักเรียนทำกิจกรรมแรกจำนวน 3 คน และทำกิจกรรมแต่ละอย่าง” เขียนแผนภาพแทนสถานการณ์ปัญหาข้างต้นได้ดังนี้



10. สร้างรูปแบบ

เป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่คล้ายกับการเขียนแผนภาพ แต่มีประโยชน์ดีกว่าตรงที่นักเรียนสามารถเคลื่อนสิ่งที่นำมาจัดรูปแบบได้ เช่น เมื่อกำหนดปัญหา “มาลีมีแสตมป์เป็นสามเท่าของมาลัย ถ้ามาลัยมีแสตมป์มากกว่าที่มีอยู่เดิม 8 ดวง เขาทั้งสองจะมีแสตมป์เท่ากัน จงหาว่ามาลีมีแสตมป์กี่ดวง”



2. การสร้างตารางหรือกราฟ

การจัดข้อมูลลงในตารางเป็นการนำเสนอข้อมูลที่ง่ายและนำไปสู่การค้นพบรูปแบบและข้อชี้แนะอื่น ๆ

5. การเดาและตรวจสอบ

เป็นการหาคำตอบของปัญหาจากสามัญสำนึก ผู้แก้ปัญหาคาดเดาแล้วตรวจสอบ ถ้าไม่ได้คำตอบก็เปลี่ยนการเดาและตรวจสอบอีกครั้งจนกระทั่งได้คำตอบของปัญหา การเดาและการตรวจสอบเป็นวิธีการที่ง่าย แต่อาจใช้เวลามากกว่าวิธีอื่น ๆ

6. การแจกแจงที่เป็นไปได้

เป็นการแจกแจงที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา ใช้ได้ดีในกรณีที่มีจำนวนที่เป็นไปได้ที่แน่นอน มักจะใช้ตารางช่วยในการแจกแจง

7. เขียนประโยคทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงสถานการณ์ของปัญหา มีเป้าหมาย 2 ประการ คือเป็นการแสดงความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและเป็นการแสดงให้รู้ว่าต้องคิดคำนวณอย่างไรในการแก้ปัญหา นักเรียนที่เขียนประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องแสดงว่าเข้าใจปัญหานั้นและนำไปสู่การดำเนินการหาคำตอบได้ถูกต้อง

8. การดำเนินการแบบย้อนกลับ

ยุทธวิธีนี้เริ่มจากข้อมูลที่ได้รับจากขั้นตอนสุดท้าย แล้วทำย้อนขั้นตอนกลับสู่ข้อความสำคัญที่กำหนดเริ่มต้น ใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

9. ระบบข้อมูลที่ต้องการและข้อมูลที่กำหนดให้

10. การแบ่งปันเป็นปัญหาย่อยๆ หรือเปลี่ยนมุมมองของปัญหา

บางปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือมีหลายขั้นตอน เพื่อความสะดวกอาจแบ่งปัญหาให้เป็นปัญหาที่เล็กลงเพื่อง่ายต่อการหาคำตอบ แล้วนำผลการแก้ปัญหาย่อยๆ นี้ไปตอบปัญหาที่กำหนดหรือบางปัญหาอาจต้องใช้การคิดและเปลี่ยนมุมมองที่ต่างไปจากที่คุ้นเคยที่ต้องทำตามขั้นตอนที่ละขั้น

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 64) ได้เสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

วิธีการแก้ปัญหาที่มีความน่าสนใจในเรื่องกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการพัฒนาวิธีการแก้ไขสิ่งที่ไม่รู้ ดังนั้นนักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องมี “กระบวนการทางคณิตศาสตร์” คงจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ด้วยความระมัดระวังในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ และใช้คุณสมบัติที่เหมาะสมในการกำหนดปัญหาบนสถานการณ์พื้นฐานที่เขาพบ ตัวอย่างเช่น เด็กน้อยคนหนึ่งรู้สึกประหลาดใจเมื่อเขาคิดว่า จะต้องใช้เวลานานเท่าไรในการนับเลขจากหนึ่งถึงล้าน

การแก้ปัญหาที่ดีเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกจะทำให้ความรู้ของเขามั่นคงและเพิ่มพูนโดยจะกระตุ้นให้เกิดความสนใจที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ซึ่งความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ทั้งหลายนั้นสามารถที่จะเกิดขึ้นได้โดยผ่านทางปัญหาพื้นฐานและจากมวลประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนหรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสนใจที่จะหาสูตรทำพังก์ (punch) ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างน้ำกับน้ำตาล เพื่อให้มีรสผลไม้มากขึ้น ซึ่งนักเรียนพยายามคิดวิธีที่แตกต่างกัน ถึงตอนนี้ครูช่วยให้นักเรียนเกิดการใช้ทักษะสัมพันธ์ร่วมกัน การกระทำดังนี้เป็นความสำคัญอันดับแรกที่จะนำไปสู่ความคิดรวบยอดที่สูงขึ้นไป

นักเรียนต้องการที่จะพัฒนากรอบของยุทธวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจใช้แผนภาพสังเกตหาแบบรูป หรือพยายามหาความหมายพิเศษ หรือเลือกใช้การตรวจสอบ ยุทธวิธีเหล่านี้ต้องการชี้แนะอย่างยิ่ง เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาคงต้องมีความสอดคล้องกับหลักสูตรด้วย ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน ที่จะตรวจสอบและปรับปรุงยุทธวิธี ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

การสอนของครูมีบทบาทที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนครูต้องเลือกปัญหาที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน หาวิธีการ สถานการณ์แวดล้อมที่จะช่วยส่งเสริม ให้นักเรียนได้สำรวจ ลองผิดลองถูก แบ่งปันความล้มเหลว และความสำเร็จร่วมกัน ซึ่งครู ควรใช้คำถามนำเรื่อยไป ดังนั้นภายในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเชื่อมั่นและต้องการที่จะสำรวจปัญหาต่างๆ สามารถพิจารณาและตัดสินใจภายใต้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาของตนเองได้

จิวีรธณ เศวตมัลย์ (2542: 36-38) ได้เสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. กำหนดคุณลักษณะของปัญหา (Characterize the problem) อะไรคือสิ่งที่กำหนด อะไรคือสิ่งที่ต้องการ อะไรขาดหายไป ท่านกำลังค้นหาอะไร ข้อมูลที่จำเป็นกำหนดมาให้หรือไม่ จงดูตัวอย่างๆ ข้อมีกรณีพิเศษใดหรือไม่ที่กำหนดขอบข่ายของคำตอบที่เป็นไปได้ ท่านสามารถทำปัญหานั้นให้ง่ายลง โดยใช้ประโยชน์จากการสมมาตรหรือทำข้อความ “โดยไม่สูญเสียความเป็นกรณีทั่วไป” เพื่อย่อเจตน์ทั้งข้อเป็นกรณีเฉพาะได้หรือไม่

2. ท่านเคยเห็นปัญหานั้นมาก่อนหรือไม่ (Have you seen this before?) หรือท่านเคยเห็นปัญหานี้ในรูปแบบที่แตกต่างไปเพียงเล็กน้อยไหม ถ้าเคย ท่านสามารถถ่ายทอดไปสู่ปัญหานี้แล้วใช้วิธีการบางตอนที่เคยแก้ปัญหาเดิมมาใช้ได้หรือไม่ จงตั้งปัญหาที่คล้ายคลึงกันที่มีตัวแปรน้อยกว่า แล้วแก้ดูโดย “การคล้าย” เจือปนในข้อหนึ่งหรือมากกว่านั้น ท่านสามารถเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหาเดิมบ้างหรือไม่

3. ค้นหารูปแบบ (Look for a Pattern) โดยการพิจารณาลักษณะโดยภาพรวมของอนุกรม $1 + 2 + \dots + 100$ นุ่มน้อย Frederick Gauss ก็สร้างรูปแบบนี้ได้ : $1+100 = 2 + 99 = \dots + 101$ ความเข้าใจยังรู้งี้ได้นำไปสู่การสังเกตทันทีว่า ตัวเลขอีก 50 คู่ เช่นนี้ก็สามารถสร้างขึ้นมาได้ โจทย์การหาผลบวกตั้งแต่ 1 ถึง 100 ก็กลายเป็นงานหาผลคูณอย่างง่าย, $50 \times 101 = 5,050$

4. การทำให้ง่ายลง (Simplification) บางครั้งความสัมพันธ์หรือรูปแบบง่าย ๆ อาจถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบหรือนิพจน์ที่ “ยุ่งเหยิง” จงพยายามแทนค่ารูปที่ยุ่งเหยิงด้วยสัญลักษณ์ง่าย ๆ แล้วค้นหาความสัมพันธ์ที่อยู่เบื้องหลัง การจัดพจน์ในนิพจน์ที่ซับซ้อนเสียใหม่อาจจะนำไปสู่ผลสำเร็จที่ปลายทางเดียวกัน

5. การลดลง (Reduction) ปัญหาของท่านสามารถแบ่งปัญหาย่อย ๆ ที่จะแก้ได้ง่ายขึ้นหรือไม่

6. การทำย้อนกลับ (Work backwards) เมื่อท่านพยายามพิสูจน์ทฤษฎีบทที่ท่านทราบอยู่แล้วว่าเป็นจริง อาจจะง่ายขึ้นถ้าเริ่มต้นทำจากข้อสรุปขึ้นไปหาเหตุผล

7. จัดทำรายการ (Make a list) ถ้าท่านใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ มันอาจจะเป็นไปได้ที่จะจัดทำรายการทั้งหมดของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทุกขั้นตอนของกระบวนการบางอย่าง ถ้าท่านสนใจในผลลัพธ์ใดโดยเฉพาะของกระบวนการนั้น มันก็ควรจะรวมอยู่ในรายการทั้งหมดนั้น

8. สถานการณ์จำลอง (Simulation and modeling) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อาจสร้างโดยการเลียนแบบกระบวนการที่ซับซ้อนในคณิตศาสตร์หรือในโลกแห่งความจริงนั้นถ้าผลที่ได้รับโดยใช้สถานการณ์จำลองถูกต้องแม่นยำแล้ว สถานการณ์จำลองนั้นคือความสำเร็จ

9. ตรรกศาสตร์ทางการ (Formal Logic) อุปนัยทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในคณิตศาสตร์หลายสาขา เช่นเดียวกับเทคนิคที่เรียกว่า การพิสูจน์โดยอ้อม (Indirect prove) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นการพิสูจน์แบบ Contraposition ด้วย

10. คำตอบของท่านมีความหมายหรือไม่ ตรวจสอบคำตอบของท่านโดยใช้สามัญสำนึกและการให้เหตุผลแบบมีทางเลือก

11. ข้อสุดท้าย เมื่อใดก็ตามที่ท่านพยายามจะแก้ปัญหา จงค้นหาวิธีหลายๆ วิธี เพื่อเป็นตัวแทนลักษณะของปัญหา จงสร้างรูปและระบุชื่อประกอบ จัดทำรายการคุณลักษณะ เขียนรายการแสดงความสัมพันธ์ เป็นต้น ยิ่งท่านมีวิธีแทนปัญหาได้มากเท่าใด ก็ยังมีแนวโน้มที่ท่านจะค้นพบความสัมพันธ์ที่แอบแฝงอยู่ ซึ่งจะเป็นกุญแจไขไปสู่คำตอบได้มากเท่านั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 191-195) ได้เสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะ / กระบวนการแก้ปัญหาได้ ผู้สอนต้องให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือปัญหาหรือเกมที่น่าสนใจ ทำซ้ำให้บ่อย คิด เริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนหรือผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยอาจเริ่มด้วยปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ก่อน ต่อจากนั้นจึงเพิ่มสถานการณ์หรือ

ปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถสูงผู้สอนควรเพิ่มปัญหาที่ยาก ซึ่งต้องใช้ความรู้ที่ซับซ้อนหรือมากกว่าที่กำหนดไว้ในหลักสูตรให้นักเรียนได้ฝึกคิดด้วย การจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวนี ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนรู้้อย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยกำหนดประเด็นคำถามมาให้คิดและหาคำตอบเป็นลำดับเรื่อยไปจนผู้เรียนหาคำตอบได้ หลังจากนั้นให้ปัญหาต่อๆ ไป ผู้สอนจึงค่อยๆ ลดประเด็นคำถามลงไปจนสุดท้ายเมื่อเห็นว่าผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาเพียงพอแล้วก็ไม่จำเป็นต้องให้ประเด็นคำถามขึ้นมาก็ได้

ในการจัดให้ผู้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนนั้น เมื่อผู้เรียนเข้าใจกระบวนการแล้ว การพัฒนาให้มีทักษะ ผู้สอนควรเน้นฝึกการวิเคราะห์แนวคิดอย่างหลากหลายในชั้นวางแผนแก้ปัญหาให้มาก เพราะเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญและยากสำหรับผู้เรียน

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้น ยุทธวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นจำเป็นต้องให้ผู้เรียนรู้จักขั้นตอนการแก้ปัญหา เลือกวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับปัญหา และในการสอนของครูนั้นจะต้องมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดอยู่เสมอ เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ยุทธวิธีการแก้ปัญหของผู้เรียน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

ทูกอว์ (Tougaw. 1994: 2934-A) ได้ศึกษาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนโดยใช้ การแก้ปัญหาที่เป็นแบบเปิดกว้าง (Open approach) ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยศึกษาถึงพฤติกรรมการแก้ปัญหาและเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาโดยการแก้ปัญหาแบบเปิดกว้าง หมายถึง การสร้างข้อคาตเดา การสืบค้น การค้นพบ การอภิปราย การพิสูจน์และการหารูปทั่วไป ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นักเรียนต้องใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการคิดและเจตคติทางบวกเป็นพื้นฐาน ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่ผ่านการเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิดกว้าง มีเจตคติทางบวกเป็นพื้นฐาน ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่ผ่านการเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิดกว้าง มีเจตคติทางบวกต่อการเรียนและเพศไม่มีความแตกต่างต่อพฤติกรรมในการแก้ปัญหา

เฮร์นันเดซ การ์ดูโน (Hernandez Garduno. 1998: 3053-A) ได้ศึกษาผลกระทบบของการสอนวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถส่วนตัวทางคณิตศาสตร์ และองค์ความรู้ทั้งหมด งานวิจัยนี้ได้ใช้แบบแผนการทดลองแบบสอบก่อนทดลอง สองหลังทดลอง มีกลุ่มควบคุม โดยเลือกนักเรียนอย่างสุ่ม เข้าเป็นกลุ่มควบคุมกลุ่มหนึ่งในระหว่างการเรียนพิเศษภาคฤดูร้อน นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม จะต้องเรียนวิชาสถิติและความน่าจะเป็นโดยวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มจะใช้วิธีการสอนด้วยเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน โดยกลุ่มทดลองแรกจะจัดให้นักเรียนชาย-หญิงเรียนร่วมกัน ส่วนกลุ่มทดลองที่สองจะแยกนักเรียนชาย-หญิงออกจากกัน สำหรับกลุ่มควบคุมจะใช้วิธีสอนแบบเรียนรวมทั้งกลุ่มซึ่งเน้นการแข่งขันและผลการเรียนของแต่ละคน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสถิติและความน่าจะเป็น

ความสามารถส่วนตัวและเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จะได้รับการประเมินทั้งก่อนและหลังการทดลอง ข้อมูลที่ได้รับจากการประเมินตัวแปรทั้ง 3 นี้ จะถูกวิเคราะห์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมและการวิเคราะห์ฟังก์ชันแบบแยกส่วน ส่วนการประเมินองค์ความรู้ทั้งหมดของนักเรียนจะกระทำโดยกระบวนการวิเคราะห์เนื้อหาวิชา แม้ว่าในทางทฤษฎีจะเสนอแนะว่าเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (โดยเฉพาะในกลุ่มที่เป็นเพศเดียวกัน) จะเป็นวิธีการสอนที่เป็นประโยชน์มากสำหรับนักเรียนหญิง แต่ผลการวิจัยพบว่า ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือความสามารถทางการเรียนหรือความสามารถส่วนตัวไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนชาย-หญิงในกลุ่มควบคุมผู้ที่มีคะแนนสูงสุด ได้แสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในองค์ความรู้ทั้งหมดดีกว่ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม นักเรียนชาย-หญิงในกลุ่มควบคุมที่มีคะแนนต่ำได้แสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจใน องค์ความรู้ทั้งหมดน้อยกว่ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

ไมเคิลส์ (Michaels. 2000: Abstract) ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงการแก้ปัญหา เพศ ความเชื่อมั่นและรูปแบบของการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 109 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 แบบด้วยกันคือแบบวัดกระบวนการแก้ปัญหา แบบวัดความเชื่อมั่น และแบบวัดรูปแบบของการให้เหตุผล (พิจารณาจากความสามารถ ความพยายามและความช่วยเหลือจากผู้อื่น) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชายชอบแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากกว่านักเรียนหญิง นักเรียนหญิงมีรูปแบบของการให้เหตุผลที่นำไปสู่ความสำเร็จดีกว่านักเรียนชาย และไม่มีความแตกต่างระหว่างในด้านความเชื่อมั่นทางคณิตศาสตร์เข้าใจสามารถเชื่อมโยงในปัญหาหรือทฤษฎีบท แล้วนำไปใช้ในการพิสูจน์ได้

เพอร์ไรน์ (Perrine. 2001: Online) ได้ศึกษาผลกระทบของการแก้ปัญหาพื้นฐานในการสอนคณิตศาสตร์ของการให้เหตุผลที่เกี่ยวกับสัดส่วนของครู การพัฒนาการให้เหตุผลในเรื่องสัดส่วนมีความสำคัญในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งครูผู้สอนต้องมีวิธีการสอนที่น่าสนใจเพื่อดึงดูดผู้เรียนทำให้เข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ในการเรียน 1 ภาค จะต้องมีการเก็บคะแนน การเพิ่มขึ้นของคะแนนจะมีผลต่อการเรียนในปีต่อไป มีผู้เข้าร่วมในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 187 คน มีวิทยากรจำนวน 6 ท่าน หนึ่งในนั้นเป็นครูประจำชั้นซึ่งสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ในชั้นเรียนได้ ใน 187 คนนี้ เมื่อถึงภาคเรียนที่ 2 มีนักเรียน 108 คน ประสบปัญหาในการสอน ปลายภาค และในต้นภาคเรียนที่ 3 ผลรวมแสดงออกมาให้เห็นว่าการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลมีนัยสำคัญทางสถิติ การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลเป็นปัจจัยหลักในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ครูต้องมีวิธีการสอนที่แตกต่างไปจากการสอนแบบเดิมก่อนที่นักเรียนไม่เคยเจอมาก่อน

วิลเลียม (William. 2003: 185-187) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหว่าสามารถช่วยเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้นเรียนพีชคณิตจำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้

การแก้ปัญหาตามขั้นตอนแต่ไม่ต้องฝึกเขียน มีการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถทำงานแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองมีการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพอใจในกิจกรรมการเรียนและนักเรียนจำนวน 80% บอกว่ากิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้นได้

งานวิจัยในประเทศ

เชี่ยวชาญ เทพกุลศ (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบ STAD ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี กรุงเทพฯ จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 50 คน พบว่า ชุดการเรียนรู้แบบ STAD ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วนมีประสิทธิภาพ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้แบบ STAD ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดเห็นของนักเรียนหลังการใช้ชุดการเรียนรู้แบบ STAD ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงกว่าเห็นด้วยขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .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

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

นักกัญญา เจริญเกียรติบวร (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากใช้การเรียนแบบร่วมมือ สูงกว่าก่อนใช้การเรียนแบบร่วมมือ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วลีพร เดชเดชา (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เพื่อการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมภาพลักษณ์โน้ตทัศน์ทางเรขาคณิต หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .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

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาดังกล่าวพบว่า ส่วนใหญ่ เป็นลักษณะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนให้ได้ฝึกการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้และวิธีการสอนที่มีความหลากหลายซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายและความสำคัญของการเชื่อมโยง

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (สมบัติ แสงทองคำสุก. 2545: 33; อ้างอิงจาก NCTM. 1991: 102) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยง คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกัน ไปสัมพันธ์กันให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยนักเรียนให้ทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไปภายใต้หัวข้อ

เรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคมศาสตร์ กีฬาหรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไปจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และตรงกับสภาพชีวิตจริง

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps. 1994: 194-198) กล่าวถึงการเชื่อมโยงในคณิตศาสตร์ว่า นักเรียนจะต้องเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรม รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์ และมโนคติ เข้ากับกระบวนการในการรวมเนื้อหาและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และจะต้องเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันการเชื่อมโยงควรสร้างให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในระหว่างการสอน ให้นักเรียนทำในสิ่งที่เป็นรูปธรรมและแปลงการกระทำนั้นมาเป็นรูปภาพ แผนผัง กราฟ และสัญลักษณ์ ตัวอย่างเช่น ครูสอนการเชื่อมโยงกับนักเรียนเกรด 3 โดยเชื่อมโยงระหว่าง คูกี้ กับ การเขียนเศษส่วน นักเรียนในห้องก็จะได้เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงด้วยปัญหาคูกี้ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตจริงมีมากมาย ครูสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ สังคม ศิลปะ งานคหกรรม และกิจกรรมในสาขาวิชาต่าง ๆ

ตัวอย่างวิธีที่ครูเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และสิ่งรอบ ๆ ตัว ด้วยการทำกิจกรรมในชั้นเรียนทั้งเป็นงานเดี่ยว หรือเป็นกลุ่มย่อย ดังนี้

1. คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

- การบันทึกอุณหภูมิ, ความเร็วลม, และความกดอากาศ
- การส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์
- การโคจรของดาวเคราะห์
- การกำหนดมาตราส่วน และการสร้างแบบจำลองของระบบสุริยะจักรวาล

2. คณิตศาสตร์กับสังคม

- นาฬิกาและนาฬิกาทราย
- การสร้างพีระมิดในอียิปต์
- การศึกษาของชาวอินเดียแดงทางตะวันตกเฉียงใต้ในอเมริกาเกี่ยวกับ พรหม ชาม

และตะกร้า โดยใช้สมมาตรและ เทสเซลเลชันในการออกแบบ

- แยกประเภทอาชีพ ที่มีเครื่องแบบ และไม่มีเครื่องแบบ เช่น นักวิจัย, นักบริการ, คนงานในโรงงาน, ทหาร, เกษตรกร
- การเปรียบเทียบจุดที่สูงที่สุดและต่ำที่สุดบนพื้นดิน เช่น ส่วนที่สูงที่สุดบนพื้นโลก กับส่วนที่ลึกที่สุดในน้ำทะเล

3. คณิตศาสตร์กับศิลปะ

- การวัดกระดาษเพื่อตัดผนัง หรือการตัดกระดาษเพื่อจะขึ้นเป็นโครงในการ

ระบายสี

- การกำหนดฉากในการเล่นละคร การวัดและการเตรียมกระดาษที่ใช้สำหรับฉาก
- การระบายสี วาดรูปทิวทัศน์
- การสร้างโอริกามิในญี่ปุ่น

4. คณิตศาสตร์กับสุขภาพ

- การวัดส่วนสูงของนักเรียน บันทึกผลลงตารางและกราฟ
- หาปริมาณแคลลอรี่จากการอ่านฉลากในข้อมูลโภชนาการ, การเรียนรู้เรื่องระดับ

โคเลสเตอรอล

5. คณิตศาสตร์กับการอ่านและศิลปะภาษา

- การมองรูปแบบของคำ แยกคำคล้องจองและไม่คล้องจอง การมองวลีของประโยค
- วิจัยรากศัพท์ทางคณิตศาสตร์
- วิจัยและเขียนเรื่องราวเกี่ยวกับนักคณิตศาสตร์
- จำนวน และความงามของตัวเลข
- การวิเคราะห์ข้อความเพื่อบอกจำนวนพยัญชนะ

6. คณิตศาสตร์กับพลศึกษา

- การนับจำนวนรอบในขณะที่กระโดดเชือก
- การตัดสินใจว่า กีฬาโอลิมปิกมีขนาดใหญ่หรือไม่
- วางพื้นที่การเล่น
- การจับเวลา

คณิตศาสตร์กับโลกปัจจุบันสามารถจะเชื่อมโยงในหลาย ๆ ทาง ทั้งจากหนังสือพิมพ์ นิตยสารซึ่งประกอบไปด้วยธุรกิจ แนวโน้มเศรษฐกิจ สภาพอากาศ และวิทยาศาสตร์ การรายงานพิเศษในด้านบทความและภาพข่าว แผนผังการเดินทาง เรือ รถไฟ สนามบิน ล้วนให้ข้อมูลในเรื่องคณิตศาสตร์เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้คนที่ทันสมัย ปัญหาด้านนิเวศวิทยา เช่น การกำจัดขยะมูลฝอยจากรถยนต์และโรงงาน เหล่านี้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับการดำรงชีวิตได้ ครูจึงควรสอนโดยบูรณาการคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

กรมวิชาการ (2544: 20) กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยง คือ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อขั้นนั้น จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องเซตในการให้คำจำกัดความบทนิยามในเรื่องต่าง ๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามลำดับในรูปของฟังก์ชัน

อัมพร ม้าคอง (2547: 101) กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มีสามประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่น ๆ

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่เกิดจากการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่

และสามารถนำแนวคิด เนื้อหาและหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาสาระภายในวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง การนำความรู้เนื้อหา หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่น
3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน หมายถึง การนำความรู้หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

3.2 มาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 64) ได้กำหนดมาตรฐานการเชื่อมโยงไว้ดังนี้

โปรแกรมการสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงเกรด 12 มุ่งให้นักเรียนสามารถ

- ตระหนักและใช้การเชื่อมโยงระหว่างความคิดในคณิตศาสตร์
- เข้าใจการเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์และนำความรู้หนึ่งไปสร้างความรู้ใหม่ได้
- ตระหนักและประยุกต์คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

โทมัสและซานเตียโก (Thomas and Santiago. 2002: 484) กล่าวถึงมาตรฐานการเชื่อมโยงปี 1989 และ 2000 ว่าในปี 1989 มาตรฐานหลักสูตรและการประเมินผล มาตรฐานการเชื่อมโยงได้กำหนดไว้อย่างมีความหมายเป็น 1 ใน 4 ของมาตรฐานด้านกระบวนการที่เชื่อมต่อกันเพื่อการผ่านระดับช่วงชั้นทั้งหมด แต่ละกลุ่มอนุบาล ถึง เกรด 4 , เกรด 5 ถึง เกรด 8 และเกรด 9 ถึงเกรด 12 ลักษณะเฉพาะของหลักสูตรจะส่งเสริมให้การเชื่อมโยงในคณิตศาสตร์เป็นการพิสูจน์ว่าระดับช่วงชั้นที่เพิ่มขึ้นจะเพิ่มความลึกซึ้งในการสร้างการเชื่อมโยงให้มากขึ้น ในระดับอนุบาลถึงเกรด 4 เน้นการกำหนดนึกถึงความสัมพันธ์ การสร้างการเชื่อมโยงในคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้พวกเขาเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดในวิชาคณิตศาสตร์ ในเกรด 5-8 การสังเกตการณ์เชื่อมโยงคณิตศาสตร์เป็นการเน้นถึงจุดมุ่งหมายอย่างกว้าง ๆ ของนักเรียน เทคนิคการเขียนภาพให้ได้สัดส่วนอย่างที่เห็นด้วยตาจริงในวิชาคณิตศาสตร์เหมือนกับการรวบรวมสิ่งทั้งหมด หลักสูตรที่สนับสนุนนักเรียน ในเกรด 9-12 มีความสำคัญต่อการสืบสวนของการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ต่อไปถึงการรวบรวมความสนใจในความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อคณิตศาสตร์และการประยุกต์

หลักการและมาตรฐานขั้นสูง มาตรฐานการเชื่อมโยงตลอดจนหลักสูตร เป็นตัวบ่งชี้ที่มากกว่าการเข้าใจ (หยั่งรู้) , จุดสนใจ และการเชื่อมโยงกัน เป็น 1 ใน 5 ของมาตรฐานด้านกระบวนการ มาตรฐานการเชื่อมโยงนิยามอย่างชัดเจน เป็น 1 ในกลุ่มของเกณฑ์ สำหรับนักเรียนระดับอนุบาล – เกรด 12 ในแผนการเรียนรู้

แผนการเรียนรู้จากระดับอนุบาล – เกรด 12 ควรจะทำให้นักเรียนสามารถ

1. ตระหนัก และรู้จักเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์
2. เข้าใจถึงวิธีการคิดด้านคณิตศาสตร์ เชื่อมระหว่างกัน และการสร้างอีกสิ่ง เพื่อปะติดปะต่อโดยใช้เหตุผล

3. ตระหนักและรู้จักประยุกต์คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ปานทอง กุลนาถศิริ (2543: 17) กล่าวว่ามาตรฐานการเชื่อมโยงที่สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM) ได้จัดทำและพิมพ์เผยแพร่เอกสารมาตรฐานและการวัดผลที่ชื่อว่า The Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 1989 ไว้ดังนี้ มาตรฐานที่ 9 การเชื่อมโยง (Connections)

โปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจคณิตศาสตร์และเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถ

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมโยง และสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ ตลอดจนแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้
2. สามารถเข้าใจถึงวิธีการที่จะสร้างแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ได้
3. ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ตลอดจนสามารถนำ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยการพิจารณาพฤติกรรมต่าง ๆ ได้
4. สามารถระลึกถึงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว และสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้เชื่อมโยงในการเรียนคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ได้

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า มาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นการเสริมสร้างความรู้และความเข้าใจของนักเรียน โดยมุ่งให้นักเรียนสามารถ

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงและรู้จักเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้
2. นำแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ได้
3. นำความรู้ไปประยุกต์ในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นที่สูงขึ้น ประยุกต์ใช้ในวิชาอื่น ๆ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิต

3.3 การพัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยง

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 277-278) กล่าวถึงบทบาทของครูในการพัฒนาการเชื่อมโยงสำหรับนักเรียนในเกรด 6-8 ดังนี้ ครูต้องมีบทบาทในการเลือกปัญหาที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งภายในและภายนอกหลักสูตรรวมไปถึงการช่วยให้นักเรียนสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์และพัฒนาแนวคิดใหม่ ครูต้องตระหนักและเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น ไม่ควรสอนแบบรวบรัดหรือย่อ แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ ครูจำเป็นต้องตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ของพวกเขา เช่น สัดส่วนและพีชคณิต ครูเพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน ด้วยการใช้สาขาวิชาอื่นเป็นแหล่งข้อมูลปัญหาหลายปัญหา ตัวอย่างเช่น การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาสังคมศึกษาเป็นการเพิ่มโอกาสในการเรียนเกี่ยวกับการวัดข้อมูลและพีชคณิต ศิลปะสามารถนำมาใช้สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับรูปร่างสมมาตร ความคล้ายและการถ่ายทอดของแบบรูปทางเรขาคณิต ครูศิลปะสามารถบรรยายยุทธวิธีเมื่อมีความเหมาะสมในการยกตัวอย่างแย้งทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสูตร ช่วยให้นักเรียนตระหนักและวิเคราะห์รูปแบบของการอ้างเหตุผลและข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

วงดนตรีโรงเรียนในตะวันตกเฉียงใต้ได้จัดคอนเสิร์ต โดยนักเรียนเกรด 7 ทำหน้าที่จัดอาหารว่าง ซึ่งหนึ่งอาหารเหล่านั้นคือ น้ำพืชน์ พ่อครัวของโรงเรียนได้ให้สูตรเด็กทำส่วนผสมของน้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งมีส่วนผสมของน้ำโซดา และน้ำแครนเบอรี่ ดังนี้

<p>สูตร A</p> <p>น้ำแครนเบอรี่ 2 ถ้วย</p> <p>น้ำโซดา 3 ถ้วย</p>	<p>สูตร B</p> <p>น้ำแครนเบอรี่ 4 ถ้วย</p> <p>น้ำโซดา 8 ถ้วย</p>
<p>สูตร C</p> <p>น้ำแครนเบอรี่ 3 ถ้วย</p> <p>น้ำโซดา 5 ถ้วย</p>	<p>สูตร D</p> <p>น้ำแครนเบอรี่ 1 ถ้วย</p> <p>น้ำโซดา 4 ถ้วย</p>

ภาพประกอบ 3 สูตรการทำน้ำพืชน์

ที่มา : NCTM. (2000). *Connections Standard for Grades 6-8. Principles and Standards for School Mathematics.* p.275

ตอบคำถามต่อไปนี้

1. สูตรพื้นที่สูตรใดมีส่วนผสมของแครนเบอร์รี่ที่เข้มข้น พร้อมทั้งอธิบายคำตอบของนักเรียน

2. สูตรพื้นที่สูตรใดมีส่วนผสมของแครนเบอร์รี่เจือจาง พร้อมทั้งอธิบายคำตอบของนักเรียน

3. ถ้าหัวหน้าวงดนตรีต้องการพื้นที่ทุกสูตร สูตรละ 120 ถ้วย ต้องมีส่วนผสมของน้ำแครนเบอร์รี่และน้ำโซดากี่ถ้วย พร้อมทั้งอธิบายคำตอบของนักเรียน

นักเรียนตอบคำถามข้อ 1 และ 2 เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน เมื่อแต่ละกลุ่มทำเสร็จ ก็จะทำให้ออกมาเสนอและอธิบายคำตอบของพวกเขา นักเรียนแต่ละกลุ่มจะพยายามคำนวณว่าสูตรใดมีแครนเบอร์รี่เข้มข้นในวิธีการที่ต่างกัน เช่น บางกลุ่มคำนวณโดยพิจารณาจากจำนวนถ้วยของแครนเบอร์รี่กับจำนวนส่วนผสมทั้งหมดของแต่ละสูตร (สูตร A-D เป็น $\frac{2}{5}, \frac{4}{12}, \frac{3}{8}, \frac{1}{5}$ ตามลำดับ) บางกลุ่ม

พิจารณาจากอัตราส่วนของน้ำแครนเบอร์รี่กับโซดา (สูตร A-D เป็น $\frac{2}{3}, \frac{4}{8}, \frac{3}{5}, \frac{1}{4}$ ตามลำดับ) มีบางกลุ่ม

ที่พิจารณาผิดพลาด โดยพิจารณาเพียงจำนวนถ้วยของน้ำแครนเบอร์รี่ในแต่ละสูตร (2, 4, 3, 1) หลังจากการถามและการทำทนายในการหาคำตอบและเปรียบเทียบวิธีการแต่ละกลุ่ม นักเรียนในห้องตัดสินใจที่จะตอบคำถามในข้อสุดท้ายโดยแต่ละกลุ่มมอบหมายให้ตัดสินใจว่าต้องใช้น้ำแครนเบอร์รี่น้ำโซดาสำหรับแต่ละสูตรเท่าใด ข้างล่างนี้จะเป็นยุทธวิธีของแต่ละกลุ่มที่ใช้ในการแก้ปัญหา 4 วิธี

กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร A

พวกเราคิดว่าแต่ละสูตรจะได้พื้นที่ 5 ถ้วย โดยน้ำแครนเบอร์รี่ 2 ถ้วย และน้ำโซดา 3 ถ้วย ดังนั้นถ้าพื้นที่ 120 ถ้วย จะได้พื้นที่ $\frac{120}{5} = 24$ ถ้วย ซึ่งเป็นจำนวนพื้นที่ที่ต้องการ และ

เนื่องจากเราต้องการน้ำแครนเบอร์รี่ 2 ถ้วย และน้ำโซดา 3 ถ้วยสำหรับสูตรนี้ ดังนั้นเราจะได้น้ำแครนเบอร์รี่ $2 \times 24 = 48$ ถ้วย และ น้ำโซดา $3 \times 24 = 72$ ถ้วย สำหรับการปรุง 24 ครั้ง เนื่องจากน้ำแครนเบอร์รี่ 48 ถ้วย และน้ำโซดา 72 ถ้วย จะได้น้ำพื้นที่ทั้งหมด 120 ถ้วย ตามที่เราต้องการ

กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร B

พวกเราคิดจากน้ำแครนเบอร์รี่ 4 ถ้วย และน้ำโซดา 8 ถ้วย นั่นก็คือ น้ำแครนเบอร์รี่ 1 ถ้วย และน้ำโซดา 2 ถ้วยนั่นเอง พวกเราจะแบ่งน้ำพื้นที่ 120 ถ้วย ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 40 ถ้วย $40 + 40 + 40 = 120$ พวกเราต้องการน้ำแครนเบอร์รี่ 1 ส่วน ดังนั้นต้องใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 40 ถ้วย และน้ำโซดา 2 ส่วน นั่นคือต้องใช้น้ำโซดา 80 ถ้วย ในการทำพื้นที่ 120 ถ้วย คุณก็จะใช้อัตราส่วนของน้ำแครนเบอร์รี่ 1 ส่วน และน้ำโซดา 2 ส่วน เช่นเดิม

กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร C

พวกเราลองเพิ่มสูตรเป็น 2 เท่า แต่มันก็ยังไม่เพียงพอ ดังนั้นเราจึงเพิ่มวิธีปรุงเรื่อยๆ จนเพียงพอพื้นที่ที่เราต้องการ พวกเราได้แบบรูปที่เกิดขึ้นจนกระทั่งได้พื้นที่ 120 ถ้วย ดูได้จากตารางด้านล่าง ซึ่งเราจะได้น้ำแครนเบอร์รี่ 45 ถ้วย และน้ำโซดา 75 ถ้วย

ตาราง 3 ส่วนผสมในการทำน้ำพั้นซ์

น้ำแครนเบอร์รี่ (ถ้วย)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
น้ำโซดา(ถ้วย)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
พั้นซ์ (ถ้วย)	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120

ที่มา : NCTM. (2000). *Connections Standard for Grades 6-8. Principles and Standards for School Mathematics*. p.276

หลังจากอภิปรายในชั้นเรียน และสังเกตในแต่ละกลุ่มพบว่า พวกเขาสามารถทำจาก $\frac{3}{5}$

ไปยัง $\frac{45}{75}$ ได้ด้วยการคูณ 15 เพราะพวกเขาต้องการทำพั้นซ์ 15 ครั้ง

กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร D

พวกเราทดลองใช้จำนวนต่าง ๆ ครั้งแรกพวกเราลองใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 20 ถ้วย หมายความว่า เราต้องทำ 4 ครั้ง ซึ่งจะได้น้ำ โซดา 80 ถ้วย แต่ยังไม่พอ เพราะว่า $20 + 80 = 100$ พวกเราจึงลองใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 30 ถ้วย จะได้น้ำโซดา $30 \times 4 = 120$ ถ้วย ฉะนั้นจะได้พั้นซ์ $120 + 30 = 150$ ถ้วย ถัดมาเราจึงใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 25 ถ้วย จะได้น้ำโซดา $25 \times 4 = 100$ ถ้วย แต่เราได้พั้นซ์ 125 ถ้วย ซึ่งมากเกินไป ดังนั้นเราจึงลองใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 24 ถ้วย ซึ่งได้น้ำโซดา $24 \times 4 = 96$ ถ้วย ซึ่งเป็นจำนวนพั้นซ์ที่เราต้องการคือ $24 + 96 = 120$ ถ้วย

หลังจากแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถามครูจึงสนทนาและเข้าร่วมในชั้นเรียนพูดคุยเรื่อง ยุทธวิธีที่เหมือนและแตกต่างกันแต่ละวิธี

ปัญหา “การทำพั้นซ์” เป็นการนำแนวคิดเกี่ยวกับจำนวนทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหา เฉพาะหน้า : เศษส่วน อัตราส่วน สัดส่วน การดำเนินการ ขนาด ระดับ ความรู้สึกเชิงจำนวน แบบรูปและอื่น ๆ โดยการนำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้พัฒนาความเข้าใจ ซึ่งเป็นการวางพื้นฐานในการเรียนเรื่องต่อไป เช่น อัตรา การเปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์เชิงเส้น

เนื่องจากงานนี้ต้องการให้นักเรียนได้อธิบายยุทธวิธีของพวกเขา นักเรียนมีโอกาสสร้างความเข้าใจให้ดีขึ้นในเรื่องอัตราส่วน โดยการฟังความคิดที่แตกต่างกันไปของแต่ละกลุ่ม เช่น กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร D ใช้การเดาและการตรวจสอบในการเข้าถึงการแก้ปัญหา กลุ่มที่ทำสูตร C ใช้ตาราง และแนวคิดในการเพิ่มอัตราส่วนในทางเดียวกันทำให้พบเศษส่วนที่เท่ากัน กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร A และ B ใช้ความคิดเกี่ยวกับการเปรียบเทียบปริมาณและใช้อัตราส่วน

ไม่มีนักเรียนคนใดกล่าวถึงคำตอบของข้อ 1 และ 2 ว่ามีความชัดเจน ถ้าพวกเขาได้แก้ปัญหาในข้อ 3 ได้ในแต่ละสูตรสามารถเพิ่มจำนวนถ้วยของน้ำแครนเบอร์รี่และน้ำโซดาซึ่งจะนำไปสู่จำนวนน้ำฟัซซ์ที่เราต้องการ พวกเราแยกจำนวนที่ต้องการ 120 ถ้วย จะได้ 24, 10, 15 และ 24 ตามลำดับ ของส่วนผสมที่ต้องการ เพราะว่าสูตร A-D ใช้ 2, 4, 3, 1 ถ้วย ตามลำดับ พวกเขาจะใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 48, 40, 45, 24 ถ้วยตามลำดับ เมื่อต้องการเสิร์ฟให้คน 120 คน ซึ่งจะพบว่าสูตร D มีความเข้มข้นของ แครนเบอร์รี่น้อยที่สุด และสูตร A มีความเข้มข้นของแครนเบอร์รี่มากที่สุด สิ่งนี้เป็นสิ่งที่ยืนยันคำตอบและวิธีการของนักเรียนก่อนหน้านี

กรมวิชาการ (2544ก: 203-205) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อนั้นจำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้ในเรื่องเซตในการให้คำจำกัดความหรือบทนิยามในเรื่องต่าง ๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามของลำดับในรูปของฟังก์ชัน

นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ในเรื่องการเงิน การคิดดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลังและผลบวกของอนุกรม ในงานศิลปะและการออกแบบบางชนิดก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

นอกจากนั้นแล้วยังมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาชีบบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบสร้างหีบห่อบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่ง ตวง วัด การคำนวณระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงินไว้ใช้ในชว่บั้นปลายของชีวิต

องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องของเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

ตัวอย่างการเชื่อมโยง

กำหนดสถานการณ์ปัญหาดังนี้

บริษัทก่อสร้างดำรงต้องการเช่าที่ดินขนาด 2 ไร่ จำนวน 1 แปลง สำหรับเก็บวัสดุก่อสร้างทาง ในราคาประหยัดและมีผู้นำที่ดินมาเสนอให้เช่า 2 ราย ดังนี้

นายบุญ เสนอที่ดิน 2 ไร่ 1 งาน คิดราคาเช่าที่ดินทั้งแปลง เดือนละ 7,000 บาท

นางล้วน เสนอที่ดิน 5 ไร่ 3 งาน แบ่งที่ดินให้เช่าได้ โดยคิดค่าเช่าตารางวาละ 100 บาทต่อปี

ถ้าผู้เรียนเป็นเจ้าของบริษัทก่อสร้างดำรง ผู้เรียนจะเช่าที่ดินของใคร เพราะเหตุใด

จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น จะเห็นว่าผู้เรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณค่าเช่าที่ดิน ต้องคำนึงถึงราคาที่ต้องการประหยัด ต้องใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ การนำเสนอเฉพาะคำตอบจากการคำนวณของผู้เรียนไม่ใช่สิ่งสำคัญที่สุด ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญต่อแนวคิดและเหตุผลของผู้เรียนแต่ละคนประกอบด้วย

ตัวอย่างคำตอบและเหตุผลของผู้เรียนอาจเป็นดังนี้

ด.ช. ก่อ ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายปีละ 84,000 บาท ($7,000 \times 12 = 84,000$) และได้ที่ดินมากกว่าที่กำหนดไว้อีก 1 งาน

ด.ญ. นิตยา ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งคิดค่าเช่า 2 ไร่ หรือ 800 ตารางวา เป็นเงิน 80,000 บาทต่อปี ซึ่งเป็นราคาเช่าที่ถูกกว่าเช่าที่ดินของนายบุญ

ด.ญ. นุช ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งเมื่อคิดค่าเช่าเป็นตารางวาต่อปีแล้ว จะจ่ายเพียงตารางวาละ 93 บาท $\frac{7000 \times 12}{900} \approx 93$ ซึ่งถูกกว่าค่าเช่าที่ดินของนางล้วน

ผู้สอนอาจเปิดประเด็นให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายต่อในเรื่องนี้ได้อีกประเด็นที่ว่า ในชีวิตจริงแล้วก่อนตัดสินใจลงทุนทำกิจการใดผู้ลงทุนไม่พิจารณาเฉพาะค่าเช่าเพียงอย่างเดียวต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ด้วย เช่น สภาพแวดล้อม ความสะดวกในการเข้าออก ที่ดินอยู่ใกล้หรือไกลจากบริษัทเพียงใด ประเด็นเหล่านี้จะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความคิดพิจารณาในวงกว้างขึ้น สามารถนำความคิดเช่นนี้ไปประยุกต์ในชีวิตจริงได้ เป็นการส่งเสริมทักษะกระบวนการให้เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในด้านการคิดอย่างถี่ถ้วนรอบคอบ กล้าแสดงความคิดเห็นและคิดอย่างมีวิจารณญาณอีกด้วย

ในการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมหรือให้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิด และแสดงเหตุผลได้ ผู้สอนไม่ควรดูเฉพาะคำตอบที่หาได้จากการคำนวณเท่านั้น คำตอบของปัญหาอาจมีมากกว่า 1 คำตอบ ขึ้นอยู่กับการให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลด้วย

วารสาร มีหน้า (2545: 35) ได้นำเสนอเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ช่วยพัฒนา/ทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์อื่น ๆ ดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้ และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่า มีความเป็นไปได้ หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น อย่างสมเหตุสมผล

อัมพร ม้าคนอง (2547: 101-102) กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงอาจเริ่มต้นง่าย ๆ จากการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกันดังตัวอย่างของกิจกรรมเพื่อฝึกการเชื่อมโยงต่อไปนี้

ในหมู่บ้านของท่านมีการประชุมเพื่อแสดงความคิดเห็นว่าควรจะเสนอทางราชการให้จัดตั้งจุดตรวจในหมู่บ้านหรือไม่ ในการประชุมมีบางกลุ่มที่เชื่อว่า การมีจุดตรวจของตำรวจอยู่ใกล้หมู่บ้าน จะช่วยลดปัญหาอาชญากรรม ในขณะที่บางกลุ่มเชื่อว่าความใกล้/ไกล จากจุดตรวจไม่ใช่ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดอาชญากรรม ที่ประชุมจึงได้ขอข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่ โดยได้ข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความใกล้/ไกลจากจุดตรวจ กับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรม

จำนวนกิโลเมตรที่จุดเกิดเหตุห่างจากจุดตรวจ	จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตร
1 -5	13
6 – 10	14
มากกว่า 10	16

ที่มา : อัมพร ม้าคนอง (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. หน้า 102.

1. จากข้อมูลดังกล่าว ท่านคิดว่าที่ประชุมควรสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความใกล้/ไกลจากจุดตรวจ กับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตรอย่างไร เพราะเหตุใด

2. มีบางคนในที่ประชุมพยายามใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อให้ข้อสรุปเชื่อถือได้มากขึ้น ท่านจะช่วยคนเหล่านั้นได้อย่างไร

การทำกิจกรรมในลักษณะนี้ ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงระหว่างความรู้คณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาเพื่อจะตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม การเชื่อมโยงในปัญหานี้ ผู้เรียนจะต้องคิดว่าจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์อะไรที่ตนมีอยู่ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล เนื่องจากข้อมูลในตัวอย่างนี้แตกต่างจากข้อมูลประเภทเดียวกันที่เคยพบในหนังสือเรียนหรือที่ผู้สอนสมมติขึ้น ผู้เรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์ เพื่อจะได้อธิบายข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผล และได้ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์กับชีวิตประจำวันเพื่อให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติจริง และมีทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยงนี้ ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น แล้วนำเสนองานต่อผู้สอนและผู้เรียน ให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

3.4 ลักษณะการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

นัทเซาลัส (เทอดเกียรติ วงศ์สมบูรณ์. 2547: 38; อ้างอิงจาก Natsaulas. 1993: 364-370) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างรูปสมมาตร (Symmetry Groups) ในคณิตศาสตร์ กับศิลปะและประวัติศาสตร์ว่า ที่ผ่านมามีการนำเอาวัฒนธรรมจากที่ต่าง ๆ มาเป็นต้นแบบในการผลิตและออกแบบสิ่งประดับและแตกต่างต่าง ๆ หรือเป็นภาพสัญลักษณ์ของพิธีการหรือสัญลักษณ์ทางศาสนาซึ่งหลายอย่างก็กล่าวมาเป็นคณิตศาสตร์โดยธรรมชาติ มีภาพที่สร้างมาจากการสะท้อนและการหมุนภาพบนระนาบ ดังนั้นประวัติศาสตร์และการผสมผสานทางศิลปะ ทำให้นักเรียนได้ศึกษาการสะท้อนและการหมุนภาพบนระนาบได้ เช่นเดียวกับมโนคติของรูปสมมาตร การศึกษารูปสมมาตรเพื่อให้เชื่อมโยงกับศิลปะและประวัติศาสตร์ ส่งเสริมความเข้าใจในการสร้างภาพบนระนาบและแสดงโครงสร้างพื้นฐานของพีชคณิตและเรขาคณิต

วาเชอร์ และ มิลรอย (Vacher & Mylroie. 2001: 640 – 641) ได้กล่าวถึง การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับธรณีวิทยาในการสำรวจถ้ำว่าถ้ำนั้นแตกต่างจากภูเขา ทะเลสาบหรือแม่น้ำตรงที่เราไม่สามารถเห็นปากถ้ำได้ในระยะไกล ไม่สามารถทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ หรือภาพถ่ายดาวเทียม ไม่สามารถบอกลักษณะภายในถ้ำได้จนกว่าเราจะเดินเข้าไปสำรวจภายใน

ภายในถ้ำนั้นยังทอดยาวออกไปหลายทาง จนไม่อาจทำนายส่วนปลายของถ้ำได้ จึงต้องมีวิธีการในการสำรวจ โดยหาความยาวของระยะทางในถ้ำเป็นส่วน ๆ และทิศทางแล้วเขียนแทนด้วยเวกเตอร์ การเขียนแผนที่ของถ้ำ จึงเป็นการแปลงข้อมูลของระยะทาง และมุมออกมาเป็นเวกเตอร์ในระบบสามมิติ

โอคอนเนอร์ (O'Connor. 2003: 38-40) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงวิชาพีชคณิตกับวิชาเคมี เขาอธิบายขั้นตอนที่เขาทำไปสู่การสร้างสรรค์ร่วมกันระหว่างหลักสูตรวิชาเคมีและวิชาพีชคณิต ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการจับคู่หลักสูตรพีชคณิตกับหัวข้อที่สอนในวิชาเคมี แม้ว่าการสอนจะราบรื่นก่อนที่จะพัฒนาการรวมหลักสูตรเคมีและพีชคณิต นักเรียนและผู้ร่วมงานมีการดำเนินความพยายามที่จะรวมความคิดรวบยอดในคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และขั้นตอนสำคัญในการนำไปสู่การขยายเป้าหมายตอนต้นให้นักเรียน มีการช่วยเหลือนักเรียนให้ประสบความสำเร็จในทั้งสองวิชา

ดวงเดือน อ่อนน่วม และคณะ (2547: 50) กล่าวถึงลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นไปได้หลายลักษณะดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างสูตร การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใน 2 ประเด็น คือ รูปสามเหลี่ยมเป็นครึ่งหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ ความกว้างคูณความยาว ดังนั้น สูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมคือ $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$

2. การเชื่อมโยงระหว่างเรื่องต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์ เช่น การลบเป็นการดำเนินการตรงข้ามของการบวก การคูณเป็นการบวกซ้ำ ๆ การคูณและการหารเป็นการดำเนินการตรงกันข้าม ร้อยละสัมพันธ์กับเศษส่วน การวัดสัมพันธ์กับเรขาคณิต

3. การเชื่อมโยงแบบจำลองหลาย ๆ แบบสู่ความคิดรวบยอดเดียวกัน เช่น การให้นักเรียนสร้างหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐานตามความต้องการของตนเองก็จะได้หน่วยที่ไม่เป็นมาตรฐานหลาย ๆ ลักษณะ แต่ทุกหน่วยนำไปสู่ความคิดรวบยอดเดียวกันว่าเป็นหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐาน

4. การเชื่อมโยงความคิดรวบยอดไปสู่วิธีคิดคำนวณ เช่น ในการเรียนรู้เรื่องหน่วยการวัด เด็กต้องเกิดความคิดรวบยอดว่าจำนวนต่าง ๆ จะมาบวกลบกันได้ต้องมีหน่วยการวัดเดียวกัน ดังนั้น ถ้าหากจำนวนเหล่านี้มีหน่วยต่างกันจึงต้องมีการเปลี่ยนหน่วยให้เหมือนกันก่อน

5. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้เป็นวิถีทางหนึ่งที่น่าสนใจส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การกำหนดหน่วยการเรียนรู้เปิดโอกาสให้เด็กได้ศึกษาสำรวจ สืบค้น เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ที่ตนสนใจ ได้มีโอกาสแสดงความคิดริเริ่ม ได้สร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ในขณะเดียวกัน ยังคงเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย หน่วยการเรียนรู้อาจเป็นหน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เอง หรือเป็นหน่วยการเรียนรู้กลางที่คณิตศาสตร์เรียนรู้ร่วมกับวิชาอื่น ๆ ก็ได้

อัมพร ม้าคนอง (2547: 104) กล่าวว่า ชีลด์และสวินสัน (Shield & Swinson, 1996) ได้เสนอแนวคิดในการใช้เอกสารเชื่อมโยง (Link Sheet) เป็นเครื่องมือในการฝึกการสื่อสาร โดยให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ตนเข้าใจออกมาในรูปของการเขียน เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับทราบ เอกสารดังกล่าวนอกจากจะใช้ฝึกทักษะการสื่อสารแล้วยังอาจใช้เพื่อฝึกทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ด้วย เนื่องจากมีส่วนหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนยกตัวอย่างในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของการเชื่อมโยงนั้นมีหลายลักษณะดังนี้

1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
4. การเชื่อมโยงความคิดรวบยอดไปสู่ชีวิตคิดคำนวณ
5. การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

ซึ่งครูควรจัดการเรียนรู้ตามความสามารถและตามความสนใจของผู้เรียน และนำลักษณะการเชื่อมโยงต่าง ๆ ไปใช้ให้เหมาะสม

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

เดริกเซล (Drexel. 1997: 2119-A) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างเศษส่วนธรรมดา (Common Fraction) กับเศษส่วนทศนิยม (Decimal Fraction) หรือเศษส่วนที่มีพหุคูณของ 10 เริ่มต้นที่เลือกนักเรียน 9 คน ซึ่งเป็นนักเรียนเกรด 6 ที่อยู่ต่างห้องเรียนกันมาทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงเศษส่วนธรรมดาและเศษส่วนทศนิยม โดยให้ทำข้อสอบเศษส่วนแบบเขียนตอบ และสัมภาษณ์ถึงการเรียนเรื่องเศษส่วนที่ผ่านมา เพื่อจะได้ทราบระดับความรู้และโมโนติเรื่องเศษส่วนของนักเรียน ปรากฏว่าโมโนติเรื่องเศษส่วนของนักเรียนมีอยู่จำกัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้บทเรียน 6 บทในการปูพื้นฐานโมโนติและทักษะเรื่องเศษส่วน และใช้บทเรียนเพียง 2 บท ในการเชื่อมโยงโมโนติของเศษส่วนธรรมดาและเศษส่วนทศนิยมกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากการใช้บทเรียนก็ทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถจำแนก เปรียบเทียบ ดำเนินการบวกและลบเศษส่วนทศนิยมได้ สามารถนำหลักการของเศษส่วนธรรมดาไปใช้กับเศษส่วนทศนิยมได้ ซึ่งข้อจำกัดนี้ชี้ว่า ความรู้ของนักเรียนยังมีปัญหาต่อการนำมาใช้ แต่จากการที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเศษส่วนธรรมดาและเศษส่วนทศนิยมมาสัมพันธ์กันได้ อาจมีความหมายต่อความเข้าใจโมโนติ และการดำเนินการในทศนิยม

อีริค (Eric. 2000: 500-508) ได้ศึกษาการสร้างการเชื่อมโยงระบบพิกัดจากจากความเข้าใจของนักเรียน ตัวแทนที่หลากหลายของฟังก์ชันที่มีอยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษา มีนักเรียนจำนวนมากที่มีความบกพร่องในความเข้าใจการเชื่อมโยงโดยเฉพาะความ

เข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างตัวแทนทางพีชคณิตและกราฟของฟังก์ชัน จากนักเรียน 178 คน ที่ลงทะเบียนเรียนพีชคณิตทางแคลคูลัส ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีการเชื่อมโยงความรู้โดยการใช้ตัวแทนทางพีชคณิตและตัวแทนเชิงกราฟของฟังก์ชันในการแก้ปัญหาของนักเรียน มีความถูกต้องในการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนได้มากกว่า

ลอว์สัน และชินนาแพน (Lawson and Chinnappan. 2000: 26-43) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานแก้ปัญหากับการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนและศึกษาต่อไปถึงตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหาและการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต ระหว่างนักเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ได้มากกว่า และยังสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ครูจัดตามแผนการสอนมาสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ และตัวชี้วัดความสามารถด้านการเชื่อมโยงมีผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาสูงกว่าตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหา จุดมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลกับครูในการหาวิธีสอนเพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ที่มีคุณภาพได้

แพนดิสซิโอ (Pandiscio. 2002: 216-221) ได้สำรวจการโยงมโนติการพิสูจน์กับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เรขาคณิตของนักศึกษาฝึกสอน โดยให้นักศึกษาฝึกสอน 4 คน (ชาย 2 คน หญิง 2 คน) แก้ปัญหาเรขาคณิตที่ไม่คุ้นเคยโดยใช้พื้นฐานมโนติของยูคลิดจำนวน 2 ข้อ ให้สร้างการพิสูจน์ตามรูปแบบที่ให้ผลออกมาเป็นรูปแบบกรณีทั่วไป และให้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต ผลปรากฏว่านักศึกษาฝึกสอนทั้ง 4 คนยอมรับว่า แม้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตจะไม่ได้ช่วยพิสูจน์แต่ก็เป็นเครื่องมือช่วยสร้างความรู้ลึก (Senses) ให้เกิดความเข้าใจความสัมพันธ์ในปัญหาหรือทฤษฎีบทเพื่อนำไปใช้ในการพิสูจน์ได้

เกนส์เบิร์ก (Gainsburg. 2007: online) กล่าวว่าคณิตศาสตร์ศึกษาจะเน้นความสำคัญเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันในการเรียนการสอน สิ่งตีพิมพ์ที่มีอยู่บ่งบอกถึงสภาพความเป็นจริงในห้องเรียนว่ามีการฝึกฝนเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันไม่บ่อยครั้งนัก และทำอย่างเร่งรีบ แต่ในการเรียนสองถึงสามครั้งจะมีการเน้นเฉพาะเพื่อสอบ ฉะนั้นทำอย่างไรที่ครูจะเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสำรวจครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมจำนวน 62 คน ในเรื่องความเข้าใจและการประยุกต์ใช้การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันจุดมุ่งหมายของงานวิจัยคือ การสร้างการเชื่อมโยงในการสอน และปัจจัยที่สนับสนุนและผลักดันให้มีการฝึกฝนการเชื่อมโยง ผู้วิจัยสังเกตครู 5 คน ในการใช้การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันภายในห้องเรียนและติดตามผลโดยการสัมภาษณ์ครู ผลการวิจัยพบว่าการสร้างการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันเป็นสิ่งสำคัญซึ่งเป็นดังที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้น และสนับสนุนสิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวกับจะอย่างไรในการช่วยเหลือ นักเรียนที่มีลักษณะแตกต่างกันในการเรียนคณิตศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สมบัติ แสงทองคำสุก (2545: บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงดังกล่าว หลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เทอดเกียรติ วงศ์สมบูรณ์ (2547: บทคัดย่อ) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยง เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงสามารถสอบผ่านเกณฑ์ที่มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01

นงลักษณ์ แก้วมาลา (2547: บทคัดย่อ) ได้สร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิธร แก้วรักษา (2547: บทคัดย่อ) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่องสถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ (E1/E2) 80/80 โดยมีประสิทธิภาพ 82.11/83.59 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันเรื่องสถิติเบื้องต้น สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัชดา ยাত্রา (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง

สูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลิลลา ดลภาค (2549: บทคัดย่อ) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนการสอนเรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงสามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรางคณา ยายหี (2549: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 96.88/97.36 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยชุดการเรียนแบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยชุดการเรียนแบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 65 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 65 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันนั้น ทำให้ผู้เรียนเห็นถึงการเชื่อมโยงศาสตร์ต่าง ๆ ทั้งการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งส่งผลทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีคุณค่า และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตได้

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

4.1 ความหมายของความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องครั้งนี้มีผู้ให้ความหมายของความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ดังนี้

สุปาณี สุนธิรัตน์ (2530: 18-19) ให้ความหมายของความอยากรู้อยากเห็นหรือความใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่าเป็นการเปิดใจกว้างเป็นการตั้งคำถามเพื่อที่จะรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2533: 6-17) ให้ความหมายของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่าเป็นการใช้วิธีการต่าง ๆ ที่ถูกต้องเหมาะสมในการมุ่งแสวงหาความรู้ เพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ

สมชาย ฐานวุฒโฒ (2533: 51) ให้ความหมายของผู้ที่มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนหรือผู้ที่เป็นพหุสูตว่า เป็นความเป็นผู้ฉลาดรู้ คือ ผู้ที่รู้จักเลือกเรียนในสิ่งที่ควรรู้ เป็นผู้ที่ศึกษาเล่าเรียนมามาก ได้ยินได้ฟังมามาก และเป็นคนช่างสังเกต ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เป็นต้นทางแห่งปัญญาทำให้เกิดความรู้สำหรับการบริหารชีวิต และเป็นกุญแจไขไปสู่ลาภยศสรรเสริญ และทุกสิ่งทีฟังปรารถนา

กรมวิชาการ (2540: 1-5) ให้ความหมายของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่าเป็นการแสวงหาความรู้อยู่เสมอ เป็นการเพิ่มพูนสติปัญญา ทำให้เป็นคนมีเหตุผลมีความรับผิดชอบ และมั่นใจในตนเอง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม

คณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ (2541: 6) ให้ความหมายของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนโดยอธิบายในรูปแบบของความสนใจใฝ่รู้ และสร้างสรรค์ว่าเป็นคุณลักษณะทางจิตใจ และพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความกระตือรือร้น สนใจคิดเสาะแสวงหาความรู้ด้านต่าง ๆ

กระทรวงศึกษาธิการ (2548: 9) ให้ความหมายของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่าเป็นการที่บุคคลมีความกระตือรือร้น ตั้งใจ มุ่งมั่นในการเรียน ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ สืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน จดบันทึก และสรุปองค์ความรู้

นิภา วงศ์สุรภินันท์ (2548: 4-5) ให้ความหมายของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่าเป็นคุณลักษณะทางจิตใจที่แสดงถึงความปรารถนา ความอยากรู้อยากเห็น ความกระตือรือร้น ความสนใจ ความพอใจที่จะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทั้งความรู้ด้านการเรียน และสภาพแวดล้อมรอบตัว มีความรู้เท่าทันวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาตนเอง และในการดำเนินชีวิตประจำวันได้ ซึ่งแบ่งเป็น 7 คุณลักษณะย่อย ได้แก่ 1) เห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ 2) อยากรู้อยากเห็น 3) ตั้งใจอย่างมีสติ 4) กล้าคิดริเริ่ม 5) เพียรพยายาม 6) การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 7) มีเหตุผล

วัฒนา พาผล (2551: 5) ให้ความหมายของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่า หมายถึง คุณลักษณะทางด้านจิตใจของผู้เรียนที่แสดงถึง การเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ความอยากรู้อยากเห็น ความตั้งใจ กล้าคิดริเริ่ม ความเพียรพยายาม และการใช้เหตุผลในการแสวงหาความรู้ การเรียน และในการทำสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งสามารถศึกษาค้นคว้าแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน หมายถึง คุณลักษณะของผู้เรียนที่แสดงถึง การเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ความอยากรู้อยากเห็น ความตั้งใจ การกล้าคิดริเริ่ม ความเพียรพยายาม การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และการมีเหตุผล ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนที่ผู้วิจัยสร้าง จำนวน 35 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็นคุณลักษณะย่อย ๆ ได้ 7 ด้าน ๆ ละ 5 ข้อ ดังนี้

1. การเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ หมายถึง การที่ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการแสวงหาความรู้ เห็นประโยชน์ของการเรียน และกิจกรรมที่สนับสนุนการเรียนทั้งในโรงเรียนและในชุมชน ให้ความสำคัญ และเห็นประโยชน์ของสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำข้อคิด ประสบการณ์ที่ดีของผู้อื่นที่อยู่รอบตัวมาปรับใช้ในการเรียน การแสวงหาความรู้ และการดำรงชีวิตของตน

2. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง การที่ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงความปรารถนาความสนใจที่จะรู้เรื่องต่าง ๆ ทั้งเรื่องเรียน และเรื่องรอบตัว ตลอดจนให้ความสนใจ ตื่นตัวว่องไว กระฉับกระเฉงรวดเร็ว และริบเร่งในการค้นหาความรู้ต่าง ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

3. ความตั้งใจ หมายถึง การที่ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงความเอาใจใส่ ไม่อวกแวก มีจิตใจจดจ่อต่อการเรียน และงานต่าง ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

4. การกล้าคิดริเริ่ม หมายถึง การที่นักเรียนนำแนวคิด หรือวิธีการใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำใคร มาปรับใช้ทั้งในเรื่องการเรียน การทำงาน และเรื่องต่าง ๆ รอบตัว ตลอดจนกล้านำเสนอแนวคิดใหม่ ๆ เมื่ออยู่ในสถานการณ์ที่มีสัมพันธภาพกับผู้อื่น

5. ความเพียรพยายาม หมายถึง การที่ผู้เรียนมีความมุ่งมั่น ขยันขันแข็งในการศึกษาหาความรู้ หรือทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายโดยไม่ย่อท้อต่อความยากลำบาก เพื่อให้การศึกษาหาความรู้ และงานที่ได้รับมอบหมายนั้นประสบความสำเร็จอย่างเต็มความสามารถ

6. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง หมายถึง การที่ผู้เรียนมีอิสระในการดำเนินการเรียนรู้ของตนเองโดยมีการวางแผนการเรียนรู้ เลือกแหล่งข้อมูลในการเรียนรู้ แสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เลือกทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนด้วยตนเอง

7. การมีเหตุผล หมายถึง การที่ผู้เรียนใช้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่รวมทั้งรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเพื่อประกอบ หรือสนับสนุนการตัดสินใจที่จะกระทำสิ่งต่าง ๆ ทั้งเรื่องเรียน และเรื่องรอบตัวอย่างสมเหตุสมผล

4.2 ความสำคัญของความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

การที่บุคคลจะเกิดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนนั้น จำเป็นต้องตระหนักถึงความสำคัญว่าเมื่อส่งเสริมให้เกิดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนแล้วจะทำให้เกิดประโยชน์อย่างไรต่อตนเอง และบุคคลรอบข้าง ดังนั้น การศึกษาความสำคัญของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อเป็นความรู้หรือแรงจูงใจในการที่จะเห็นคุณค่า คุณประโยชน์และตระหนักถึงความสำคัญแล้วใช้เป็นแนวทางในการสร้างเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะของความใฝ่รู้ใฝ่เรียน โดยจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องมีสถาบัน และนักวิชาการศึกษากล่าวถึงความสำคัญของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนไว้หลายทัศนะ ดังนี้

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา (2539: 1) ให้แนวคิดเกี่ยวกับความสำคัญของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่าจะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ใหม่ ๆ เป็นการพัฒนาตนเองให้มีความสามารถทางด้านวิชาการ วิชาชีพ รวมทั้งเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรอบรู้เท่าทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม อันจะทำให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาแนวทางที่เหมาะสมกับตนเองในการทำประโยชน์กับสังคม และลงมือปฏิบัติตามความสามารถของตนเองได้

เสาวนีย์ กานต์เดชารักษ์ (2542: 32) กล่าวเกี่ยวกับความสำคัญของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนอันเกิดจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า ผู้เรียนจะเกิดการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากการคิดวิเคราะห์ของบุคคลเกี่ยวกับการตระหนักในข้อมูล และการจัดกระทำต่อข้อมูลโดยใช้ความคิด และอ้างเหตุผลเชิงอุปนัย และนिरนัยได้อย่างถูกต้อง ซึ่งผู้ที่มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์จะสามารถควบคุมและตรวจสอบความจริงของข้อเสนอ หรือทฤษฎีต่าง ๆ ได้ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย และควบคุมสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างน่าเชื่อถือ และยังเกิดการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ โดยในส่วนของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์นี้จะเป็นการคิดหรือการผลิตสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาได้ โดยมีความเข้าใจในสิ่งนั้นอย่างถ่องแท้ เป็นการค้นพบแนวคิดใหม่ ความสัมพันธ์แบบใหม่ หรือมโนทัศน์ใหม่ทำให้มีแนวทางหลายแง่มุม หลากหลาย ตลอดจนผู้เรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการสืบสอบคุณค่าเป็นความสามารถของการตัดสินคุณค่าในการเลือกปัญหาในการแยกความแตกต่างระหว่างค่านิยมกับข้อเท็จจริง และกระทำการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้โดยไม่มีอคติ

น้อยทิพย์ ลิมยิ่งเจริญ (2547: 4) กล่าวเกี่ยวกับความสำคัญของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนและความรับผิดชอบต่อกลุ่มของนักเรียนว่า นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองและสามารถศึกษาค้นคว้าหาคำตอบได้ด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบ มีวินัย มีความสามัคคี รักความสะอาด พุดจาสุภาพ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วัฒนา พาผล (2551: 18) กล่าวถึงความสำคัญของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่า เมื่อบุคคลมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนแล้วจะทำให้บุคคลนั้นเกิดทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง มีความสามารถในการสืบสอบคุณค่า มีความรับผิดชอบ มีวินัย เกิดการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์เกิดการพัฒนาตนเองให้มีความสามารถทางด้านวิชาการ และวิชาชีพอจนเกิดความรู้ใหม่ ๆ ตลอดจนรู้เท่าทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม

จากความสำคัญของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า เป็นการทำให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ เป็นการพัฒนาเพื่อให้มีความสามารถทางด้านการศึกษาวิเคราะห์ ทำให้เกิดทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบ และเกิดการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

4.3 คุณลักษณะของผู้ที่มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

มีนักวิชาการศึกษาต่าง ๆ ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับคุณลักษณะผู้ที่มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนไว้ในหลายแนวคิด ดังนี้

สถาบันแนะแนวเบิร์กแมน (พรพรรณ อุทัยวี. 2544: 5; อ้างอิงจาก Bergman Consulting Consultation Services. 2001: 256-260) ให้ทัศนะเกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้เรียนที่มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่าจะมีพฤติกรรมได้แก่ มีความสามารถในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลข่าวสารที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่อย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันกับโลกปัจจุบัน มีทักษะในกระบวนการค้นคว้าและวิจัย เพื่อให้ทันกับเหตุการณ์ในโลกปัจจุบันที่ทุกคนจำเป็นต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์/วิจัย และประเมินผลข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างชาญฉลาด มีความสามารถในการเข้าถึงเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาอีกทั้งยังให้บริการได้อย่างทั่วถึงในทุกสถานที่ ไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา โอกาส และระยะทาง เสมือนว่าได้เรียนรู้ทั่วถึงกันในเวลาเดียวกันทั่วโลก มีวิธีการ และเทคโนโลยีที่จะร่วมมือกันเรียนรู้เพื่อให้เข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง และคุ้มค่าเกี่ยวกับองค์ความรู้ที่ได้จัดประเภทไว้โดยการจัดเครือข่ายของสังคม และองค์กรต่าง ๆ มีทักษะในการเพิ่มพูนองค์ความรู้ เป็นประชากรที่มีความรับผิดชอบเพื่อให้เกิดเอกลักษณ์ของตนเอง เพื่อสุขภาพที่ดีของชุมชน การเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมที่ดีในสังคมประชาธิปไตย และเป็นประชากรที่ดีของโลกยุคโลกาภิวัตน์ มีทักษะการเป็นผู้นำในโลกที่เราทั้งหลายกำลังถูกกดดันให้เป็นผู้ที่ต้องเสียสละให้มาก และมีการเรียนรู้การประเมินผลด้วยตนเอง คือ การพัฒนากระบวนการอย่างต่อเนื่องซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับตนเองในการเรียนรู้

พระราชวรมุณี (ประยุทธ์ ปยุตโต) (2530ข: 43-45) ได้กล่าวถึงความสนใจใฝ่รู้ใฝ่เรียน ตามแนวอิทธิบาท 4 ดังนี้

1. สร้างความพึงพอใจ (ฉันทะ) หมายถึง เป็นผู้ที่มีความต้องการจะกระทำหรือ ใฝ่ใจรักที่จะกระทำสิ่งนั้นอยู่เสมอ และทำให้ได้ผลดียิ่ง ๆ ขึ้นไป

2. ใช้ความเพียรพยายาม (วิริยะ) หมายถึง เป็นผู้มีความขยัน ความพยายาม ความเข้มแข็ง ความอดทน การเอาธุระใส่ใจต่องานที่รับผิดชอบไม่เกียจคร้าน

3. ความมีสติตั้งมั่น (จิตตะ) หมายถึง เป็นผู้มีความคิด ความตั้งใจรับรู้ในสิ่งที่ตนทำ ทำสิ่งนั้นด้วยความคิด มีจิตใจจดจ่อ ไม่ฟุ้งซ่านล่องลอย ไม่ขาดสติปั้าเปื้อ

4. หมั่นไตร่ตรองด้วยเหตุผล (วิมังสา) หมายถึง เป็นผู้มีความปัญญาพิจารณาไตร่ตรอง ครุ่นคิดใคร่ครวญ ตรวจสอบตรวหาเหตุผล ตรวจสอบข้อบกพร่องในสิ่งที่ทำ รู้จักวางแผน คิดค้น ตลอดจนหาวิธีปรับปรุงแก้ไข เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง การรู้จักช่วยเหลือและรับผิดชอบต่อตนเอง และการรู้จักเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น รู้สึกเห็นอกเห็นใจผู้อื่น (Empathy) อันจะนำมาซึ่งการรู้จักช่วยเหลือเอื้อเฟื้อต่อผู้อื่น รู้จักแบ่งปัน รู้จักให้ตลอดจนเสียสละโดยไม่หวังผลตอบแทน

พระสมชาย ฐานวุฑโฒ (2533: 52-53) ได้กล่าวถึง คุณลักษณะของผู้ที่ใฝ่รู้ใฝ่เรียน หรือ พหุสูตร มีลักษณะดังนี้

1. ความตั้งใจ คือ มีนิสัยชอบฟัง ชอบอ่าน ชอบค้นคว้า
2. ความตั้งใจจำ คือ มีความจำดี รู้จักจับสาระสำคัญ จับหลักให้ได้แล้วจำให้แม่นยำ
3. ความตั้งใจท่อง คือ ต้องฝึกท่องให้คล่องปาก ท่องให้ขึ้นใจ จำได้คล่องแคล่วชัดเจน ไม่ต้องพลิกตำรา โดยเฉพะพระธรรมคำสั่งสอนของพระพุทธเจ้า ซึ่งเป็นความจริงแท้แน่นอน และไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนวิชาการทางโลกยังมีการเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ เพราะยังไม่มีใครรู้จริง จึงควรท่องเฉพะที่สำคัญและหมั่นคิดหาเหตุผลด้วย
4. ความตั้งใจขบคิด คือ ใส่ใจนึกคิด ตรึกตรองหาเหตุผลให้เข้าใจตลอด พิจารณาให้เจนจบ นึกถึงครั้งใดก็เข้าใจไปทั้งหมด
5. ความแทงตลอดด้วยปัญญา คือ เข้าใจแจ่มแจ้งทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติความรู้อันเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2533: 6-15) ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับ คุณลักษณะของผู้ที่มีพฤติกรรมใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่าต้องเป็นคนที่ช่างสังเกต ช่างคิดช่างสงสัย มีเหตุผล มีความพยายาม มีความอดทน มีความคิดริเริ่ม และมีการทำงานอย่างมีระบบ

วินัย พัฒนรัฐ ; และคนอื่น ๆ (2538: 1) กำหนดคุณลักษณะของผู้ที่มีพฤติกรรมความใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่าเป็นบุคคลที่ชอบสังเกตสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว มักสงสัยชอบซักถามเกี่ยวกับเหตุการณ์สิ่ง ที่พบเห็น และเรื่องราวต่าง ๆ เป็นคนไม่อยู่นิ่ง ชอบศึกษาหาความรู้อยู่เสมอ ชอบอ่านหนังสือ ฟัง ข่าวสาร และสะสมภาพเกี่ยวกับความรู้มีความคิดสร้างสรรค์อยู่เสมอ เป็นคนขยันมานะบากบั่น มีความสนุกสนานกับการเรียนและการทำงาน

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา (2539: 1) ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับคุณลักษณะของการใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่า อาจแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ เช่น ซักถาม แสดงความคิดเห็น ชอบอ่านหนังสือ เป็นต้น

พฤติกรรมเหล่านี้เป็นสิ่งที่สำคัญที่ควรส่งเสริมสร้างให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน โดยใช้การฝึกทักษะต่าง ๆ เช่น การฟัง การอ่าน การคิด การเขียนและการทดสอบ ซึ่งล้วนเป็นทักษะพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ และเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน

สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ (2540: 14) กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความสนใจใฝ่รู้ใฝ่เรียน และสร้างสรรค์ต้องมีลักษณะดังนี้

1. มีความชอบ ชื่นชมและการเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ
2. มีความใฝ่ฝันและจินตนาการ
3. มีการแสวงหาแนวทางใหม่
4. มีความกระตือรือร้น อยากรู้อยากเห็น
5. มีความตั้งใจ การเอาใจใส่ทำให้ดีกว่าเดิมอยู่เสมอ
6. มีความกล้า การริเริ่มและการตัดสินใจ
7. มีความเพียรพยายาม มุ่งมั่น บากบั่น มีความสงบ มีสมาธิ ในการทำสิ่งต่าง ๆ

ไม่ย่อท้อ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2542: 37) กล่าวถึง ลักษณะของผู้ที่มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ดังนี้

1. มีนิสัยรักการอ่าน
2. มีความกระตือรือร้น
3. กล้าแสดงความคิดเห็น
4. ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
5. ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

กรมการศึกษานอกโรงเรียน (2542: 3) กล่าวถึง ตัวบ่งชี้ ของผู้ที่มีความสนใจใฝ่รู้ใฝ่เรียน และสร้างสรรค์ ดังนี้

1. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ
2. กระตือรือร้น อยากรู้อยากเห็น
3. ตั้งใจ เอาใจใส่ ทำให้ดีอยู่เสมอ
4. ริเริ่ม กล้าแสดงออกและตัดสินใจ

อารี พันธุ์มณี (2546: 19) กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่าเป็นบุคคลที่มีลักษณะรักเรียน ชอบการศึกษาอยู่เสมอ ตื่นตัวกับสิ่งแปลกใหม่รอบตัว หรือจากระบบการเรียน อยากรู้อยากเห็น สนใจ ติดตาม และแสวงหาความรู้ มีความรับผิดชอบต่อชีวิตตนเองและการงาน ติดตามข่าวสาร อ่านหนังสือ ดูโทรทัศน์ เรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง มีทัศนคติที่ดีต่อการศึกษาลดชีวิตเพื่อปรับตนเองให้ทันสมัย ทันยุคทันเหตุการณ์ ทันโลก ทันต่อการเปลี่ยนแปลง เพื่อให้สามารถอยู่ในสังคมแห่งการเรียนรู้ได้อย่างมีความสุข

น้อยทิพย์ ลิมยิ่งเจริญ (2547: 5) กล่าวเกี่ยวกับคุณลักษณะนักเรียนและความรับผิดชอบ ต่อกลุ่มและความใฝ่รู้ใฝ่เรียนไว้ว่าต้องเป็นผู้ที่ต้อตั้งใจเรียนและสนใจเรียน โดยจะต้องมีพฤติกรรม ได้แก่ การมีสมาธิเมื่อครูกำลังสอนหรือทำงานไม่เข้าเหยเพื่อนในขณะที่ครูกำลังสอน และไม่นอนหลับในขณะที่ครูกำลังสอน ศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย รู้จักตั้งคำถาม ทำงานที่ได้รับมอบหมายจนเสร็จและร่วมกิจกรรมอื่น ๆ ของโรงเรียนที่จัดขึ้น ตลอดจนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงขึ้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2548: 9) ได้กำหนดคุณลักษณะของผู้ที่มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่าเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้น ตั้งใจมุ่งมั่นในการเรียน ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์โดยการแสวงหาความรู้ สืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน จัดบันทึกสรุปความรู้และประสบการณ์ ถ่ายทอดและเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าให้แก่ผู้อื่น

จากคุณลักษณะที่แสดงให้เห็นว่าบุคคลมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนสามารถสรุปได้ว่ามีคุณลักษณะ ดังนี้

1. เป็นคนช่างสังเกต มีความกระตือรือร้น อยากรู้อยากเห็น และชอบตั้งคำถาม
2. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ กล้าคิด กล้าทำ และกล้าตัดสินใจ
3. มีความมุ่งมั่นในการเรียน มีเหตุผล มีความรับผิดชอบ และทำงานอย่างเป็นระบบ
4. มีความสามารถในการวิเคราะห์ วิจัย และประเมินผลข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างชาญฉลาด

ฉลาด

5. ทำงานที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ และใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์โดยการแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย

6. เผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าให้แก่ผู้อื่นอยู่เสมอ

7. มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และติดตามข้อมูลข่าวสารเพื่อให้ก้าวทันโลกแห่งการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

4.4 ทักษะพื้นฐานที่เอื้อต่อการใฝ่รู้ใฝ่เรียน

เนื่องจากการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้อย่างตนเองจากบุคคล หรือสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผู้กล่าวถึงทักษะพื้นฐานที่เอื้อต่อการใฝ่รู้ใฝ่เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา (2539: 1) กล่าวถึงทักษะพื้นฐานที่เอื้อให้เกิดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน คือ การฟัง การอ่าน การคิด การเขียนและการทดสอบ ซึ่งล้วนเป็นทักษะพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ และเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน

กรมวิชาการ (2540: 9) กล่าวถึงทักษะพื้นฐานในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมหรือกล่าวได้ว่า เป็นทักษะพื้นฐานที่เอื้อต่อคุณลักษณะนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียนไว้ 6 ทักษะ คือ

1. การฟัง เป็นความสามารถในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารซึ่งมีส่วนสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการคิดและการพูด การฟังจึงนับเป็นทักษะพื้นฐานในการแสวงหาความรู้
2. การถาม เป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้เกิดกระบวนการคิด และเกิดการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ คำถามที่ดีทำให้ผู้ถามเกิดการเรียนรู้ได้หลายระดับ ตั้งแต่ระดับความจำไปจนถึงระดับประยุกต์ วิเคราะห์และประเมินค่า
3. การคิด เป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยให้มนุษย์เห็นกาลไกล และสามารถควบคุมการกระทำของตนเองให้เป็นไปตามเจตนารมณ์การคิดอย่างมีเหตุผล และมีวิจารณญาณเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการเรียนรู้ การตัดสินใจ และการแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ของคน
4. การอ่าน เป็นความสามารถในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารโดยใช้กระบวนการรับรูนับเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งในการแสวงหาความรู้ การอ่านมิได้จำกัดเฉพาะการอ่านตัวอักษรเท่านั้น ยังรวมไปถึงการอ่านสถิติ ข้อมูลต่าง ๆ ด้วย
5. การเขียน เป็นความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ การคิด ทศนคติและความรู้สึกต่าง ๆ ออกมาเป็นลายลักษณ์อักษรให้ผู้อื่นเข้าใจ ทักษะการเขียนเป็นความสำคัญยิ่งต่อการค้นคว้า บันทึกเหตุการณ์ข้อมูล และความจริงที่ค้นพบจากการแสวงหาความรู้เพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐานอันจะนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาต่อไป
6. การทดลอง เป็นทักษะในการแสวงหาความรู้โดยการปฏิบัติจริงอย่างมีระบบเพื่อค้นหาความจริงและสามารถสรุปผลอย่างมีเหตุผลได้ด้วยตนเอง การฝึกทักษะการทดลองอยู่เสมอจะทำให้ผู้เรียนมีนิสัยรักการศึกษาทดลอง และนำไปใช้แก้ปัญหาได้

วัฒนา พาผล (2551: 21) กล่าวถึงทักษะพื้นฐานที่เอื้อให้บุคคลเกิดการใฝ่รู้ใฝ่เรียน ได้แก่ ทักษะการฟัง ทักษะการถาม (การพูด) ทักษะการอ่าน ทักษะการเขียน ทักษะการคิด และทักษะการทดลอง ซึ่งตัวผู้เรียน ผู้ปกครอง และครูสามารถนำทักษะเหล่านี้ไปเป็นทักษะพื้นฐานในการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะความใฝ่รู้ใฝ่เรียนต่อไปได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะพื้นฐานที่เอื้อต่อการใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนประกอบด้วย

1. ทักษะการฟัง เป็นความสามารถของผู้เรียนในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ด้วยการฟัง ซึ่งการฟังนี้ถือเป็นทักษะพื้นฐานของมนุษย์ในการรับรู้และในการแสวงหาความรู้
2. ทักษะการพูด เป็นความสามารถของผู้เรียนในการพูดหรือการถามสิ่งต่าง ๆ ที่เราอยากรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งการพูดหรือการถามนี้ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความกล้าคิด กล้าแสดงออก และกล้าแสดงความคิดเห็น ซึ่งถือว่าเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นทักษะหนึ่งที่ต้องปลูกฝังผู้เรียน
3. ทักษะการอ่าน เป็นความสามารถของผู้เรียนในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ด้วยการอ่าน ซึ่งทักษะการอ่านนี้ถือเป็นทักษะหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
4. ทักษะการคิด เป็นทักษะหนึ่งที่มีสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการคิดเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ คิดสิ่งใหม่ๆ เกิดจินตนาการที่ดี ซึ่งจะเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนอยู่เสมอ
5. ทักษะการเขียน เป็นความสามารถของผู้เรียนในการถ่ายทอดสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นความรู้ ความคิด เหตุผล หรือทัศนคติ ออกมาเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อช่วยให้ผู้ที่อ่านมีความเข้าใจ
6. ทักษะการทดลอง เป็นทักษะหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง อย่างเป็นระบบระเบียบ และเป็นขั้นตอน ซึ่งการทดลองจะช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นของจริง ฝึกการแก้ปัญหา และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตประจำวันได้

4.5 การวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

การวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของผู้เรียนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ ทั้งนี้เพื่อที่จะทราบว่าความใฝ่รู้ใฝ่เรียนเกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนหรือไม่ เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้จากการวัดเป็นข้อมูลพื้นฐานในการส่งเสริม และพัฒนาคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียนของตัวผู้เรียนให้มีมากขึ้นต่อไป จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนพบว่าสามารถทำได้หลายแนวทาง ดังนี้

น้อยทิพย์ ลิมยิ่งเจริญ (2547: 8) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความมีวินัยด้านความรับผิดชอบต่อกลุ่ม และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือในการวัดคุณลักษณะดังกล่าว คือ แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบประเมินพฤติกรรมตามตัวชี้วัดที่กำหนดขึ้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2548: 68) ได้เสนอแบบสรุปผลการประเมินคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียน ซึ่งเป็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนโดยเครื่องมือมีลักษณะเป็นมาตราประเมินค่าโดยให้ครูและผู้ปกครองเป็นผู้ประเมินนักเรียนโดยใช้แบบสอบถาม โดยให้ผู้ประเมินใส่ตัวเลขระดับที่ตรงกับการปฏิบัติของผู้ถูกประเมินตามความเป็นจริงโดยได้แบ่งระดับการปฏิบัติเป็น 3 ระดับคือ 1

หมายถึง ปฏิบัติน้อย หรือไม่เคยปฏิบัติ 2 หมายถึง ปฏิบัติเป็นบางครั้ง และ 3 หมายถึง ปฏิบัติเป็นประจำ ทั้งนี้ให้ผู้ประเมินทำการประเมินซ้ำถึง 3 ครั้งแล้วคูณผลสรุปจากการประเมิน

นิภา วงษ์สุรภินันท์ (2548: 60) สร้างแบบวัดคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียนสำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 โดยคุณลักษณะของเครื่องมือเป็นแบบสถานการณ์ 3 ตัวเลือก โดยวัดในด้านเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ด้านความอยากรู้อยากเห็น ด้านตั้งใจอย่างมีสติ ด้านกล้าคิดริเริ่ม ด้านความเพียรพยายาม ด้านการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ด้านมีเหตุผล โดยเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ให้ 3 คะแนน เมื่อเลือกตอบในตัวเลือกที่แสดงถึงการมีคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียนสูง ให้ 2 คะแนน เมื่อเลือกตอบในตัวเลือกที่แสดงถึงการมีคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียนปานกลาง และให้ 1 คะแนน เมื่อเลือกตอบในตัวเลือกที่แสดงถึงการมีคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียนต่ำ และใช้เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนคือ คะแนนตั้งแต่ 165-198 แสดงว่ามีคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียนอยู่ในระดับสูง คะแนนตั้งแต่ 99-164 แสดงว่ามีคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียนอยู่ในระดับปานกลาง และคะแนนตั้งแต่ 66-98 แสดงว่ามีคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียนอยู่ในระดับต่ำ

วัฒนา พามล (2551: 5) ได้วิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยสร้างแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนออกเป็น 7 ด้านคือ การเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ความอยากรู้อยากเห็น ความตั้งใจ การกล้าคิดริเริ่ม ความเพียรพยายาม การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และการมีเหตุผล โดยเกณฑ์การให้คะแนนจะแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 5 หมายถึง จริงมาก 4 หมายถึง จริงค่อนข้างมาก 3 หมายถึง จริงปานกลาง 2 หมายถึง จริงค่อนข้างน้อย และ 1 หมายถึง จริงน้อย และใช้เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนคือ 4.50-5.00 หมายถึง มีคุณลักษณะที่พิจารณาอยู่ในระดับมาก 3.50-4.49 หมายถึง มีคุณลักษณะที่พิจารณาอยู่ในระดับค่อนข้างมาก 2.50-3.49 หมายถึง มีคุณลักษณะที่พิจารณาอยู่ในระดับปานกลาง 1.50-2.49 หมายถึง มีคุณลักษณะที่พิจารณาอยู่ในระดับค่อนข้างน้อย และ 1.00-1.49 หมายถึง มีคุณลักษณะที่พิจารณาอยู่ในระดับน้อย

จากการศึกษาการวัดความใฝ่รู้ ผู้วิจัยสนใจวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนโดยใช้แบบสอบถามจำนวน 35 ข้อที่มีลักษณะเป็นมาตรประเมินค่า 5 ระดับ คือ 5 หมายถึง มากที่สุด ระดับ 4 หมายถึง มาก ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง ระดับ 2 หมายถึง น้อย และ ระดับ 1 หมายถึง น้อยที่สุด และเกณฑ์การแปลความหมายคะแนนเฉลี่ยรายข้อเป็นคือ 4.50 – 5.00 หมายถึง มีคุณลักษณะที่พิจารณาอยู่ในระดับมากที่สุด 3.50 – 4.49 หมายถึง มีคุณลักษณะที่พิจารณาอยู่ในระดับมาก 2.50 – 3.49 หมายถึง มีคุณลักษณะที่พิจารณาอยู่ในระดับปานกลาง 1.50 – 2.49 หมายถึง มีคุณลักษณะที่พิจารณาอยู่ในระดับน้อย 1.00 – 1.49 หมายถึง มีคุณลักษณะที่พิจารณาอยู่ในระดับน้อยที่สุด

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

งานวิจัยต่างประเทศ

เนื่องจากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวกับความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ผู้วิจัยยังไม่พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับความใฝ่รู้ใฝ่เรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงเสนองานวิจัยเกี่ยวกับความใฝ่รู้ใฝ่เรียนในสาขาอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางการวิจัย ดังนี้

สแตนเลย์และเจน (Stanley & Jan.1986: Online) ได้ทำการวิจัยเชิงคุณภาพเกี่ยวกับชีวิตของนักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญโดยใช้ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน สร้างสรรค์และการพัฒนามนุษย์ โดยมีนักวิทยาศาสตร์ 9 คน ที่มีส่วนร่วมในการวิจัย เป็นชาย 6 คน หญิง 3 คน ซึ่งมีอายุระหว่าง 42 – 73 ปี ซึ่งมีความแตกต่างกัน ในด้านวัฒนธรรมและความเป็นอยู่ โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง การสังเกตโดยตรงและกิจกรรมโดยใช้ Kilpatrick Cantrill Self Anchor Scale และ Life Metaphor Activities ในการรวบรวมเรื่องราวชีวิตของแต่ละคน การศึกษานี้ต้องการศึกษา คุณลักษณะเฉพาะของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน การสัมภาษณ์และการสังเกตเกี่ยวกับการพัฒนา และกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาให้เป็นนักวิทยาศาสตร์ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความเชื่อ ความหวัง ความดูแลเอาใจใส่ ความแตกต่างระหว่างบุคคล ความสร้างสรรค์ จุดมุ่งหมายและข้อจำกัด

แอนเดอร์สัน (Anderson. 2001: Online) ได้ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบระบบการสร้างความคิดของการใฝ่รู้ใฝ่เรียนในห้องทดลองและการพัฒนาความรู้ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 72 คน และเรียนหน่วย การเรียนที่เกี่ยวกับชีววิทยาผลของการศึกษา แสดงให้เห็นถึงระบบความคิดที่ต่อเนื่องในการเล่าเรื่องของนักเรียน ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าเฉลี่ย ที่มีการพัฒนาเกิดขึ้นภายหลังจากการทดลอง ในห้องทดลองกับคะแนนหน่วยสุดท้าย เกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ทางชีววิทยาและขอบเขตความถูกต้องของแนวคิด ผลจากการสาธิตจะทำให้นักเรียนที่ ทำคะแนนได้สูงจากการเขียนเล่าเรื่องไว้มากมายเกี่ยวกับความคิดต่อเนื่องที่สัมพันธ์กัน โดยใช้ เหตุผลสืบเนื่องมาจากความคิดพื้นฐานของการพัฒนาที่เปลี่ยนแปลง และซับซ้อนเพิ่มพูนไปตาม ชีวิตและความถี่ของค่าเฉลี่ยเหตุการณ์ของการจัดหมวดหมู่ความคิดระดับสูงในการบอกเล่าที่ออกมา และเพิ่มพูนขึ้นตามจำนวนของระบบความสัมพันธ์ในการคิด

แฟรงคลิน (Franklin.1986: Online) ได้ทำการศึกษาในชั้นเรียนเชิงคุณภาพ เพื่อสำรวจจินตนาการและความใฝ่รู้ใฝ่เรียนในการจัดสภาพแวดล้อมห้องเรียนของนักเรียนเกรด 8 โดยใช้กรอบแนวคิดของทฤษฎีการศึกษา และจิตวิทยาในการสร้างจินตนาการ โดยการจัดสภาพ ห้องเรียนคล้ายกับสถานีวิทยุ ครุจะทำการรวบรวมข้อมูลโดยใช้กล้องวีดีโอ สมุดโน้ต การบันทึก และสิ่งประดิษฐ์โดยสิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้นจะมีกรอบการอ้างอิงเหมือนวุฒิสภา ห้องเรียน จะเปลี่ยนแปลงไปสภาจำลองโดยใช้ภาษาของวุฒิสภา มีการทดสอบโดยวิเคราะห์เรื่องราวปฏิสัมพันธ์ของจินตนาการ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ซึ่งทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะเหมือนสมาชิกวุฒิสภา มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนที่เกี่ยวกับความคิด และการแสดงเหมือนสมาชิกวุฒิสภา การศึกษานี้มีข้อค้นพบดังนี้ มี

การพัฒนาความเข้าใจที่ซับซ้อนขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์เหมือนสมาชิกวุฒิสภา ที่สะท้อนให้เห็นกระบวนการของสมานิติบัญญัติ

มิลสัน (Milson, 2002: Online) ได้ทำการศึกษาโดยนำอินเทอร์เน็ตเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนการสอนวิชาสังคมศึกษา ซึ่งก่อนหน้านี้มีการสอนแบบสาคิต โดยได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 6 เพื่อค้นหาลักษณะของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนในการใช้อินเทอร์เน็ต ผลสรุปได้ดังนี้ นักเรียนมีการรับรู้คุณค่าและแหล่งเรียนรู้ทางอินเทอร์เน็ตมากขึ้น นักเรียนสามารถวางแผนเพื่อรวบรวมข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นนิสัยในการแสวงหาความรู้ของนักเรียน โดยเลือกทางที่มีอุปสรรคน้อยที่สุด ครูสามารถชี้แนะให้นักเรียนไปสู่การสร้างความใฝ่รู้ใฝ่เรียนในการใช้อินเทอร์เน็ตได้ ระดับความสามารถของนักเรียนในการดำเนินการค้นหาความรู้ การเข้าถึงและรับรู้คุณค่าของการแสวงหาความรู้ของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน

งานวิจัยในประเทศ

บุญชิต มณีโชติ (2540: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การจัดการเรียนการสอนแบบมีส่วนร่วมกับพฤติกรรมการใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักศึกษาพยาบาล โดยการให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามการจัดการเรียนการสอนแบบมีส่วนร่วม และแบบสอบถามพฤติกรรมการใฝ่รู้ใฝ่เรียน ซึ่งแบบสอบถามนี้สร้างโดยใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) พบว่านักศึกษาพยาบาลศึกษาชั้นปี 4 ได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนระดับปานกลาง และมีพฤติกรรมการใฝ่รู้ใฝ่เรียนค่อนข้างมาก การจัดการเรียนการสอนแบบมีส่วนร่วมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการใฝ่รู้ใฝ่เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิโรจน์ วัฒนานิมิตกุล (2540: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาพร้อมทั้งประเมินรูปแบบการสอน โดยใช้สาระอิงบริบทเพื่อส่งเสริมความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ของนักเรียนระดับประถมศึกษา และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต โดยใช้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลวิจัยปรากฏว่า รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ส่งเสริมความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียน นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะการแสวงหาความรู้มากกว่ากลุ่มควบคุม นักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อการแสวงหาความรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตหลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ชิตสุภางค์ ทิพย์เที่ยงแท้ (2542: บทคัดย่อ) ได้ทำการเปรียบเทียบพฤติกรรมการใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามพฤติกรรมการใฝ่รู้ใฝ่เรียนแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาพยาบาลต่อการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ผลการวิจัยปรากฏว่า ก่อนและหลังการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก นักศึกษาพยาบาลรู้ว่าตนเองมีพฤติกรรมการใฝ่รู้ใฝ่เรียน ในระดับค่อนข้างมาก และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความคิดเห็นต่อการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักพบว่า หลังเรียนนักศึกษาชอบการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมากขึ้นกว่าก่อนเรียน

มาสริน จันทร้งาม (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใฝ่รู้ใฝ่เรียน และความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณ ของนักศึกษาพยาบาลก่อนและหลังจากการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นวิจัย และเปรียบเทียบการใฝ่รู้ใฝ่เรียน และความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณ ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นวิจัย และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ประกอบการวิจัย คือ แผนการสอนเน้นวิจัย คู่มืออาจารย์ คู่มือนักศึกษา และแบบสอบถามความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยพบว่า การใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักศึกษาพยาบาล กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเน้นวิจัยหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณของกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบเน้นวิจัยก่อนและหลังการสอนไม่แตกต่างกัน การใฝ่รู้ใฝ่เรียนและความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณของนักศึกษาพยาบาลก่อนและหลังการสอนในกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบวิจัยและกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ ไม่แตกต่างกัน

ยุพิน โภคณาและคณะ (2544: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียนและเจตคติต่อคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลังการได้รับการพัฒนาโดยใช้ชุดกิจกรรม โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาประเมินคุณลักษณะนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียน นักเรียนประเมินตนเองในด้านคุณลักษณะนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียน และเจตคติต่อคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกันก่อนและหลังการพัฒนาโดยใช้ชุดกิจกรรม ผลปรากฏว่า คะแนนคุณลักษณะนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียนและเจตคติต่อคุณลักษณะนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียน อยู่ในระดับสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังได้รับการพัฒนาโดยใช้ชุดกิจกรรม

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2545: บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาการเรียนการสอนผ่านเว็บโดยใช้วิธีวิจัยและศึกษาผลการเรียนการสอนแบบเน้นวิจัย ผ่านเว็บที่มีต่อความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ของนิสิต เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ เว็บไซต์เพื่อการเรียนการสอนแบบเน้นวิจัย และแบบสอบถามเจตคติเกี่ยวกับความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ผลการวิจัยพบว่า ความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังจากเรียนแบบเน้นวิจัยผ่านเว็บไม่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียนจะเห็นว่า คุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียน เป็นคุณลักษณะที่จำเป็นที่จะต้องปลูกฝังให้กับผู้เรียน จะช่วยให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ มีความตั้งใจ มีความเพียรพยายาม และมีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากการที่ผู้เรียนแสดงออกมาให้เห็น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนซึ่งทำให้ทราบถึงระดับความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนและเพื่อเป็นการส่งเสริมและพัฒนาความใฝ่รู้ใฝ่เรียนได้ตามศักยภาพ เพื่อปรับตัวอยู่ในสังคมแห่งการเรียนรู้ได้อย่างมีความสุข

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

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

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 12 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 456 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดผู้เรียนของแต่ละห้องแบบลดความสามารถ

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) จากการจับฉลาก 1 ห้องเรียนจากนักเรียนทั้งหมด 12 ห้องเรียน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดผู้เรียนของแต่ละห้องแบบลดความสามารถ ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4. แบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

1. ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มัธยมศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.2 ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากตำราและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 วิเคราะห์ มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์แนวคิดการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1.4.1 สาระ

1.4.2 มาตรฐานการเรียนรู้

1.4.3 ตัวชี้วัด

1.4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) ด้านความรู้
- 2) ด้านทักษะ/กระบวนการ
- 3) ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.4.5 สาระการเรียนรู้

1.4.6 กิจกรรมการเรียนรู้ (โดยใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา

เป็นฐาน)

1.4.7 สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1.4.8 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

1.4.9 บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- ผลการสอน
- ปัญหาและอุปสรรค
- ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทั้งหมด 14 แผน ดังนี้

อัตราส่วนและสัดส่วน	จำนวน	2 แผน
สมการเชิงเส้นและระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	จำนวน	2 แผน
การวัด	จำนวน	2 แผน
ปริมาตร	จำนวน	2 แผน
สมบัติของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน และการนำไปใช้	จำนวน	2 แผน
ตรีโกณมิติ	จำนวน	2 แผน
สถิติและความน่าจะเป็น	จำนวน	2 แผน

1.6 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในชั้นกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเชื่อมโยงปัญหาและนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจะเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอนและปัญหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหา และสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่ผู้เรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองหรือเป็นกลุ่มด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้แล้ว

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้สอนให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม แล้วให้นักเรียนทำใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความชัดเจนและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดผลประเมินผล เพื่อนำข้อเสนอมาปรับปรุงแก้ไข

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะเรียบร้อยแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท ตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อยเพื่อนำไปใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

2. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นแบบอัตนัย มีจำนวน 4 ข้อ
ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ (สสวท.) เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.3 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ และเกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

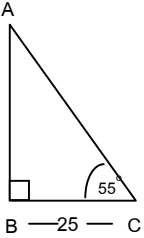
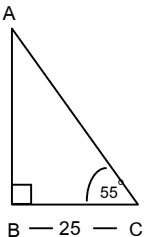
คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
3	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ มีการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้แก้ปัญหานั้นไม่ชัดเจน
2	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางขั้นตอน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวไม่ชัดเจน
1	การดำเนินการแก้ปัญหามีร่องรอยบางขั้นตอน อธิบายวิธีการไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ตามความสามารถในการแก้ปัญหา หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

ที่มา : ปรับปรุงจากกรมวิชาการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544: 121-

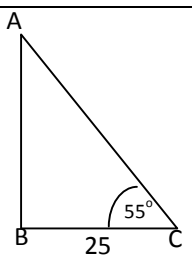
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ (0) ผูกลวดกับยอดเสาธง ตั้งลวดให้ตั้งผูกกับหมุดบนดิน ห่างจากโคนเสา 25 ฟุต ถ้าลวดทำมุมกับพื้นดิน 55° เสาธงต้นนี้สูงเท่าใด (กำหนด $\tan 55^\circ = 1.421$)

ตาราง 6 แนวทางการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แนวคำตอบ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
 <p>กำหนดให้ AB แทน ความสูงของเสาธง BC แทน ระยะที่หมุดอยู่ห่างจากเสาธง</p> $\tan 55^\circ = \frac{AB}{BC}$ <p>จากโจทย์กำหนดให้ $\tan 55^\circ = 1.421$</p> $BC = 25$ <p>ต้องการหา AB</p> <p>จะได้ $1.421 = \frac{AB}{25}$</p> $AB = 1.421 \times 25$ $AB = 35.525$ <p>ดังนั้น เสาธงต้นนี้สูง 35.525 ฟุต</p>	4	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
 <p>กำหนดให้ AB แทน ความสูงของเสาธง BC แทน ระยะที่หมุดอยู่ห่างจากเสาธง</p> <p>จะได้ $1.421 = \frac{AB}{25}$</p> $AB = 35.525$ <p>ดังนั้น เสาธงต้นนี้สูง 35.525 ฟุต</p>	3	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ มีการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้แก้ปัญหานั้นไม่ชัดเจน

ตาราง 6 (ต่อ)

แนวคำตอบ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
 <p>จากโจทย์กำหนดให้ $\tan 55^\circ = 1.421$ จะได้ $\tan 55^\circ = \frac{AB}{BC}$ $1.421 = \frac{AB}{25}$ $AB = 25 \cdot 1.421$ $AB = 23.879$ ดังนั้นเสาตรงต้นนี้สูง 23.879 ฟุต</p>	2	ใช้ยุทธวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางขั้นตอน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวไม่ชัดเจน
<p>จากโจทย์กำหนดให้ $\tan 55^\circ = 1.421$ จะได้ $\tan 55^\circ = \frac{X}{25}$ $1.421 = \frac{X}{25}$</p>	1	การดำเนินการแก้ปัญหา มีร่องรอยบางขั้นตอน อธิบายวิธีการไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
	0	ไม่มีร่องรอยการแก้ปัญหา

2.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์ในการให้คะแนน ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ แล้วนำมาคำนวณหาค่า IOC และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอมารับปรุงแก้ไข ผลการพิจารณา IOC มีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00

2.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ที่เรียนเรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาแล้ว จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ และตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์

2.7 นำผลการทดลองมาวิเคราะห์เป็นรายข้อโดยพิจารณาจากดัชนีค่าความยากง่าย (P_E) และดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) พร้อมกับคัดเลือก โดยใช้วิธีของวิทนีและซาเบอร์ส(Whitney and Sabers) เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตามเกณฑ์ ตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิจัยได้ค่าความยากง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง 0.48 – 0.59 และค่า

อำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.51 – 0.61 คัดเลือกให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยคัดเลือกไว้จำนวน 4 ข้อ

2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน ที่เรียน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาแล้ว เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตนัยโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:200) ซึ่งผลการวิจัยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.79 แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้ไปเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นแบบอัตนัย มีจำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3.2 ศึกษาเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ (สสวท.) เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.3 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน ๆ ละ 2 ข้อ คือ ตอนที่ 1 วัดทักษะการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ ตอนที่ 2 วัดทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และตอนที่ 3 วัดทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ตอนละ 4 ข้อ รวมทั้งสิ้นจำนวน 12 ข้อและเกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ศาสตร์อื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา เพื่ออธิบายข้อสรุปได้อย่างชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
3	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา เพื่ออธิบายข้อสรุปได้แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
2	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน และอธิบายข้อสรุปไม่ถูกต้อง
1	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหายังไม่เหมาะสม แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0	ไม่มีการเชื่อมโยง/ไม่มีร่องรอยในการหาคำตอบ

ที่มา : ปรับปรุงจากกรมวิชาการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*: 121-123

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ (0) นครินทร์มีเหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาท รวมกันได้ 78 เหรียญ คิดเป็นเงินรวมกันได้ 640 บาท จงหว่านครินทร์มีเหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาท อย่างละกี่เหรียญ

ตาราง 8 แนวทางการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แนวคำตอบ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
ให้ นครินทร์มีเหรียญ 5 บาท x เหรียญ และมีเหรียญ 10 บาท y เหรียญ เหรียญ 5 บาทและเหรียญ 10 บาทรวมกันได้ 78	4	มีการนำความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่ออธิบายข้อสรุป

ตาราง 8 (ต่อ)

แนวคำตอบ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
<p>เหรียญ จะได้ $x + y = 78$ .....(1) คิดเป็นเงินรวมกันได้ 640 บาท จะได้ $5x + 10y = 640$ .....(2) (1) x 5 ; $5x + 5y = 390$ .....(3) (2) - (3) ; $5y = 250$ $y = 50$ แทนค่า $y = 50$ ลงใน (1) จะได้ $x + 50 = 78$ $x = 78 - 50$ $x = 28$ ดังนั้น นครินทร์มีเหรียญ 5 บาท 28 เหรียญ เหรียญ 10 บาท 50 เหรียญ</p>		ได้อย่างชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
<p>ให้ นครินทร์มีเหรียญ 5 บาท x เหรียญ และมีเหรียญ 10 บาท y เหรียญ เหรียญ 5 บาทและเหรียญ 10 บาทรวมกันได้ 78 เหรียญ จะได้ $x + y = 78$ .....(1) คิดเป็นเงินรวมกันได้ 640 บาท จะได้ $5x + 10y = 640$ .....(2) (1) x 5 ; $5x + 5y = 390$ .....(3) (2) - (3) ; $5y = 250$ $y = 50$ แทนค่า $y = 50$ ลงใน (1) จะได้ $x + 50 = 78$ $x = 78 - 50$ $x = 28$ ดังนั้น นครินทร์มีเหรียญ 5 บาท 50 เหรียญ เหรียญ 10 บาท 28 เหรียญ</p>	3	มีการนำความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่ออธิบายข้อสรุปได้แต่คำตอบไม่ถูกต้อง

ตาราง 8 (ต่อ)

แนวคำตอบ	คะแนน	ผลที่ปรากฏให้เห็น
<p>ให้ นครินทร์มีเหรียญ 5 บาท x เหรียญ และมีเหรียญ 10 บาท y เหรียญ เหรียญ 5 บาทและเหรียญ 10 บาทรวมกันได้ 78 เหรียญ จะได้ $x + y = 78$ .....(1) คิดเป็นเงินรวมกันได้ 640 บาท จะได้ $5x + 10y = 640$ .....(2) (1) $\times 5$; $5x + 5y = 390$ .....(3) (2) $-$ (3) ; $5y = 250$ $y = 5$ ดังนั้นนครินทร์มีเหรียญ 10 บาท 5 เหรียญ มีเหรียญ 5 บาท เป็น $78 - 5 = 73$ เหรียญ</p>	2	มีการนำความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้บางส่วน แต่อธิบายข้อสรุปไม่ถูกต้อง
<p>ให้ นครินทร์มีเหรียญ 5 บาท x เหรียญ และมีเหรียญ 10 บาท y เหรียญ เหรียญ 5 บาทและเหรียญ 10 บาทรวมกันได้ 78 เหรียญ จะได้ $x + y = 78$ .....(1) คิดเป็นเงินรวมกันได้ 640 บาท จะได้ $x + y = 640$ .....(2)</p>	1	มีการนำความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างไม่เหมาะสม แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
<p>นครินทร์มีเหรียญ 5 บาท x เหรียญ มีเหรียญ 10 บาท y เหรียญ รวมกันได้ 78 เหรียญ</p>	0	ไม่มีการเชื่อมโยง

3.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์ในการให้คะแนนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ แล้วนำมาคำนวณหาค่า IOC และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอมารับปรุงแก้ไข ผลการพิจารณา IOC มีค่าเท่ากับ 1 ทุกข้อ

3.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ที่เรียนเรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาแล้ว จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก

และค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ และตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์

3.7 นำผลการทดลองมาวิเคราะห์เป็นรายชื่อโดยพิจารณาจากดัชนีค่าความยากง่าย (P_E) และดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) พร้อมกับคัดเลือก โดยใช้วิธีของวิทนีย์และซาเบอร์ส(Whitney and Sabers) เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตามเกณฑ์ ตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิจัยได้ค่าความยากง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง 0.43 – 0.58 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.40 – 0.63 คัดเลือกให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยคัดเลือกไว้จำนวน 6 ข้อ

3.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน ที่เรียนเรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาแล้ว เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตนัยโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 200) ซึ่งผลการวิจัยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.88 แล้วนำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้ไปเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. ขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

แบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียน มีจำนวน 35 ข้อ มีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความใฝ่รู้ใฝ่เรียน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

4.2 ศึกษางานวิจัย และพัฒนาแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนจาก วัฒนา พาผล (2551: 194-197) และนิภา วงษ์สุรภินันท์ (2548: 114-129)

4.3 กำหนดคุณลักษณะของความใฝ่รู้ใฝ่เรียนเป็น 7 ด้าน ๆ ละ 5 ข้อ คือ การเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ความอยากรู้อยากเห็น ความตั้งใจ การกล้าคิดริเริ่ม การมีเหตุผล การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และความเพียรพยายาม

4.4 สร้างแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน จำนวน 70 ข้อ ลักษณะของแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนมีลักษณะเป็นมาตราประเมินค่า 5 ระดับ ดังนี้

มากที่สุด	ได้ 5 คะแนน
มาก	ได้ 4 คะแนน
ปานกลาง	ได้ 3 คะแนน
น้อย	ได้ 2 คะแนน

น้อยที่สุด ได้ 1 คะแนน

4.5 นำแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนและเกณฑ์ในการให้คะแนนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบแล้วนำมาคำนวณหาค่า IOC และคัดเลือกแบบสอบถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอมารับปรุงแก้ไข ผลการพิจารณา IOC มีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00

4.6 นำแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน จำนวน 70 ข้อ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จำนวน 100 คน แล้วนำผลที่ได้มาหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้ t-test (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536: 139-140) แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกที่ค่า t ตั้งแต่ 1.700 ขึ้นไปไว้ด้านละ 5 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 35 ข้อ ซึ่งผลการวิจัยได้ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ (t) อยู่ระหว่าง 4.005 - 11.075

4.7 นำแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนที่คัดเลือกไว้แล้วไปหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 248) ซึ่งผลการวิจัยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเท่ากับ 0.91

4.8 นำแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนที่ได้ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อ แล้วขีดเครื่องหมาย \surd ลงในช่องที่ตรงกับระดับความเป็นจริงมากที่สุดโดยมีหลักเกณฑ์ในการเลือกดังนี้

มากที่สุด	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงของตัวนักเรียนมากที่สุด
มาก	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงของตัวนักเรียนมาก
ปานกลาง	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงของตัวนักเรียนปานกลาง
น้อย	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงของตัวนักเรียนน้อย
น้อยที่สุด	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงของตัวนักเรียนน้อยที่สุด

ตาราง 9 แบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

ข้อความ	ระดับความเป็นจริง				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<p>การเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ</p> <p>(0) ข้าพเจ้าชอบอ่านหนังสือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพราะคิดว่าความรู้ที่ได้มีประโยชน์ต่อการเรียน</p>					
<p>ความอยากรู้อยากเห็น</p> <p>(0) เมื่อครูมอบหมายงานให้ค้นคว้าในเรื่องที่สนใจ ข้าพเจ้าจะรีบศึกษาค้นคว้าทันที</p>					
<p>ความตั้งใจ</p> <p>(0) ในขณะที่เรียน ข้าพเจ้าจะเอาใจใส่ในสิ่งที่เรียนโดยไม่คิดถึงเรื่องอื่น</p>					
<p>การกล้าคิดริเริ่ม</p> <p>(0) ในการทำงานกลุ่มหากข้าพเจ้ามีความคิดเห็นที่แปลกใหม่จะเสนอแนวคิดนั้นทันที</p>					
<p>ความเพียรพยายาม</p> <p>(0) เมื่อได้รับมอบหมายงานจากครู ข้าพเจ้าจะทำงานอย่างเต็มที่ เพื่อให้ทำงานสำเร็จตามเป้าหมาย</p>					
<p>การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง</p> <p>(0) เมื่อมีเวลาว่างข้าพเจ้าจะค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องที่สนใจด้วยตนเอง</p>					
<p>การมีเหตุผล</p> <p>(0) เมื่อประสบปัญหาในการทำงานกลุ่ม ข้าพเจ้ามีการรับฟังความคิดเห็นจากสมาชิกเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง</p>					

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 249)

ตาราง 10 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง
 X แทน วิธีสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน
 T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 1 ห้อง เป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ และผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงรูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อที่จะได้ปฏิบัติได้ถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ไปทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ เป็นคะแนนก่อนเรียน(Pretest)
4. ดำเนินการทดลอง โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 36 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง
5. ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยนำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนซึ่งเป็นชุดเดียวกับชุดแรก แล้วบันทึกผลคะแนนหลังเรียน

6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบและแบบสอบถาม นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้วิธีทางสถิติต่อไป

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน
2. หาค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
3. หาค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 73)

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

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

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 79)

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

เมื่อ s แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว
 $(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539: 248-249)

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

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

2.2 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เพื่อวิเคราะห์แบบทดสอบ รายข้อ
 แบบทดสอบแบบอัตนัย โดยใช้วิธีของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ
 และอังคณา สายยศ. 2539: 199-201)

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

เมื่อ D แทน อำนาจจำแนก
 S_U แทน ผลรวมของคะแนนนักเรียนกลุ่มเก่ง
 S_L แทน ผลรวมของคะแนนนักเรียนกลุ่มอ่อน
 X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
 X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
 N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มเก่งหรือของกลุ่มอ่อน

2.3 หาดัชนีความยากง่ายของแบบทดสอบ แบบทดสอบแบบอัตนัย โดยใช้วิธีของ
 วิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539:
 199-200)

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

เมื่อ P_E แทน ดัชนีค่าความยากง่าย
 S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
 S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
 X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
 X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
 N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มเก่งหรือของกลุ่มอ่อน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัยโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α –
 Coefficient) ของครอนบัค (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 200)

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

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อในแบบทดสอบ
	s_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.5 หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบสอบถ้าวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนโดยใช้ t-test (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536. 139: 140)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{s_H^2}{n_H} + \frac{s_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบประเมิน
	\bar{X}_H	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	\bar{X}_L	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	s_H^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มสูง
	s_L^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 ข้อที่ 3 และข้อที่ 5 โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2540: 248)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าพิจารณาใน t - Distribution
	D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และข้อที่ 4 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample
(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2540: 240)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t - Distribution
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ
	μ_0	แทน	เกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่ตั้งไว้ ($\mu_0 = 65\%$)
	s	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ
	n	แทน	จำนวนนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลจากการทดลองและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม)
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
t	แทน	ค่าสถิติที่นำมาใช้การพิจารณาใน t-Distribution
n-1	แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of freedom)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 65
3. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
4. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 65
5. เปรียบเทียบความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ใช้สูตร t-test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การทดสอบ	n	k	\bar{X}	s	t
ก่อนการทดลอง	36	16	8.75	2.37	11.09**
หลังการทดลอง	36	16	11.64	1.49	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ใช้สูตร t-test for One Sample ผลปรากฏดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 65

การทดสอบ	n	k	\bar{X}	s	$\mu_0 = 65$	t
หลังการทดลอง	36	16	11.64	1.49	10.4	4.96**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 11.64 คิดเป็นร้อยละ 72.75 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65

3. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ใช้สูตร t-test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	การทดสอบ	n	k	\bar{X}	s	t
การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์	ก่อนการทดลอง	36	8	4.39	1.11	7.52**
	หลังการทดลอง	36	8	5.81	1.37	
การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ	ก่อนการทดลอง	36	8	2.86	1.36	8.93**
	หลังการทดลอง	36	8	5.14	1.44	
การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	ก่อนการทดลอง	36	8	3.83	1.17	10.79**
	หลังการทดลอง	36	8	6.08	1.04	
ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน	ก่อนการทดลอง	36	24	10.94	3.15	10.04**
	หลังการทดลอง	36	24	17.03	3.10	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

และเมื่อจำแนกเป็นรายด้าน ได้แก่ 1) การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ 2) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 3) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ก็ปรากฏผลเช่นเดียวกัน แสดงว่า การสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันสูงขึ้น

4. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 65 ใช้สูตร t-test for One Sample ผลปรากฏดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 65

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	n	k	\bar{X}	s	$\mu_0=65$	t
การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์	36	8	5.81	1.37	5.2	2.65**
การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ	36	8	5.14	1.44	5.2	-0.25
การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	36	8	6.08	1.04	5.2	5.18**
ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน	36	24	17.03	3.10	15.6	2.75**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 17.03 คิดเป็นร้อยละ 70.96 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65

และเมื่อจำแนกเป็นรายด้านพบว่า ทักษะการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 5.81 และ 6.08 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 72.63 และ 76 ตามลำดับ แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65

แต่ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 5.14 คิดเป็นร้อยละ 64.25 แสดงว่า ไม่มีหลักฐานยืนยันว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65

5. เปรียบเทียบความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ใช้สูตร t-test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 15

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน	การทดลอง	n	k	\bar{X}	s	t
การเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ	ก่อนการทดลอง	36	25	14.94	2.68	4.09**
	หลังการทดลอง	36	25	15.47	2.46	
ความอยากรู้อยากเห็น	ก่อนการทดลอง	36	25	14.83	3.52	3.04**
	หลังการทดลอง	36	25	15.22	3.22	
ความตั้งใจ	ก่อนการทดลอง	36	25	16.92	3.05	3.41**
	หลังการทดลอง	36	25	17.33	2.90	
การกล้าคิดริเริ่ม	ก่อนการทดลอง	36	25	13.28	3.67	5.38**
	หลังการทดลอง	36	25	14.14	3.30	
ความเพียรพยายาม	ก่อนการทดลอง	36	25	16.89	2.98	2.84**
	หลังการทดลอง	36	25	17.33	2.73	
การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง	ก่อนการทดลอง	36	25	15.94	3.93	2.58**
	หลังการทดลอง	36	25	16.25	3.64	
การมีเหตุผล	ก่อนการทดลอง	36	25	18.50	3.56	3.26**
	หลังการทดลอง	36	25	19.03	3.33	
ความใฝ่รู้ใฝ่เรียนรวมทั้ง 7 ด้าน	ก่อนการทดลอง	36	175	111.30	19.10	9.16**
	หลังการทดลอง	36	175	114.83	17.52	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รวมทั้ง 7 ด้าน ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนสูงขึ้น

และเมื่อจำแนกเป็นรายด้าน ได้แก่ 1) ด้านการเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ 2) ด้านความอยากรู้อยากเห็น 3) ด้านความตั้งใจ 4) ด้านการกล้าคิดริเริ่ม 5) ด้านความเพียรพยายาม 6) ด้านการศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง 7) ด้านการมีเหตุผล ก็ปรากฏผลเช่นเดียวกัน แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ด้านการเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ด้านความอยากรู้อยากเห็น ด้านความตั้งใจ ด้านการกล้าคิดริเริ่ม ด้านความเพียรพยายาม ด้านการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และด้านการมีเหตุผลสูงขึ้น

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ ความรู้พื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 65
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 65
5. เพื่อเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สมมติฐานของการวิจัย

1. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65
3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65

5. ความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วิธีการดำเนินการของการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) จากการจับฉลาก 1 ห้องเรียนจากนักเรียนทั้งหมด 12 ห้องเรียน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดผู้เรียนของแต่ละห้องแบบละความสามารภ ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง 0.48 – 0.59 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.51 – 0.61 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.79
3. แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง 0.43 – 0.58 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.40 – 0.63 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.88
4. แบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน จำนวน 35 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (t) อยู่ระหว่าง 4.005 – 11.075 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.91

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 1 ห้อง เป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ และผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงรูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติได้ถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ไปทำการ

ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ เป็นคะแนนก่อนเรียน(Pretest)

4. ดำเนินการทดลอง โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 36 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง

5. ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยนำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนซึ่งเป็นชุดเดียวกับชุดแรก แล้วบันทึกผลคะแนนหลังเรียน

6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบและแบบสอบถาม นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้วิธีทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples
2. วิเคราะห์คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ t-test for One Sample
3. วิเคราะห์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้านและแยกเป็นรายด้าน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples
4. วิเคราะห์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้านและแยกเป็นรายด้านเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ t-test for One Sample
5. วิเคราะห์คะแนนความใฝ่รู้ใฝ่เรียนโดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

สรุปผลการวิจัย

1. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อจำแนกเป็นรายด้าน ได้แก่ 1) การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ 2) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และ 3) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อจำแนกเป็นรายด้านพบว่า ทักษะการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อจำแนกเป็นรายด้าน ได้แก่ 1) ด้านการเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ 2) ด้านความอยากรู้อยากเห็น 3) ด้านความตั้งใจ 4) ด้านการกล้าคิดริเริ่ม 5) ด้านความเพียรพยายาม 6) ด้านการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และ 7) ด้านการมีเหตุผล หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ผลการวิจัยครั้งนี้ อภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากผลการวิจัย พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรูปแบบหรือวิธีการเรียนรู้ที่ใช้การตั้งคำถามหรือปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางผู้เรียนให้เกิดความสนใจอยากรู้ ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และเป็นการพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ซึ่งในการจัดการเรียนรู้นั้นครูผู้สอนจะคอยกระตุ้นความคิดของผู้เรียน โดยถามสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ซึ่งสอดคล้องกับ สิริพร ทิพย์คง (2544ก:157-159)

กล่าวว่า ควรให้อิสระในการคิดแก่นักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าจะสามารถใช้ความคิดรวบยอด ทักษะและหลักการใดในการแก้ปัญหาโจทย์นั้น ๆ ทดสอบว่านักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหานั้น ๆ โดยการถามถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ และจากการฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาอยู่เป็นประจำก็จะสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไคด์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดฝึกกระทำบ่อย ๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องและสามารถทำได้ดีกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก และยังสอดคล้องกับ วอลตัน และแมททิวส์ (Walton; & Matthews. 1998: 456-459) กล่าวว่า “การให้ปัญหาตั้งแต่ต้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และถ้านักเรียนแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนจำเนื้อหาความรู้ที่ได้นั้นได้ง่ายและนานขึ้น เพราะมีประสบการณ์ตรงในการแก้ปัญหาด้วยความรู้ดังกล่าว ปัญหาที่ใช้เป็นตัวกระตุ้นมักเป็นปัญหาที่ต้องการคำอธิบายหรือความรู้จากหลาย ๆ วิชา ทำให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ความต่อเนื่อง” ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น น่าจะส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เช่นเดียวกับงานวิจัยของ เบลเลอร์ (Boaler. 1998: 41-62) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีทักษะทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น เช่น ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจ การสร้างตัวแบบ ทักษะการให้เหตุผล และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ราตรี เกตุบุตรดา (2546:98-103) ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

2. จากผลการวิจัย พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

2.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยจะกำหนดปัญหาให้กับผู้เรียนและให้เวลาผู้เรียนทุกคนในการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ และรอบคอบ อีกทั้งผู้วิจัยจะคอยใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียนรวมถึงสร้างบรรยากาศในการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกไม่เครียดจนเกินไป ซึ่งสอดคล้องกับ สิริพร ทิพย์คง (2544ข: 5) ที่กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรให้เวลากับนักเรียนมากพอในการคิดแก้ปัญหา คำนี้ถึงความรู้พื้นฐานที่นักเรียนจะต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเหล่านั้น สร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหา ให้กำลังใจและการกระตุ้นให้นักเรียนคิด

2.2 ในการนำเสนอปัญหานั้นจะต้องเป็นปัญหาที่สามารถพบได้จริง และเป็นปัญหาที่ผู้เรียนอาจไม่เคยพบมาก่อน จึงทำให้ผู้เรียนมีความสนใจเรียน และมีความกระตือรือร้นที่จะคิดหาคำตอบของปัญหานั้น ซึ่งสอดคล้องกับกรมวิชาการ (2544ก: 205) กล่าวว่า “ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหา

สาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์กับชีวิตประจำวัน”

3. จากผลการวิจัย พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยมีการสอดแทรกสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาโดยการเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เช่น รูปทรงเรขาคณิต ปริมาตร มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงความรู้เข้าด้วยกันได้ สอดคล้องกับที่เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps, 1994: 194-198) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า “การเชื่อมโยงควรสร้างให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ในระหว่างการสอน ให้นักเรียนทำในสิ่งที่เป็นรูปธรรมและแปลงการกระทำนั้นมาเป็นรูปภาพ แผนผัง กราฟ และสัญลักษณ์” ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นนี้ น่าจะทำให้ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้”

เช่นเดียวกับงานวิจัยของ โทมัสและซานเตียโก(Thomas & Santiago, 2002: 484-488) กล่าวว่า “การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ถ้านำไปปฏิบัติโดยมีการจัดการเรียนรู้ในเชิงสร้างสรรค์ นักเรียนจะเกิดความตื่นเต้น และกระตือรือร้นที่จะเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนรักในการเรียนคณิตศาสตร์” และสอดคล้องกับงานวิจัยของ บงกชรัตน์ สมานสินธุ์ (2551: บทคัดย่อ) ซึ่งได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. จากผลการวิจัย พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 แต่เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน ได้แก่ การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน จะพบว่า การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ที่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

4.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยนำสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา จึงส่งผลให้ทักษะการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันที่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 และยังส่งผลให้ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 ซึ่งสอดคล้องกับ เฮาว์ด การ์ดเนอร์ (Gardner Howard. 1983: 60-61) กล่าวว่า “ความสามารถทางเชาว์ปัญญาของมนุษย์นั้นหมายถึงความสามารถในการแก้ปัญหาที่เป็นปัญหาที่แท้จริงหรือเป็นอุปสรรคที่ได้เผชิญ” และเนื้อหาเรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเป็นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ มาประยุกต์เข้ากับชีวิตประจำวันเป็นส่วนใหญ่ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนอย่างเป็นรูปธรรมและสามารถนำไปใช้ได้จริง และยังคงสอดคล้องกับ ไพพะยอม พิมพ์พาเรือ (2549:1-3) ที่ได้กล่าวถึงการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น หรือนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน”

4.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น เน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นการประยุกต์เนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้วให้เข้ากับชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้วิจัยไม่ได้เน้นเนื้อหาในส่วนของการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มากนัก และแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ จะเน้นไปที่ความรู้ในส่วนนี้ค่อนข้างมาก จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 ซึ่งสอดคล้องกับ ไพพะยอม พิมพ์พาเรือ (2549:1-3) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบหลักที่จะพัฒนาการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ จะต้องมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น และมีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี และยังคงสอดคล้องกับสภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989:147) ได้กล่าวว่า “ในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นนั้น นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการคิดอนุมานข้ามหัวข้อต่าง ๆ ได้ นักเรียนควรจะได้มีการพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการใหม่ ๆ ที่สามารถประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในวิชาคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ ได้”

5. จากผลการวิจัย พบว่า ความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5 และเมื่อจำแนกเป็นรายด้านก็ปรากฏผลเช่นเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กำลังจะจบช่วงชั้น จึงให้ความสำคัญและความสนใจในการเรียน ชอบศึกษาหาความรู้และตื่นตัวกับสิ่งแปลกใหม่อยู่เสมอ มีความอยากรู้อยากเห็น มีความตั้งใจในการเรียน กล้าคิดริเริ่ม มีความเพียรพยายาม ชอบศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับ อารี พันธุ์มณี (2546:19) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนว่าเป็นบุคคลที่มีลักษณะรักเรียน ชอบการศึกษาอยู่เสมอ ตื่นตัวกับสิ่งแปลกใหม่รอบตัว หรือจากระบบการเรียน อยากรู้อยากเห็น สนใจ ติดตาม และแสวงหาความรู้ มีความรับผิดชอบต่อชีวิตตนเองและการทำงาน ติดตามข่าวสาร อ่านหนังสือ ดูโทรทัศน์ เรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง มีทัศนคติที่ดีต่อการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อปรับตนเองให้ทันสมัย ทันยุคทันเหตุการณ์ ทันโลก ทันต่อการเปลี่ยนแปลง เพื่อให้สามารถอยู่ในสังคมแห่งการเรียนรู้ได้อย่างมีความสุข

เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ยุพิน โกณฑาทและคนอื่น ๆ (2544:บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบคุณลักษณะนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียน และเจตคติต่อคุณลักษณะนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนคุณลักษณะนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียน และเจตคติต่อคุณลักษณะนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนหลังได้รับการพัฒนาโดยใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อนได้รับการพัฒนาโดยใช้ชุดกิจกรรม และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิโรจน์ วัฒนานิมิตกุล (2540:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบการสอนโดยใช้สาระอิงบริบทเพื่อส่งเสริมความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมความใฝ่รู้ใฝ่เรียนให้แก่นักเรียน

ข้อสังเกตจากการวิจัย

1. ในการเรียนแต่ละคาบต้องใช้เวลาในการทบทวนบทเรียนนานและอธิบายเนื้อหา มากทำให้บางครั้งสอนได้ไม่เป็นไปตามแผนที่ตั้งไว้
2. นักเรียนจะชอบการทำงานเป็นกลุ่มมากกว่าที่จะทำเป็นรายบุคคล เนื่องจากนักเรียนสามารถที่จะปรึกษาหารือและช่วยกันคิดได้
3. ในการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่จะไม่ค่อยกล้าลองทำด้วยตนเองก่อน แต่จะรอให้ครูเฉลยหรืออธิบายมากกว่า
4. นักเรียนจะให้ความสนใจเรียนในเรื่องที่เกี่ยวกับศิลปะมาก เช่น กิจกรรมหมู่บ้านแสนสุข และ กิจกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพราะเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ใช้ความคิดและจินตนาการของตัวเอง
5. ในบางกิจกรรมเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมน้อยเกินไป เช่น กิจกรรมรายการนี้มี

รางวัลครูผู้สอนควรลดลงเนื้อหาและเพิ่มเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมให้มากขึ้น โดยให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ด้วยตนเองแทน

6. การสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยต้องมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนทุกคน และให้นักเรียนได้มีการแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ เอาใจใส่ต่อนักเรียนทุกคนด้วยความเมตตาและอดทน ซึ่งจะส่งผลต่อพัฒนาการของผู้เรียนเป็นอย่างมาก

7. ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาด้วยตนเองตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทำกิจกรรม ซึ่งจะทำให้นักเรียนตื่นตัวอยู่เสมอและเกิดการเรียนรู้ในกิจกรรมนั้นได้อย่างดี

8. การที่นักเรียนได้มีการนำเสนอผลงานของตนหลังการทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนทราบถึงข้อผิดพลาดของตนเองหรือกลุ่ม แล้วนำข้อผิดพลาดนั้นไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ กล้าแสดงออกและตั้งใจที่จะสร้างสรรค์ผลงานให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะเกิดประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ถ้าผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนที่มีความสามารถในด้านต่าง ๆ ช่วยออกแบบกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสามารถด้านนั้น ๆ โดยครูคอยให้คำแนะนำ ซึ่งจะทำการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงศักยภาพของนักเรียนและมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น

2. ผู้สอนต้องระลึกอยู่เสมอว่าการที่จะแก้ปัญหาได้นั้น นักเรียนต้องมีพื้นฐานความรู้ที่เพียงพอ มีเวลาในการคิด ได้ใช้ความสามารถในการสร้างความเข้าใจ และอาจมีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ถ้าครูจัดกิจกรรมไม่เหมาะสม

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานครูผู้สอนควรชี้แจงขั้นตอนให้นักเรียนเข้าใจ เพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น จึงควรส่งเสริมให้มีการนำกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวไปใช้ในการเรียนการสอนในชั้นเรียนให้มากขึ้น และควรนำสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวันสอดแทรกในกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ ได้แก่ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ และทักษะความคิดสร้างสรรค์ ให้กับนักเรียนในแต่ละระดับชั้น และในเนื้อหาอื่น ๆ

2. ควรมีการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวกับทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

3. ควรมีการศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านอื่น ๆ เช่น ความมีวินัย จิตลักษณะ อยู่อย่างพอเพียง ความซื่อสัตย์สุจริต ความมุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมการศึกษานอกโรงเรียน. (2542). *คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการศึกษานอกโรงเรียน เพื่อสร้างเสริมคุณธรรม จริยธรรม*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- กรมวิชาการ. (2540). *การพัฒนาศักยภาพของเด็กไทยระยะที่ 1 (พ.ศ. 2540)*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยการศึกษา กรมฯ.
- _____. (2542ก). *ศักยภาพของเด็กไทย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- _____. (2542ข). *สรุปผลการประชุมสัมมนาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนจากภูมิปัญญาท้องถิ่น*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมฯ.
- _____. (2544). *ทิศทางของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานศูนย์พัฒนาหลักสูตร*. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2544ก). *เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- _____. (2544ข). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- _____. (2545). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- _____. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมสามัญศึกษา. (2543). *การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. เอกสารชุดแนวทางการปฏิรูปการศึกษาในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- กมล สดประเสริฐ. (2544, เมษายน). *การศึกษาแบบการสอนเป็นศูนย์กลางถึงขีดจำกัดขั้นสูงไม่มีทางดีไปกว่านี้อีกแล้ว*. วารสารวิชาการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงฯ.
- _____. (2548). *การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2549ก). *แนวทางการบริหารหลักสูตรและการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงฯ.
- _____. (2549ข). *แนวทางการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงฯ.

- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2548). การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน. สารานุกรมศึกษาศาสตร์
มกราคม 2548, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ฉบับที่ 34: 77-84.
- ขวัญ เพ็ช้อย. (2547). การศึกษาความสามารถในการเรียนเรื่องการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้เรียนสำคัญที่สุดของนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ระดับปริญญาตรี. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- คณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ. (2541). จิตพิสัยมิติ สำคัญของการพัฒนาคน. กรุงเทพฯ:
สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ.
- ฉวีวรรณ เศวตมาลย์. (2542). "การแก้ปัญหา," เอกสารประกอบการอบรมกิจกรรมคณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ: สาขามัธยมศึกษาการศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์). คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ. (2542?). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาคหลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชนาธิป พรกุล. (2544, กันยายน). คลังพระราชบัญญัติ...จัดการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. วารสารวิชาการ.
- ชัยรัตน์ สุลานาจ. (2547). ผลการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ที่มีต่อทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2539). การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในโรงเรียน. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.
- ชาติร์ เกิดธรรม. (2542). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ :
เซ็นเตอร์ดิสคัฟเวอรี.
- ชิตสุรางค์ ทิพย์เที่ยงแท้. (2542). การเปรียบเทียบพฤติกรรมใฝ่รู้ก่อนและหลังการเรียนโดยใช้
ปัญหาเป็นหลักของนักศึกษาพยาบาล. วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ราชบุรี.
(12) : 12-17.
- เชี่ยวชาญ เทพกุศล. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบ (STAD) ที่เน้นทักษะแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน. ปรินญาณิพนธ์
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ถ่ายเอกสาร.

- ณัฐชยาน์ สงคราม. (2547). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมประกอบเทคนิคการประเมินจากสภาพจริง.
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม; และคณะ. (2547). ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้
กลุ่มคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. ประมวลบทความ
หลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธ
การพิมพ์.
- ทิตนา แวมมณี. (2542, พฤษภาคม). การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง :
โมเดลชิปปา(CIPPA MODEL). วารสารวิชาการ.
- ทองจันทร์ หงส์ลดารมภ์. (2537). “การเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก”. ในเอกสาร
ประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักใน
หลักสูตรต่าง ๆ , 12-17. ภูเก็ต : ม.ป.ท.
- ทองหล่อ วงษ์อินทร์. (2537). การวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้าน กระบวนการในการคิดแก้ปัญหา
และเมตาคognitionชั้นของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญและไม่ชำนาญในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ต. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- เทอดเกียรติ วงศ์สมบุญ. (2547). กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการ
แก้ปัญหา และการเชื่อมโยงเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรี
นครินทร วิโรฒ.
- ธนาวัฒน์ สุวรรณจรัส. (2546). PBL เบื้องต้น (Introducing PBL). กรุงเทพฯ: ฝ่ายประกันคุณภาพ
การศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นภา หลิมรัตน์. (2540, กันยายน-ธันวาคม). PBL คืออะไร. วารสารส่งเสริมประสิทธิภาพการ
เรียนการสอน. 6(1): 12-14.
- นัญญัญญา เจริญเกียรติบวร. (2547). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 โดยใ้การเรียนแบบ
ร่วมมือ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิภา วงศ์สุรภินันท์. (2548). การสร้างแบบวัดคุณลักษณะใฝ่รู้ใฝ่เรียนสำหรับนักเรียนระดับช่วง
ชั้นที่ 3. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

น้อยทิพย์ ลิมป์เจริญ. (2547). รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยวิธีการบูรณาการและกระบวนการกลุ่ม เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะเก่ง ดี มีสุข และพัฒนาความมีวินัยด้านความรับผิดชอบต่อกลุ่มและใฝ่รู้ใฝ่เรียน. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นางลักษณ์ แก้วมาลา. (2547). ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สาร นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นวลจิตต์ ชาวกีร์ติพงศ์. (2542, เมษายน). การสอนโดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางแบบ CIPPA. วารสารวิชาการ.

เบญจมินทร์ อธิฐเพิ่ม. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

บุญชิต มณีโชติ. (2540). ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนการสอนแบบมีส่วนร่วมกับการพฤติกรรมความใฝ่รู้ของนักศึกษาพยาบาล. ปรินญาณิพนธ์ พย.บ. (การพยาบาลอนามัยชุมชน). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.

บุรชัย สิริมหาสาร. (2540, เมษายน – มิถุนายน). การศึกษาที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลางของการพัฒนา. สารพัฒนาหลักสูตร. 16(129): 19 – 34.

บงกชรัตน์ สมานสินธุ์. (2551). ผลการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ปรัชญา เวสารัชช์. (2545). “หลักการจัดการศึกษา,” ใน ชุดฝึกอบรมผู้บริหาร : ประมวลสาระ. กรุงเทพฯ: สำนักงานปฏิรูปการศึกษา.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2541). กระบวนการกลุ่มในทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม:ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านหลักทฤษฎีและแนวปฏิบัติ. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2540.

ประเวศ วะสี. (2543). การปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด : แนวทางสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.

_____. (2544). แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนรู้. วิชาการวิวัฒน์ 49 ปี กรมวิชาการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2543, สิงหาคม-ตุลาคม). “ความเคลื่อนไหว..เกี่ยวกับ NCTM : Principles and Standards for School Mathematics,” วารสารคณิตศาสตร์. ปริมา 44(503-505): 6.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). หน่วยที่ 12 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ และวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พระราชวรมณี (ประยูรท์ ประยูตโต). (2530ข). การศึกษาเครื่องมือพัฒนาที่ยังต้องพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อัมรินทร์พรินติ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- พระสมชาย ฐานวุฑโฒ. (2533). มงคลชีวิต ฉบับธรรมทายาท เล่ม 1. กรุงเทพฯ: นิวไวด์เด็ก การพิมพ์.
- ไพจิตร อุดตะโปน. (2550). ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไพจิตร สดวกการ. (2539). ผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ต. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ไพพะยอม พิมพ์พาเรือ. (2549). รายงานสรุปผลการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์”. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- พรพรรณ อุทัยวี. (2544). ตัวบ่งชี้ทางจิตสังคมของพฤติกรรมใฝ่รู้ในนักศึกษาครู ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- พรศรี บุญรอด. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2536). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พวงรัตน์ บุญญาณรงค์. (2544). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา *Problem-Based learning*. กรุงเทพฯ: บริษัท ธนาเพรส แอนด์ กราฟฟิค จำกัด.
- มาสริน จันท์งาม. (2543). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นวิจัยต่อการใฝ่รู้และความสามารถในการคิดวิจารณ์ของนักศึกษาพยาบาล. ปรินญาณิพนธ์ พย.ม. (การพยาบาลศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- มาเลียม พินิจรอบ. (2549). ผลการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่มที่มีต่อทักษะการ

- แก้ปัญหา เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนสภรณ์ วิฑูรเมธา. (2544,มกราคม-มิถุนายน). การเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก (*Problem-Based Learning / PBL*). วารสารรังสิตสารสนเทศ. 7(1): 57-69.
- มัทธรา ธรรมบุศย์. (2549,มกราคม). การส่งเสริมกระบวนการคิด โดยใช้ยุทธศาสตร์ PBL. วิทยาจารย์. 105 (3): 42-45.
- _____. (2545, กุมภาพันธ์). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ โดยใช้ PBL (*Problem-Based Learning*). วารสารวิชาการ. 5(2) : 11-17.
- เมธาวี พิมวัน. (2549). ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาธิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน โภณฑาและคณะ. (2544). การพัฒนาคุณลักษณะนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านวังน้ำเขียว. กรุงเทพฯ: ระทรวงศึกษาธิการ.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2539). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัทการพิมพ์ จำกัด.
- ยุรวรรณ์ คล้ายมงคล. (2545). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- รังสรรค์ ทองสุกนอก. (2547). ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (*Problem-Based Learning*) เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาธิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รัชดา ยাত্রา. (2549). ผลของการจัดกิจกรรมขุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รัชณี เกรือจันทร์. (2547). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด. ปริญญาธิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ราตรี เกตบุตรดา. (2546). ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการ
แก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ลิลลา ดลภาค. (2549). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่
เน้นทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.
(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยา
สาส์น.
- _____. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- _____. (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วราภรณ์ มีหนัก. (2545 , พฤษภาคม – กรกฎาคม). “การตั้งคำถาม “ยุทธศาสตร์การจัดการเรียน
การสอน. วารสารคณิตศาสตร์. 46(524-526): 38.
- วลีพร เดชเดชา. (2547). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมภาพลักษณ์ มโนทัศน์ทางเรขาคณิต.
ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนา พาผล. (2551). การวิเคราะห์โครงสร้างสัมพันธของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการ
ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: เลิฟ
แลนดัลลิฟเฟิลส.
- _____. (2543). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: วัฒนา
พานิช.
- _____. (2545). เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- วัลลี สัตยาศัย, คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2547). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา
เป็นหลัก รูปแบบการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: บริษัท บู้คเน็ท จำกัด.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2538, กุมภาพันธ์-มีนาคม). “ค่าเฉลี่ยกับการแปลความหมาย: เรื่องง่าย ๆ ที่
บางครั้งก็พลาดได้,” *ข่าวสารการวิจัยศึกษา*. 18(3) : 9.
- วินัย พัฒนรัฐและคนอื่น ๆ. (2538). *แบบเรียนมาตรฐานฉบับพิเศษเน้นกระบวนการ สอน.6 ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ประสานมิตร.

- วินิจ วงศ์รัตน์. (2542). การเรียนการสอนในโรงเรียน. เอกสารประกอบการสอนวิชา ศึกษา
ประสบการณ์วิชาชีพครู 1. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิวัฒน์ คติธรรมนิตย์. (2543 , มีนาคม). “คลังปมปฏิรูปการเรียนรู้”, สานปฏิรูป. 3(1): 53.
- วิโรจน์ วัฒนานิมิตกุล. (2540). การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้สาระอิงบริบทเพื่อส่งเสริมความ
ใฝ่รู้ของนักเรียนระดับประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (หลักสูตรและการสอน).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วีระเดช เชื้อนาม. (2545 , กุมภาพันธ์). เจาะแก่น “Child Centered” การจัดการเรียนรู้โดยยึด
ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คืออะไร. 5(2): 2-10.
- ศศิธร แก้วรักษา. (2547). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา (CIPPA
MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ 5. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร รัตนโกสินทร์. (2546). การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ
แก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2533). วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544ก). เอกสารคำสอนวิชา 158522 ทฤษฎีและวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (ถ่าย
เอกสาร).
- _____. (2544ข). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือกรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพ
วิชาการ.
- สุภาณี สนธิรัตน์. (2530). วิธีเพิ่มสมรรถภาพในการเรียน. ภาควิชาจิตวิทยา คณะสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรางคณา ยาหยี. (2549). การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการ
เชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สุวิทย์ มูลคำ. (2543). *เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ที.พี.พรินท์.
- สุวรรณ การจนมยุร. (2542). *เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เล่ม 3*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สมบัติ แสงทองคำ. (2545). *การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2539). *การเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่แท้จริงตามแนวทางปฏิรูปการศึกษา*. เอกสารชุดพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่แท้จริง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- สำนักงานคณะกรรมการการวัฒนธรรมแห่งชาติ. (2540). *จิตพิสัยมิติสำคัญของการพัฒนาคน*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ.
- _____. (2542). *การพัฒนาด้านจิตพิสัยของผู้เรียน*. กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542ก). *ปฏิรูปการเรียนรู้ ผู้เรียนสำคัญที่สุด*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- _____. (2542ข). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- _____. (2543ก). *ปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). *แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- สำนักงานทดสอบทางการศึกษา. (2539). *การพัฒนาโรงเรียนเข้าสู่มาตรฐานการศึกษา*. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ: สำนักงานทดสอบทางการศึกษา.
- สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ไสว พักขาว. (2542). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เอ็มพัมพ์.
- _____. (2544). *หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: เอ็มพัมพ์.
- เสาวนีย์ กานต์เดชารักษ์. (2542, กรกฎาคม-ธันวาคม). *วิทยาลัยคริสเตียน. สอนอย่างไรให้ใฝ่รู้* (5): 2.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). *การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- อารี พันธุ์มณี. (2546). *จากการสอนสู่การจุดประกายความใฝ่รู้*. กรุงเทพฯ: การศึกษา กทม.

- อรพรรณ ลือบุญวัชชัย. (2543). *การคิดอย่างมีวิจารณญาณ: การเรียนการสอนทางพยาบาลศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ธนาเพรส แอนด์ กราฟฟิค จำกัด. คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- Albaugh, Erin J. (2001). *Problem-Based Learning in Middle School Language Arts and Social Studies Classes*. Retrieved April 20, 2009, from www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html
- Anderson, O.Roger; et al. (2001). *The Role of ideational networks in laboratory inquiry Learning and knowledge of evolution among seventh grade students*. Retrieved April 20, 2009, from [_www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html](http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html)
- Ausubel, David P. (1968). *Education Psychology : A Cognitive View*. New York: Holt Rinehart and Winston. Inc.
- Barell, John. (1998). *PBL an Inquily Approach*. Llinois : Skylight Training and Publishing Inc.
- Baroody, Arthur J. (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8. Helping Children Think Mathematically*. New York : Macmillan Publishing Company.
- Barrow, H.S, & R.M. Tamblyn. (1980). *Problem-Based Learning : An Approach to Medical Education*. New York : Springer Publishing.
- Boaler, Jo. (1998). Open and closed Mathematics : Student Experiences and Understanding. *Journal for Research in Mathematics Education*. 29 : 41-62.
- Boud, D. & Feletti, G. (1998). *The Challenge of Problem-Based Learning*. New York : St.
- Branca, N. (1980). Problem Solving as a Goal, Process, and Basic Skill in *Problem Solving in School Mathematics*, NCTM, Reston, Va.
- Cerezo, Nancy Ann. (1999). *Problem-Based Learning in the Middle School Perceptions of At-Risk Females and Their Teachers*. Retrieved April 20, 2009, from www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html
- Charles, Randall & Lester, Frank K. (1982). *Teaching Problem Solving What, Why & How*. Dale Seymour Publications.
- Clyde, Carle G. (1967). *Teaching Mathematics in the Elementary School*. New York: The Ronald Press Company.
- Confer, Carla S. (2000). *Student Participation in a Process of Teacher Change: Toward Student-Centered Teaching and Learning*. Doctor's Thesis. New York: State

University of New York at Albany.

- Cook, Allen Peter. (1995). On the Creation of Constructivist Instructional Process for Selected Topics in Algebra. *Dissertation Abstracts international*. 55(10): 3124-A.
- Delisle, Robert. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in Classroom*. Alexandria, Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dossey, John A. and others. (2002). *Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom : A Contemporary Approach to Teaching Grades 7-12*. Pacific Grove: Brooks/Cole.
- Drexel, Robert Earl. (1997). Connecting Common and Decimal Fraction Concepts : A Common Fraction Perspective. *Dissertation Abstracts International*. 58(6): 2119-A.
- Duch, Barbara J. (1995, January). *What is Problem-Based Learning?*. Retrieved April 20, 2009, from www.udel.edu/pbl/cte/jan95-What.html
- 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
- Eric, Knuth J. (2000, January). Understanding Connections between Equations and Graphs. *The Mathematics Teacher*. 93(1): 48-53.
- Franklin, Catherine A. (2001). *Being there : Active imaginations and Inquiry minds In a middle School Classroom*. Retrieved April 20, 2009, from www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html
- Gainsburg, July. (2007). *Real-world connections in secondary mathematics teaching*. Dissertation. Retrieved April 20, 2009, from www.springerlink.com/content/lx36jh6550003314/?p=4dbc516f60cb4d7fab44a9ca7391050d&pi=0.html
- Gallagher, S.A.; et al. (1995). *Implementation Problem-Based Learning in Science Classrooms*. *School Science and Mathematics*. 95(3) : 136-145.
- Gallagher, S.A. (1997). Problem-Based Learning : *Where did it come from, What does it do, and Where is it going?*. *Journal for the Education of the Gifted*. 20(4) : 332-62.
- Gardner, Howard. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York.
- Gordon, P.R.; et al. (2001, Summer). *A Taste of Problem-Based Learning Increases Achievement of Urban Minority Middle-School Students*. *Educational Horizons*. 79(4) : 171-175.
- Hatfield, Mary M., Edwards, Nancy T. and Bitter, Gary G. (1993). *Mathematics Methods*

- nd
- for the *Elementary and Middle Schools*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Heimer, R.T. ; & Trueblood ,C.R. (1997). *Strategies for Teaching Children's Mathematics*. New York: Addison Wesley Publishing Company, Inc.
- Hernandez Garduno, Edna Leticia. (1998, February). "Effects of Teaching Problem-Solving Through Cooperative Learning Methods on Student Mathematics Achievement, Attitudes Toward Mathematics, mathematics Self Efficacy, and Metacognition," *Dissertation Abstracts International*. 58(8): 3053-A.
- Johnson, S.M.; Finucane, P.M. & Prideaux, D.J. (1999). Problem-Based Learning : *Process and Practice*. Aust NZ J Med. 29 : 350-354.
- th
- Kennedy, Leonard M. (1984). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 4th ed. Belmont, California: Wadsworth Publishing.
- Kennedy, Leonard M.; & Tipps, Steve. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 7th ed. Belmont, California: Wadsworth.
- Krulik Stephen and Reys, Robert E. (1980). *Problem Solving in School Mathematics*. Washington D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Krulik Stephen and Jesse A. Rudnick. (1987). *Problem Solving. A Handbook for Teachers*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Lawson, Michael J.; & Chinnappan, Mohan. (2000, January). Knowledge Connectedness in Geometry Problem Solving, *Journal for Research in Mathematics Education*. 31(1):26-43.
- Martin's Press. Bridges, E. & Hallinger, P. (1995). *Implementing Problem-Based Learning in Leadership Development*. University of Oregon, ERIC Clearinghouse on Educational Management.
- 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.
- rd
- Montgomery Lindquist. (1992). *Helping Children Learn Mathematics*. 3rd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.

- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Author.
- _____. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM, Inc.
- _____. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va : NCTM, 2000.
- Natsaulas, Anthula. (2000,May). *Group Symmetries Connect Art and History with Mathematics*. *Mathematics Teacher*. 93(5) :364-370.
- Pandiscio, Eric A. (2002, May). Exploring the Link Between Preservice Teachers' Conception of Proof and the Use of Dynamic Geometry Software. *School Science and Mathematics*. 102(5): 216-220.
- Perrine. Vicki. (2001). Effect of a problem-Solving- based mathematics course on the proportional veasoning of presservice teachers. *Dissertation Abstract International*. Retrieved April, 20, 2009. from , [www.lib.uni.com / dissertational fullcit / 3006601](http://www.lib.uni.com/dissertational/fullcit/3006601).
- Polya, George. (1957). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Garden City, New York: Doubleday Company. Reys, Robert E., Marilyn N.
- _____. (1985). *How to Solve it*. 2nd ed. Princeton : University Press.
- Ryan, Sharon Kaya. (1999, April). Freedom to Choose: A Post – Structural Study of Child – Centered pedagogy in a kindergartenclassroom. (urban Education , Minority Students). *Dissertation Abstract*. 59(10): 3731– A.
- Stanley, Muchow ; Jan lynette. (1986). Outstanding Scientists: A Participatory Study of Inquiry and Creativity in Human Development. *Dissertation Abstracts International*. Retrieved April 20, 2009, from [_www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html](http://www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp.html)
- Sternberg, R.J. (1986). *Intelligence Applied*. New York: Harcourt Brace Jovanovich. Publisher.
- Thomas, Christine D. & Santiago, Carmelita. (2002,May). *Building Mathematically Powerful students through Connections*. National Council of Teachers of Mathematics. *Mathematics Teaching in the Middle School*. (484-488).
- Torp, Linda & Sage, Sara. (1998). Problem as Possibilities : *Problem-Based Learning For K-12*. Alexandria, Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development.
- Tougaw, Paul William. (1994, February). "A Study of the Effect of Using an Open

- Approach to Teaching Mathematics upon the Mathematical Problem-Solving Behaviors of Secondary Scholl Student," *Dissertation Abstracts International*. 54(8): 2934-A.
- Vacher, H.L. & Mylroie, John E. (2001, November). *Connecting with Geology : Where's the End of Cave?*. *Mathematics Teacher*. 94(8) : 640 - 641.
- Wade, Eileen Gray. (1995, May). A study of the Effects of Constructivist-Based Mathematics Problem Solving Instructional Program on the Attitudes. Self-confidence, and Achievement of Post-fifth-grade Student. (Constructivist). *Dissertation Abstract International*. 51(11): 3411-A.
- Walton, H.J.; & Matthews, M.B. (1998). *Essentials of Problem-Based Learning*. *Medical Education*. 23 : 456-459.
- Watamura, Kathleen Patricia. (2000). *Child-Centered Learning Versus Instruction in the Elementary Classroom*. Master's Thesis California: California State University, Fresno.
- Webb, Norman. (1997). *IMP Students Demonstrate High Achievement*. *IMP Evaluation Update*. 3 : 1-4.
- Williams, Kenneth M. (2003, Mach). Writing about the Problem–Solving Process to Improve Problem–Solving Performance, *Mathematics Teacher*. 96(3): 185–187
- Wilson, M.L. Fernandez and N. Hadawar. (1993). "Mathematical Problem Solving," *In Research Ideas for the Classroom (High School Mathematics)*. edited by Patricia S. Wilson. New York: Macmillan Publishing Company.
- Zhang. (2002, October). *The Combination of Traditional Teaching Method and Problem-Based Learning*. *The China Papers*.1: 30-36. Retrieved April 20, 2009, from www.science.uniserve.edu.au/pubs/china/vol1.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
- ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
- ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า S_1^2 เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

ตาราง 16 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			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	0.33
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า $IOC = 1$ จำนวน 7 ข้อ

ตาราง 17 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ทักษะการเชื่อมโยงทาง ทางคณิตศาสตร์	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1	ทักษะการเชื่อมโยง ภายในวิชาคณิตศาสตร์	1	1	1	1
2		1	1	1	1
3		1	1	1	1
4		1	1	1	1
5	ทักษะการเชื่อมโยง ระหว่างคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ	1	1	1	1
6		0	1	1	0.67
7		1	1	1	1
8		1	1	1	1
9	ทักษะการเชื่อมโยง ระหว่างคณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน	1	1	1	1
10		1	1	1	1
11		1	1	1	1
12		1	1	1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรง
เชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 - 1
จำนวน 12 ข้อ

ตาราง 18 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

ข้อ	ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1	การเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ	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	1	1	1
8		1	1	1	1
9		0	1	1	0.67
10		1	1	1	1
1	ความอยากรู้อยากเห็น	1	1	1	1
2		1	1	1	1
3		1	1	1	1
4		0	1	1	0.67
5		1	1	1	1
6		1	0	1	0.67
7		1	1	1	1
8		1	1	1	1
9		1	1	1	1
10		1	1	1	1
1	ความตั้งใจ	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	1	1	1
8		1	1	1	1

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
9		1	1	1	1
10		1	1	1	1
1	การกล้าคิดริเริ่ม	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	1	1	1
8		1	1	1	1
9		1	1	1	1
10		1	1	1	1
1	ความเพียรพยายาม	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	1	1	1
8		1	1	1	1
9		1	1	1	1
10		1	1	1	1
1	การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง	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

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ	ความถี่รู้ไฟเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
7		1	1	1	1
8		1	1	1	1
9		1	1	1	1
10		0	1	1	0.67
1	การมีเหตุผล	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	1	1	1
8		1	1	1	1
9		1	1	1	1
10		1	1	1	1

คัดเลือกแบบสอบถามวัดความถี่รู้ไฟเรียนข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 - 1 จำนวน 70 ข้อ

ตาราง 19 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่ง (S_U)	ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อน (S_L)	คะแนนสูงสุด (X_{max})	คะแนนต่ำสุด (X_{min})	ค่าความยากง่าย (P_E)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ผลการพิจารณา
1	83	45	4	1	0.52	0.51	ใช้ได้
2	78	33	4	1	0.41	0.60	ใช้ไม่ได้
3	71	30	4	1	0.34	0.55	ใช้ไม่ได้
4	91	47	4	1	0.59	0.59	ใช้ได้
5	84	38	4	1	0.48	0.61	ใช้ได้
6	99	33	4	1	0.33	0.41	ใช้ไม่ได้
7	81	43	4	1	0.49	0.51	ใช้ได้

ตัวอย่างการหาค่าความยากง่าย (P_E) ข้อที่ 1

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

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีค่าความยากง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มเก่งหรือของกลุ่มอ่อน

แทนค่า

$$P_E = \frac{79 + 45 - (2(25)(1))}{2(25)(4 - 1)}$$

$$= 0.49$$

ตัวอย่างการหาค่าอำนาจจำแนก (D) ข้อที่ 1

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

เมื่อ	D	แทน	อำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนนักเรียนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนนักเรียนกลุ่มอ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มเก่งหรือของกลุ่มอ่อน

แทนค่า

$$D = \frac{79 - 45}{25(4 - 1)}$$

$$= 0.45$$

ตาราง 20 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะการเชื่อมโยง	ข้อที่	ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่ง (S_U)	ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อน (S_L)	คะแนนสูงสุด (X_{max})	คะแนนต่ำสุด (X_{min})	ค่าความยากง่าย (P_E)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ผลการพิจารณา
ภายในวิชาคณิตศาสตร์	1	47	17	3	0	0.43	0.40	ใช้ได้
	2	53	29	3	0	0.82	0.48	ใช้ไม่ได้
	3	71	29	4	0	0.50	0.42	ใช้ได้
	4	74	35	4	1	0.39	.052	ใช้ไม่ได้
ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ	1	89	26	4	0	0.58	0.63	ใช้ได้
	2	72	16	4	0	0.44	0.56	ใช้ไม่ได้
	3	88	41	4	1	0.53	0.63	ใช้ได้
	4	98	31	4	0	0.65	0.67	ใช้ไม่ได้
ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	1	86	34	4	1	0.47	0.70	ใช้ไม่ได้
	2	61	20	3	0	0.54	0.55	ใช้ได้
	3	79	33	4	0	0.56	0.46	ใช้ได้
	4	89	40	4	0	0.65	0.49	ใช้ไม่ได้

ตัวอย่างการหาค่าความยากง่าย (P_E) ข้อที่ 1

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

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีค่าความยากง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มเก่งหรือของกลุ่มอ่อน

แทนค่า

$$P_E = \frac{47 + 17 - (2(25)(0))}{2(25)(3 - 0)}$$

$$= 0.43$$

ตัวอย่างการหาค่าอำนาจจำแนก (D) ข้อที่ 1

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

เมื่อ	D	แทน	อำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนนักเรียนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนนักเรียนกลุ่มอ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มเก่งหรือของกลุ่มอ่อน

แทนค่า

$$D = \frac{47 - 17}{25(3 - 0)}$$

$$= 0.40$$

ตาราง 21 ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อของแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน	ข้อที่	ค่า t	ผลการพิจารณา
การเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ	1	1.525	ตัดทิ้ง
	2	5.111	คัดเลือกไว้
	3	5.875	คัดเลือกไว้
	4	2.606	ตัดทิ้ง
	5	2.932	ตัดทิ้ง
	6	4.005	คัดเลือกไว้
	7	3.618	ตัดทิ้ง
	8	5.666	คัดเลือกไว้
	9	2.899	ตัดทิ้ง
	10	6.917	คัดเลือกไว้
ความอยากรู้อยากเห็น	1	5.371	คัดเลือกไว้
	2	4.538	ตัดทิ้ง
	3	8.295	คัดเลือกไว้
	4	6.033	คัดเลือกไว้
	5	4.861	คัดเลือกไว้
	6	4.529	ตัดทิ้ง
	7	9.109	คัดเลือกไว้
	8	2.707	ตัดทิ้ง
	9	3.707	ตัดทิ้ง
	10	3.101	ตัดทิ้ง
ความตั้งใจ	1	5.139	คัดเลือกไว้
	2	8.056	คัดเลือกไว้
	3	4.431	คัดเลือกไว้
	4	5.500	คัดเลือกไว้
	5	3.911	ตัดทิ้ง
	6	3.216	ตัดทิ้ง
	7	7.493	คัดเลือกไว้
	8	2.277	ตัดทิ้ง
	9	2.849	ตัดทิ้ง

ตาราง 21 (ต่อ)

ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน	ข้อที่	ค่า t	ผลการพิจารณา
	10	3.802	ตัดทิ้ง
การกล้าคิดริเริ่ม	1	4.352	ตัดทิ้ง
	2	7.480	คัดเลือกไว้
	3	8.295	คัดเลือกไว้
	4	7.736	คัดเลือกไว้
	5	3.816	ตัดทิ้ง
	6	4.187	ตัดทิ้ง
	7	2.506	ตัดทิ้ง
	8	6.334	คัดเลือกไว้
	9	4.431	ตัดทิ้ง
	10	4.629	คัดเลือกไว้
ความเพียรพยายาม	1	2.382	ตัดทิ้ง
	2	6.865	คัดเลือกไว้
	3	6.521	คัดเลือกไว้
	4	4.373	ตัดทิ้ง
	5	5.393	ตัดทิ้ง
	6	3.448	ตัดทิ้ง
	7	5.687	คัดเลือกไว้
	8	5.555	คัดเลือกไว้
	9	3.350	ตัดทิ้ง
	10	6.788	คัดเลือกไว้
การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง	1	3.785	ตัดทิ้ง
	2	4.836	ตัดทิ้ง
	3	6.851	คัดเลือกไว้
	4	5.642	คัดเลือกไว้
	5	4.876	คัดเลือกไว้
	6	8.797	คัดเลือกไว้
	7	7.708	คัดเลือกไว้

ตาราง 21 (ต่อ)

ความถี่รู้ใฝ่เรียน	ข้อที่	ค่า t	ผลการพิจารณา
	8	4.847	ตัดทิ้ง
	9	3.977	ตัดทิ้ง
	10	4.665	ตัดทิ้ง
การมีเหตุผล	1	5.049	ตัดทิ้ง
	2	6.836	คัดเลือกไว้
	3	8.399	คัดเลือกไว้
	4	5.220	ตัดทิ้ง
	5	11.075	คัดเลือกไว้
	6	8.273	คัดเลือกไว้
	7	5.807	ตัดทิ้ง
	8	6.423	คัดเลือกไว้
	9	2.929	ตัดทิ้ง
	10	5.424	ตัดทิ้ง

คัดเลือกแบบสอบถามวัดความถี่รู้ใฝ่เรียนเฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกที่ค่า t ตั้งแต่ 1.700 ขึ้นไปไว้แต่ละ 5 ข้อ

หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบสอบถามวัดความถี่รู้ใฝ่เรียน โดยใช้ t-test

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{s_H^2}{n_H} + \frac{s_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบประเมิน
	\bar{X}_H	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	\bar{X}_L	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	s_H^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มสูง
	s_L^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

ตาราง 22 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	S_i^2
1	278	817	0.45
2	283	863	0.63
3	252	702	0.67
4	227	591	0.76

ตาราง 23 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

คนที่	$\sum X$	$\sum X_i^2$	คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$
1	13	169	19	15	225
2	12	144	20	15	225
3	13	169	21	14	196
4	11	121	22	13	169
5	8	64	23	13	169
6	11	121	24	10	100
7	10	100	25	8	64
8	10	100	26	12	144
9	11	121	27	10	100
10	12	144	28	7	49
11	12	144	29	11	121
12	11	121	30	11	121
13	9	81	31	11	121
14	10	100	32	9	81
15	11	121	33	9	81
16	10	100	34	12	144
17	14	196	35	5	25
18	15	225	36	9	81

ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	$\sum X$	$\sum X_i^2$	คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$
37	9	81	67	9	81
38	11	121	68	7	49
39	11	121	69	9	81
40	6	36	70	5	25
41	9	81	71	14	196
42	11	121	72	8	64
43	14	196	73	11	121
44	12	144	74	15	225
45	11	121	75	10	100
46	6	36	76	10	100
47	9	81	77	11	121
48	8	64	78	9	81
49	14	196	79	10	100
50	11	121	80	8	64
51	10	100	81	6	36
52	11	121	82	9	81
53	11	121	83	12	144
54	10	100	84	9	81
55	11	121	85	8	64
56	8	64	86	11	121
57	9	81	87	13	169
58	8	64	88	10	100
59	15	225	89	10	100
60	8	64	90	14	196
61	9	81	91	15	225
62	10	100	92	14	196
63	8	64	93	8	64
64	8	64	94	10	100
65	8	64	95	10	100
66	5	25	96	13	169

ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$
97	8	64	99	15	225
98	7	49	100	14	196
			\sum	1,040	11,424

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบัก

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

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 n แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ
 s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
 s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

$$s_t^2 = \frac{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ n แทน จำนวนคนที่เข้าสอบทั้งหมด
 $\sum X_i$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

จากตาราง 23 จะได้ $\sum X_i = 1,040$, $\sum X_i^2 = 11,424$, $n = 100$

$$s_t^2 = \frac{100(11,424) - (1,040)^2}{100(100-1)}$$

$$= 6.14$$

จะได้ $n = 4$, $\sum s_i^2 = 2.51$, $s_t^2 = 6.14$

$$\alpha = \frac{4}{4-1} \left[1 - \frac{2.51}{6.14} \right]$$

$$= 0.79$$

ตาราง 24 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	S_i^2
1	167	331	0.53
2	217	535	0.65
3	237	663	1.02
4	252	708	0.74
5	147	277	0.62
6	234	620	0.73

ตาราง 25 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$
1	22	484	17	17	289
2	20	400	18	18	324
3	19	361	19	21	441
4	15	225	20	19	361
5	14	196	21	17	289
6	10	100	22	15	225
7	11	121	23	10	100
8	9	81	24	11	121
9	12	144	25	9	81
10	11	121	26	11	121
11	14	196	27	9	81
12	14	196	28	7	49
13	11	121	29	10	100
14	11	121	30	8	64
15	14	196	31	9	81
16	12	144	32	11	121

ตาราง 25 (ต่อ)

คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$
33	9	81	62	11	121
34	10	100	63	8	64
35	11	121	64	9	81
36	13	169	65	10	100
37	10	100	66	7	49
38	10	100	67	8	64
39	12	144	68	11	121
40	10	100	69	12	144
41	5	25	70	7	49
42	16	256	71	21	441
43	13	169	72	19	361
44	15	225	73	19	361
45	17	289	74	16	256
46	11	121	75	16	256
47	12	144	76	12	144
48	5	25	77	12	144
49	13	169	78	12	144
50	12	144	79	11	121
51	16	256	80	9	81
52	17	289	81	11	121
53	11	121	82	9	81
54	12	144	83	12	144
55	13	169	84	13	169
56	12	144	85	8	64
57	15	225	86	10	100
58	12	144	87	11	121
59	18	324	88	16	256
60	9	81	89	14	196
61	8	64	90	17	289

ตาราง 25 (ต่อ)

คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$
91	20	400	96	12	144
92	16	256	97	4	16
93	17	289	98	6	36
94	10	100	99	19	361
95	10	100	100	21	441
			\sum	1,254	17,284

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบัค

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

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 n แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ
 s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
 s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

$$s_t^2 = \frac{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ n แทน จำนวนคนที่เข้าสอบทั้งหมด
 $\sum X_i$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

จากตาราง 25 จะได้ $\sum X_i = 1,254$, $\sum X_i^2 = 17,284$, $n = 100$

$$\begin{aligned} s_t^2 &= \frac{100(17,284) - (1,254)^2}{100(100-1)} \\ &= 15.75 \end{aligned}$$

จะได้ $n = 6$, $\sum s_i^2 = 4.29$, $s_t^2 = 15.75$

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{6}{6-1} \left[1 - \frac{4.29}{15.75} \right] \\ &= 0.88 \end{aligned}$$

ตาราง 26 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	s_i^2	ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	s_i^2
1	376	1,460	0.46	19	288	930	1.02
2	356	1,320	0.53	20	226	650	1.42
3	281	865	0.69	21	356	1,352	0.86
4	241	641	0.61	22	354	1,326	0.74
5	231	615	0.83	23	383	1,540	0.69
6	281	897	1.08	24	382	1,540	0.81
7	264	768	0.72	25	307	1,053	1.12
8	312	1,084	1.12	26	353	1,335	0.90
9	341	1,263	1.02	27	359	1,365	0.77
10	279	869	0.92	28	335	1,207	0.86
11	344	1,246	0.64	29	340	1,266	1.10
12	357	1,345	0.71	30	269	819	0.96
13	330	1,156	0.67	31	361	1,411	1.08
14	382	1,552	0.94	32	349	1,273	0.56
15	366	1,426	0.86	33	381	1,521	0.71
16	278	856	0.85	34	398	1,642	0.59
17	283	933	1.35	35	381	1563	1.12
18	285	917	1.06				

ตาราง 27 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับของแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$
1	128	16384	30	90	8100
2	90	8100	31	92	8464
3	123	15129	32	111	12321
4	119	14161	33	126	15876
5	108	11664	34	131	17161
6	119	14161	35	125	15625
7	65	4225	36	111	12321
8	100	10000	37	114	12996
9	139	19321	38	146	21316
10	131	17161	39	117	13689
11	89	7921	40	117	13689
12	98	9604	41	115	13225
13	113	12769	42	104	10816
14	128	16384	43	128	16384
15	112	12544	44	90	8100
16	104	10816	45	123	15129
17	147	21609	46	119	14161
18	133	17689	47	108	11664
19	134	17956	48	119	14161
20	76	5776	49	65	4225
21	76	5776	50	100	10000
22	143	20449	51	139	19321
23	119	14161	52	139	19321
24	146	21316	53	131	17161
25	109	11881	54	89	7921
26	127	16129	55	98	9604
27	116	13456	56	113	12769
28	127	16129	57	128	16384
29	108	11664	58	112	12544

ตาราง 27 (ต่อ)

คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$
59	127	16129	80	117	13689
60	108	11664	81	117	13689
61	90	8100	82	115	13225
62	92	8464	83	104	10816
63	111	12321	84	128	16384
64	126	15876	85	90	8100
65	131	17161	86	123	15129
66	125	15625	87	119	14161
67	111	12321	88	108	11664
68	114	12996	89	128	16384
69	116	13456	90	112	12544
70	119	14161	91	127	16129
71	65	4225	92	108	11664
72	100	10000	93	90	8100
73	139	19321	94	92	8464
74	131	17161	95	111	12321
75	89	7921	96	126	15876
76	98	9604	97	131	17161
77	113	12769	98	128	16384
88	114	12996	99	90	8100
79	146	21316	100	123	15129
			\sum	11,409	1,327,483

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบัค

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

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 n แทน จำนวนข้อในแบบทดสอบ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

$$s_t^2 = \frac{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ n แทน จำนวนคนที่เข้าสอบทั้งหมด

$\sum X_i$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

จากตาราง 27 จะได้ $\sum X_i = 11,409$, $\sum X_i^2 = 1,327,483$, $n = 100$

$$\begin{aligned} s_t^2 &= \frac{100(1,327,483) - (11,409)^2}{100(100-1)} \\ &= 260.91 \end{aligned}$$

จะได้ $n = 35$, $\sum s_i^2 = 30.37$, $s_t^2 = 260.91$

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{35}{35-1} \left[1 - \frac{30.37}{260.91} \right] \\ &= 0.91 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

- คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตาราง 28 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเสริมทักษะ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

คนที่	ก่อนเรียน (16 คะแนน)	หลังเรียน (16 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (16 คะแนน)	หลังเรียน (16 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	4	9	5	25	19	10	13	3	9
2	12	14	2	4	20	10	13	3	9
3	8	12	4	16	21	7	11	4	16
4	8	11	3	9	22	5	10	5	25
5	11	13	2	4	23	7	11	4	16
6	10	12	2	4	24	12	14	2	4
7	9	12	3	9	25	10	15	5	25
8	4	10	6	36	26	9	11	2	4
9	11	12	1	1	27	9	10	1	1
10	9	11	2	4	28	5	10	5	25
11	12	13	1	1	29	12	13	1	1
12	12	14	2	4	30	10	12	2	4
13	3	10	7	49	31	10	11	1	1
14	8	10	2	4	32	8	10	2	4
15	9	12	3	9	33	6	10	4	16
16	10	11	1	1	34	9	13	4	16
17	10	14	4	16	35	10	11	1	1
18	7	10	3	9	36	9	11	2	4
รวม								104	386

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

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

จากตาราง $\sum D = 104$, $\sum D^2 = 386$, $(\sum D)^2 = 10,816$, $N = 36$

$$t = \frac{104}{\sqrt{\frac{36(386) - 10,816}{36-1}}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{104}{\sqrt{\frac{13,896-10,816}{35}}} \\
&= \frac{104}{\sqrt{\frac{3,080}{35}}} \\
&= \frac{104}{\sqrt{88}} \\
&= 11.09
\end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2

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

$$\bar{X} = 11.64, \mu_0 = 10.4, s = 1.49, n = 36$$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
t &= \frac{11.64 - 10.4}{\frac{1.49}{\sqrt{36}}} \\
&= \frac{1.24}{\frac{1.49}{6}} \\
&= \frac{1.24}{0.25} \\
&= 4.96
\end{aligned}$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ตาราง 29 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการเสริมทักษะ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
รวมทั้ง 3 ด้าน

คนที่	ก่อนเรียน (24 คะแนน)	หลังเรียน (24 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (24 คะแนน)	หลังเรียน (24 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	8	19	11	121	19	13	17	4	16
2	11	18	7	49	20	12	20	8	64
3	10	21	11	121	21	13	22	9	81
4	10	16	6	36	22	11	12	1	1
5	10	17	13	169	23	16	17	1	1
6	4	15	6	36	24	17	19	2	4
7	9	17	8	64	25	9	11	2	4
8	9	13	4	16	26	14	16	2	4
9	9	20	1	1	27	10	13	3	9
10	19	22	9	81	28	1	17	6	36
11	13	16	7	49	29	11	11	0	0
12	9	19	8	64	30	12	16	4	16
13	11	21	11	121	31	13	18	5	25
14	10	16	7	49	32	9	17	8	64
15	11	17	6	36	33	10	19	9	81
16	12	20	8	64	34	10	12	2	4
17	11	16	5	25	35	15	19	4	16
18	11	12	1	1	36	11	22	11	121
รวม								210	1,650

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3

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

จากตาราง $\sum D = 210$, $\sum D^2 = 1,650$, $(\sum D)^2 = 44,100$, $N = 36$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{210}{\sqrt{\frac{36(1,650) - 44,100}{36-1}}} \\
 &= \frac{210}{\sqrt{\frac{59,400 - 44,100}{35}}} \\
 &= \frac{210}{\sqrt{\frac{15,300}{35}}} \\
 &= \frac{210}{\sqrt{437.14}} \\
 &= 10.04
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ตาราง 30 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการเสริมทักษะ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

คนที่	ก่อนเรียน (8 คะแนน)	หลังเรียน (8 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (8 คะแนน)	หลังเรียน (8 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	4	6	2	4	19	6	6	0	0
2	5	7	2	4	20	6	7	1	1
3	4	6	2	4	21	6	7	1	1
4	4	6	2	4	22	3	3	0	0
5	3	7	4	16	23	6	6	0	0
6	4	6	2	4	24	6	6	0	0
7	4	6	2	4	25	2	2	0	0
8	3	3	0	0	26	5	5	0	0
9	4	6	2	4	27	3	4	1	1
10	6	7	1	1	28	5	6	1	1
11	4	6	2	4	29	3	3	0	0
12	5	7	2	4	30	4	5	1	1
13	4	7	3	9	31	6	6	0	0
14	4	7	3	9	32	4	6	2	4
15	5	6	1	1	33	3	7	4	16
16	5	7	2	4	34	4	5	1	1
17	5	6	1	1	35	4	7	3	9
18	3	4	1	1	36	6	8	2	4
รวม								51	117

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

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

จากตาราง $\sum D = 51$, $\sum D^2 = 117$, $(\sum D)^2 = 2,601$, $N = 36$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{51}{\sqrt{\frac{36(117)-2,601}{36-1}}} \\
 &= \frac{51}{\sqrt{\frac{4,212-2,601}{35}}} \\
 &= \frac{51}{\sqrt{\frac{1,611}{35}}} \\
 &= \frac{51}{\sqrt{46.13}} \\
 &= 7.52
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ตาราง 31 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการเสริมทักษะ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ก่อนและ
หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

คนที่	ก่อนเรียน (8 คะแนน)	หลังเรียน (8 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (8 คะแนน)	หลังเรียน (8 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	1	6	5	25	19	4	6	2	4
2	5	5	0	0	20	3	6	3	9
3	2	7	5	25	21	4	8	4	16
4	2	4	2	4	22	3	4	1	1
5	0	4	4	16	23	4	4	0	0
6	2	4	2	4	24	6	7	1	1
7	1	5	4	16	25	3	4	1	1
8	2	4	2	4	26	4	5	1	1
9	5	7	2	4	27	3	3	0	0
10	3	8	5	25	28	3	6	3	9
11	2	5	3	9	29	3	3	0	0
12	3	6	3	9	30	2	5	3	9
13	2	7	5	25	31	2	4	2	4
14	2	4	2	4	32	2	4	2	4
15	3	6	3	9	33	2	4	2	4
16	3	6	3	9	34	2	2	0	0
17	3	5	2	4	35	7	6	1	1
18	3	4	1	1	36	2	7	5	25
รวม								84	282

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3

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

จากตาราง $\sum D = 84$, $\sum D^2 = 282$, $(\sum D)^2 = 7,056$, $N = 36$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{84}{\sqrt{\frac{36(282) - 7,056}{36-1}}} \\
 &= \frac{84}{\sqrt{\frac{10,152 - 7,056}{35}}} \\
 &= \frac{84}{\sqrt{\frac{3,096}{35}}} \\
 &= \frac{84}{\sqrt{88.16}} \\
 &= 8.93
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ตาราง 32 คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการเสริมทักษะ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ก่อนและ
หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

คนที่	ก่อนเรียน (8 คะแนน)	หลังเรียน (8 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (8 คะแนน)	หลังเรียน (8 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	3	7	4	16	19	3	5	2	4
2	1	6	5	25	20	3	7	4	16
3	4	8	4	16	21	3	7	4	16
4	4	6	2	4	22	5	4	1	1
5	1	6	5	25	23	6	7	1	1
6	3	5	2	4	24	5	6	1	1
7	4	6	2	4	25	4	5	1	1
8	4	6	2	4	26	5	6	1	1
9	6	7	1	1	27	4	6	2	4
10	4	7	3	9	28	3	5	2	4
11	3	6	3	9	29	5	5	0	0
12	3	6	3	9	30	6	6	0	0
13	4	7	3	9	31	5	8	3	9
14	3	5	2	4	32	3	7	4	16
15	3	5	2	4	33	5	8	3	9
16	4	7	3	9	34	4	5	1	1
17	3	5	2	4	35	4	6	2	4
18	5	4	1	1	36	3	7	4	16
รวม								85	261

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3

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

จากตาราง $\sum D = 85$, $\sum D^2 = 261$, $(\sum D)^2 = 7,225$, $N = 36$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{85}{\sqrt{\frac{36(261)-7,225}{36-1}}} \\
 &= \frac{85}{\sqrt{\frac{9,396-7,225}{35}}} \\
 &= \frac{85}{\sqrt{\frac{2,171}{35}}} \\
 &= \frac{85}{\sqrt{62.03}} \\
 &= 10.79
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4

เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์รวมทั้ง 3 ด้าน

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

$$\bar{X} = 17.03, \mu_0 = 15.6, s = 3.10, n = 36$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} t &= \frac{17.03 - 15.6}{\frac{3.10}{\sqrt{36}}} \\ &= \frac{1.43}{\frac{3.10}{6}} \\ &= \frac{1.43}{0.52} \\ &= 2.75 \end{aligned}$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

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

$$\bar{X} = 5.81, \mu_0 = 5.2, s = 1.37, n = 36$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} t &= \frac{5.81 - 5.2}{\frac{1.37}{\sqrt{36}}} \\ &= \frac{0.61}{\frac{1.37}{6}} \\ &= \frac{0.61}{0.23} \\ &= 2.65 \end{aligned}$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ ด้านการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

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

$$\bar{X} = 5.14, \mu_0 = 5.2, s = 1.44, n = 36$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} t &= \frac{5.14 - 5.2}{\frac{1.44}{\sqrt{36}}} \\ &= \frac{-0.06}{\frac{1.44}{6}} \\ &= \frac{-0.06}{0.24} \\ &= -0.25 \end{aligned}$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ ด้านการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

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

$$\bar{X} = 6.08, \mu_0 = 5.2, s = 1.04, n = 36$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} t &= \frac{6.08 - 5.2}{\frac{1.04}{\sqrt{36}}} \\ &= \frac{0.88}{\frac{1.04}{6}} \\ &= \frac{0.88}{0.17} \\ &= 5.18 \end{aligned}$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ตาราง 33 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน รวมทั้ง 7 ด้าน

คนที่	ก่อนเรียน (175 คะแนน)	หลังเรียน (175 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (175 คะแนน)	หลังเรียน (175 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	122	125	3	9	19	127	131	4	16
2	87	95	8	64	20	77	85	8	64
3	116	119	3	9	21	76	84	8	64
4	119	122	3	9	22	140	140	0	0
5	108	114	4	16	23	114	118	4	16
6	113	117	4	16	24	142	143	1	1
7	64	70	6	36	25	107	110	3	9
8	97	100	3	9	26	126	131	5	25
9	140	140	0	0	27	114	115	1	1
10	124	127	3	9	28	125	127	2	4
11	88	94	6	36	29	106	112	6	36
12	93	97	4	16	30	90	96	6	36
13	108	114	6	36	31	92	95	3	9
14	122	122	0	0	32	111	116	5	25
15	106	107	1	1	33	123	124	1	1
16	100	102	2	4	34	127	129	2	4
17	140	141	1	1	35	123	128	5	25
18	129	131	2	4	36	111	113	2	4
รวม								125	615

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 5

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

จากตาราง $\sum D = 125$, $\sum D^2 = 615$, $(\sum D)^2 = 15,625$, $N = 36$

$$t = \frac{125}{\sqrt{\frac{36(615) - 15,625}{36-1}}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{125}{\sqrt{\frac{22,140-15,625}{35}}} \\
 &= \frac{125}{\sqrt{\frac{4,788}{35}}} \\
 &= \frac{125}{13.64} \\
 &= 9.16
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ตาราง 34 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน ด้านการเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ

คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	17	17	0	0	19	18	18	0	0
2	10	13	3	9	20	14	14	0	0
3	13	15	2	4	21	14	14	0	0
4	15	15	0	0	22	20	20	0	0
5	14	16	2	4	23	17	17	0	0
6	15	16	1	1	24	19	20	1	1
7	8	9	1	1	25	15	15	0	0
8	14	15	1	1	26	21	21	0	0
9	16	16	0	0	27	15	15	0	0
10	17	17	0	0	28	15	15	0	0
11	12	12	0	0	29	14	14	0	0
12	11	12	1	1	30	13	15	2	4
13	14	15	1	1	31	13	13	0	0
14	14	14	0	0	32	13	13	0	0
15	15	15	0	0	33	15	16	1	1
16	13	13	0	0	34	15	16	1	1
17	18	18	0	0	35	19	19	0	0
18	16	17	1	1	36	16	17	1	1
รวม								19	31

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

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

จากตาราง $\sum D = 19$, $\sum D^2 = 31$, $(\sum D)^2 = 361$, $N = 36$

$$t = \frac{19}{\sqrt{\frac{36(31) - 361}{36-1}}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{19}{\sqrt{\frac{1,116-361}{35}}} \\ &= \frac{19}{\sqrt{\frac{755}{35}}} \\ &= \frac{19}{4.64} \\ &= 4.09 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ตาราง 35 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน ด้านความอยากรู้อยากเห็น

คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	18	19	1	1	19	19	19	0	0
2	8	11	3	9	20	10	10	0	0
3	16	17	1	1	21	10	10	0	0
4	16	18	2	4	22	20	20	0	0
5	16	16	0	0	23	15	16	1	1
6	15	15	0	0	24	18	18	0	0
7	9	10	1	1	25	14	14	0	0
8	13	13	0	0	26	18	18	0	0
9	17	17	0	0	27	18	18	0	0
10	17	17	0	0	28	16	16	0	0
11	13	13	0	0	29	11	13	2	4
12	11	11	0	0	30	12	12	0	0
13	12	13	1	1	31	7	9	2	4
14	14	14	0	0	32	16	16	0	0
15	14	14	0	0	33	19	19	0	0
16	13	13	0	0	34	20	20	0	0
17	17	17	0	0	35	18	18	0	0
18	20	20	0	0	36	14	14	0	0
รวม								14	26

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

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

จากตาราง $\sum D = 14$, $\sum D^2 = 26$, $(\sum D)^2 = 196$, $N = 36$

$$t = \frac{14}{\sqrt{\frac{36(26) - 196}{36-1}}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{14}{\sqrt{\frac{936-196}{35}}} \\ &= \frac{14}{\sqrt{\frac{740}{35}}} \\ &= \frac{14}{4.60} \\ &= 3.04 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ตาราง 36 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน ด้านความตั้งใจ

คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	18	18	0	0	19	20	22	2	4
2	17	17	0	0	20	11	12	1	1
3	19	20	1	1	21	11	12	1	1
4	17	17	0	0	22	19	19	0	0
5	17	17	0	0	23	17	17	0	0
6	17	20	3	9	24	21	21	0	0
7	10	12	2	4	25	19	20	1	1
8	15	16	1	1	26	18	18	0	0
9	19	19	0	0	27	19	19	0	0
10	17	17	0	0	28	20	20	0	0
11	13	13	0	0	29	20	20	0	0
12	14	14	0	0	30	13	14	1	1
13	17	17	0	0	31	15	15	0	0
14	19	19	0	0	32	14	14	0	0
15	15	15	0	0	33	18	18	0	0
16	12	13	1	1	34	22	22	0	0
17	21	21	0	0	35	18	19	1	1
18	19	19	0	0	36	18	18	0	0
รวม								15	25

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

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

จากตาราง $\sum D = 15$, $\sum D^2 = 25$, $(\sum D)^2 = 225$, $N = 36$

$$t = \frac{15}{\sqrt{\frac{36(25) - 225}{36-1}}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{15}{\sqrt{\frac{900-225}{35}}} \\ &= \frac{15}{\sqrt{\frac{675}{35}}} \\ &= \frac{15}{4.39} \\ &= 3.41 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ตาราง 37 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน ด้านการกล้าคิดริเริ่ม

คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	14	16	2	4	19	17	18	1	1
2	8	9	1	1	20	9	10	1	1
3	12	14	2	4	21	9	11	2	4
4	13	14	1	1	22	18	18	0	0
5	11	13	2	4	23	11	12	2	4
6	15	15	0	0	24	20	20	0	0
7	8	9	1	1	25	13	13	0	0
8	15	16	1	1	26	17	19	2	4
9	23	22	-1	1	27	14	14	0	0
10	16	17	1	1	28	12	13	1	1
11	12	12	0	0	29	7	10	3	9
12	12	12	0	0	30	10	10	0	0
13	11	13	2	4	31	13	13	0	0
14	14	14	0	0	32	16	18	2	4
15	11	12	1	1	33	14	14	0	0
16	10	11	1	1	34	15	15	0	0
17	21	21	0	0	35	10	13	3	9
18	15	15	0	0	36	12	13	1	1
รวม								31	59

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

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

จากตาราง $\sum D = 31$, $\sum D^2 = 59$, $(\sum D)^2 = 961$, $N = 36$

$$t = \frac{31}{\sqrt{\frac{36(59) - 961}{36-1}}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{31}{\sqrt{\frac{2,124-961}{35}}} \\ &= \frac{31}{\sqrt{\frac{1,163}{35}}} \\ &= \frac{31}{5.76} \\ &= 5.38 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ตาราง 38 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน ด้านความเพียรพยายาม

คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	16	17	1	1	19	18	19	1	1
2	16	14	-2	4	20	11	13	2	4
3	19	17	-2	4	21	11	12	1	1
4	18	18	0	0	22	21	21	0	0
5	17	18	1	1	23	17	18	1	1
6	17	16	-1	1	24	22	22	0	0
7	9	10	1	1	25	18	18	0	0
8	14	14	1	1	26	18	20	2	4
9	23	22	-1	1	27	17	17	0	0
10	18	19	1	1	28	20	20	0	0
11	14	16	2	4	29	14	14	0	0
12	16	18	2	4	30	14	15	1	1
13	15	17	2	4	31	14	14	0	0
14	20	20	0	0	32	17	18	1	1
15	18	18	0	0	33	19	19	0	0
16	17	17	0	0	34	17	18	1	1
17	19	20	1	1	35	16	17	1	1
18	20	20	0	0	36	18	18	0	0
รวม								17	43

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

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

จากตาราง $\sum D = 17$, $\sum D^2 = 43$, $(\sum D)^2 = 289$, $N = 36$

$$t = \frac{17}{\sqrt{\frac{36(43) - 289}{36-1}}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{17}{\sqrt{\frac{1,548-289}{35}}} \\ &= \frac{17}{\sqrt{\frac{1,259}{35}}} \\ &= \frac{17}{5.99} \\ &= 2.84 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ตาราง 39 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน ด้านการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	19	18	-1	1	19	17	17	0	0
2	9	11	2	4	20	10	11	1	1
3	18	17	-1	1	21	10	11	1	1
4	18	18	0	0	22	19	19	0	0
5	15	15	0	0	23	15	16	1	1
6	17	16	-1	1	24	21	21	0	0
7	8	8	0	0	25	8	10	2	4
8	14	14	0	0	26	14	15	1	1
9	21	21	0	0	27	14	14	0	0
10	18	19	1	1	28	21	22	1	1
11	13	14	1	1	29	22	22	0	0
12	15	16	1	1	30	13	13	0	0
13	18	18	0	0	31	13	14	1	1
14	20	20	0	0	32	19	20	1	11
15	13	13	0	0	33	18	18	0	0
16	17	17	0	0	34	16	16	0	0
17	23	23	0	0	35	18	18	0	0
18	17	17	0	0	36	13	13	0	0
รวม								11	21

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

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

จากตาราง $\sum D = 11$, $\sum D^2 = 21$, $(\sum D)^2 = 121$, $N = 36$

$$t = \frac{11}{\sqrt{\frac{36(21) - 121}{36-1}}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{11}{\sqrt{\frac{756-121}{35}}} \\ &= \frac{11}{\sqrt{\frac{635}{35}}} \\ &= \frac{11}{4.26} \\ &= 2.58 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ตาราง 40 คะแนนแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน ด้านการมีเหตุผล

คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (25 คะแนน)	หลังเรียน (25 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	20	20	0	0	19	18	18	0	0
2	19	20	1	1	20	12	15	3	9
3	19	19	0	0	21	11	14	3	9
4	22	22	0	0	22	23	23	0	0
5	18	19	1	1	23	22	22	0	0
6	17	19	2	4	24	21	21	0	0
7	12	12	0	0	25	20	20	0	0
8	12	12	0	0	26	20	20	0	0
9	21	23	2	4	27	17	18	1	1
10	21	21	0	0	28	21	21	0	0
11	11	14	3	9	29	18	18	0	0
12	14	14	0	0	30	15	17	2	4
13	21	21	0	0	31	17	17	0	0
14	21	21	0	0	32	16	17	1	1
15	20	20	0	0	33	20	20	0	0
16	18	18	0	0	34	22	22	0	0
17	21	21	0	0	35	24	24	0	0
18	22	22	0	0	36	20	20	0	0
รวม								19	43

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

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

จากตาราง $\sum D = 19$, $\sum D^2 = 43$, $(\sum D)^2 = 361$, $N = 36$

$$t = \frac{19}{\sqrt{\frac{36(43) - 361}{36-1}}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{19}{\sqrt{\frac{1,548-361}{35}}} \\ &= \frac{19}{\sqrt{\frac{1,187}{35}}} \\ &= \frac{19}{5.82} \\ &= 3.26 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.44 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 36 - 1 = 35$)

ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2552

เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ :

จำนวน 2 คาบ

สมบัติของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน และการนำไปใช้

1. สาระที่ 6 : ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. มาตรฐาน

ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. ตัวชี้วัด

1. ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

2. ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

3. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

4. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

4.1.1 นำสมบัติของเส้นขนานหาขนาดของมุมได้ (K1)

4.1.2 นำความรู้เรื่องสมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันมาใช้แก้ปัญหาได้ (K2)

4.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ : นักเรียนมีความสามารถในการ

4.2.1 แก้ปัญหา (P1)

4.2.2 เชื่อมโยง (P2)

4.2.3 สื่อสาร นำเสนอ (P3)

4.2.4 คิดสร้างสรรค์ (P4)

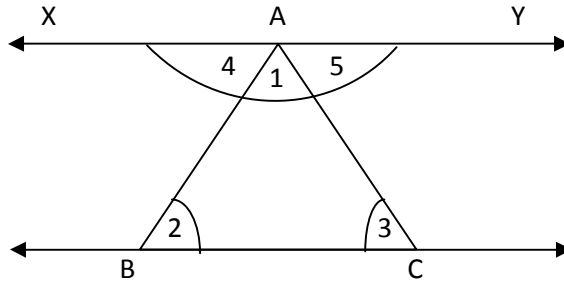
4.3 ด้านคุณลักษณะ : นักเรียน

4.3.1 มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น (A1)

4.3.2 มีความกระตือรือร้น (A2)

4.3.3 มีความรับผิดชอบในการทำงาน (A3)

5. สาระการเรียन्हู้



กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC มี \overline{BC} เป็นฐาน \overline{XY} ขนานกับ \overline{BC} และผ่านจุด A จากสมบัติเส้นขนานและมุมแย้งจะได้

$$\hat{2} = \hat{4} \quad \text{และ} \quad \hat{3} = \hat{5}$$

แต่ $\hat{1} + \hat{4} + \hat{5} = 180^\circ$ (ขนาดของมุมตรง)

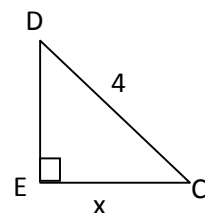
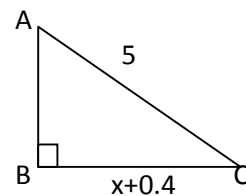
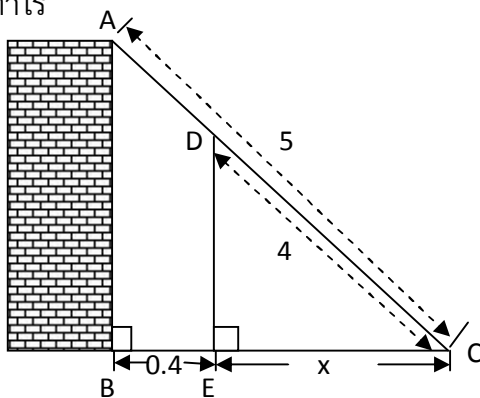
ดังนั้น $\hat{1} + \hat{2} + \hat{3} = 180^\circ$ (ผลบวกของขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม)

สรุปได้ว่า ขนาดของมุมทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมใด ๆ รวมกันได้ 180 องศา

ถ้าต่อต้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไป มุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประกอบสองมุมจากของมุมภายนอกนั้น

เราสามารถนำสมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้ายกันสองรูปมาใช้ในการแก้โจทย์เกี่ยวกับการวัดหาความยาว หาความสูง และระยะทางได้

ตัวอย่าง บ้านโตยาว 5 เมตร พาดอยู่ผนังตึก เมื่อช่างปูนขึ้นไปได้ $\frac{4}{5}$ ของบ้านโต เขาทำที่ฉาบปูนตก ถ้าจุดที่ที่ฉาบปูนตกลงมาถูกพื้นดินห่างจากผนังตึก 0.4 เมตร ดังรูป จงหาว่าเชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังตึกเท่าไร



ให้ AC แทน บันได ยาว 5 เมตร

DC แทน ระยะที่ช่างปูนขึ้นบันไดไปได้ $\frac{4}{5}$ ของบันได ดังนั้น $DC = \frac{4}{5} \times 5 = 4$ เมตร

EC เป็นจุดที่ที่ฉาบปูนตก ให้ EC ยาว x เมตร

เนื่องจาก $\triangle ABC \sim \triangle DEC$ (เพราะมีขนาดของมุมเท่ากันสามคู่ มุมต่อมุม)

จะได้
$$\frac{BC}{EC} = \frac{AC}{DC}$$

นั่นคือ
$$\frac{0.4+x}{x} = \frac{5}{4}$$

$$4(0.4 + x) = 5x$$

$$1.6 + 4x = 5x$$

$$1.6 = 5x - 4x$$

$$1.6 = x$$

หรือ
$$x = 1.6$$

นั่นคือ ระยะห่างระหว่างจุดที่ที่ฉาบปูนตกกับเชิงบันไดตรงพื้นยาว 1.6 เมตร

ดังนั้น เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังตึก $0.4 + 1.6 = 2$ เมตร

6. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นที่ 1 การเชื่อมโยงปัญหาและนำเสนอปัญหา

1. ครูทบทวนสมบัติของเส้นขนานและมุมแย้ง มุมภายนอกกับมุมภายใน และสมบัติของรูปสามเหลี่ยม

2. ครูให้นักเรียนจับคู่ในการทำกิจกรรม “พับ...หามุม” กระดาษจะมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เขียนวงแสดงมุมไว้ทุกมุมทั้งสองหน้า จากนั้นให้นักเรียนพับมุมยอดมาจดที่เส้นฐาน จากนั้นพับมุมที่ฐานแต่ละฐานเข้าหามุมยอดที่พับลงมา จะเกิดเป็นมุมตรงนักเรียนจะเข้าใจได้ว่า มุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180° (P1,P2)

3. นักเรียนแต่ละคู่ปฏิบัติกิจกรรม “พับ...หามุม” ที่ครูกำหนดให้ (A1,A2,A3,P4)

4. ครูแจกใบกิจกรรม “รูปหลายเหลี่ยมแสนกล” เพื่อเป็นการทบทวนเรื่องเส้นขนานกับรูปสามเหลี่ยม ซึ่งใบกิจกรรม “รูปหลายเหลี่ยมแสนกล” จะเป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า โดยให้นักเรียนตัดออกตามแนวเส้นที่ครูกำหนดไว้ในใบกิจกรรม ซึ่งจะมีชิ้นส่วน 13 ชิ้น แล้วให้นักเรียนนำมาประกอบเป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า ที่มีขนาดใหญ่กว่าเดิม (P1,P2,P4)

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา

5. นักเรียนแต่ละคู่ทำความเข้าใจกับใบกิจกรรม “รูปหลายเหลี่ยมแสนกล” (A1,A2,A3)

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

6. นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ หรืออาจได้จากการลองผิดลองถูกตามความคิดของนักเรียน

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้

7. นักเรียนแต่ละคนนำวิธีการของตนเองมาแลกเปลี่ยนกับคู่ของตนเอง และช่วยกันปฏิบัติตามใบกิจกรรม พร้อมทั้งตอบคำถามท้ายกิจกรรม (A1,P3)

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ

8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและเส้นขนานและแจกใบงานที่ 1 พร้อมทั้งเฉลยท้ายชั่วโมง (K1)

คาบที่ 2

ขั้นที่ 1 การเชื่อมโยงปัญหาและนำเสนอปัญหา

1. ครูทบทวนเรื่องสมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน
2. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน และครูแจกใบกิจกรรม “เพราะเรา...คล้ายกัน” เพื่อการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ซึ่งกิจกรรมนี้จะกำหนดรูปที่มีลักษณะคล้ายกันแต่มีขนาดต่างกัน จากนั้นให้นักเรียนนำมาประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวน 3 รูป (P2,P4,A1,A2,A3)
3. เมื่อนักเรียนทำใบกิจกรรม “เพราะเรา...คล้ายกัน” เสร็จแล้วครูแจกใบกิจกรรม “เสาธงต้นนี้สูงเท่าไร” ซึ่งใบกิจกรรมนี้จะให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการหาความสูงของเสาธงโรงเรียน โดยให้นำความรู้เรื่องสมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้ายกันสองรูปมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์จริง(K2,P1,P2,P3,P4,A1,A2,A3)

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจกับใบกิจกรรม “เสาธงต้นนี้สูงเท่าไร”

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

5. ครูให้นักเรียนลงปฏิบัติจริงในสนาม โดยนักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ หรือจากที่เรียนมาแล้ว (P1,P3,P4)

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้

6. ครูให้นักเรียนนำวิธีการที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ นำมาใช้ในการหาความสูงของเสาธงและทำใบกิจกรรม (K2,P1,P2,P3,P4,A1,A2,A3)

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ

7. นักเรียนนำเสนอผลงานของตนเองทั้ง 2 กิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติหน้าชั้นเรียน พร้อม

ทั้งร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับการนำสมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา (P3)

8. ครูแจกใบงานที่ 2 ให้นักเรียนทำและส่งท้ายชั่วโมง (K2)

7. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

7.1 ใบกิจกรรม “รูปหลายเหลี่ยมแสนกล” ใบกิจกรรม “เพราะเรา...คล้ายกัน” และใบกิจกรรม “เสาธงต้นนี้สูงเท่าไร”

7.2 ใบความรู้

7.3 ใบงานที่ 1 และ 2

7.4 กาว กรรไกร ตลับเมตร

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
ด้านความรู้ 1. นำสมบัติของเส้นขนานหาขนาดของมุมได้ (K1) 2. นำความรู้เรื่องสมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันมาใช้แก้โจทย์ได้ (K2)	ตรวจใบกิจกรรมและใบงาน	- ใบกิจกรรม - ใบงาน	ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ 1. แก้ปัญหา (P1) 2. เชื่อมโยง (P2) 3. สื่อสาร นำเสนอ (P3) 4. คิดสร้างสรรค์ (P4)	ตรวจใบกิจกรรมใบงานและการสังเกต	- ใบกิจกรรม - ใบงาน - แบบประเมินใบกิจกรรม - แบบประเมินใบงาน	ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น (A1) 2. มีความกระตือรือร้น (A2) 3. มีความรับผิดชอบในการทำงาน (A3)	สังเกตจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	- แบบประเมินพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

9. บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการสอน

นักเรียนให้ความสนใจกิจกรรมต่าง ๆ ที่ครูให้ทำ และสามารถสรุปได้ว่ามุมมองภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเป็น 180 องศา และมีขนาดเท่ากับมุมตรงจากกิจกรรมที่ให้ทำ นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมรูปสามเหลี่ยมและกิจกรรมเพราะเราคล้ายกันอย่างสนุกสนาน บางกลุ่มใช้เวลาทำนาน บางกลุ่มก็ใช้เวลาไม่นาน และมีการลองผิดลองถูก

ปัญหาและอุปสรรค

นักเรียนยังประยุกต์ใช้ความรู้และตอบคำถามในใบงานไม่ค่อยได้

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

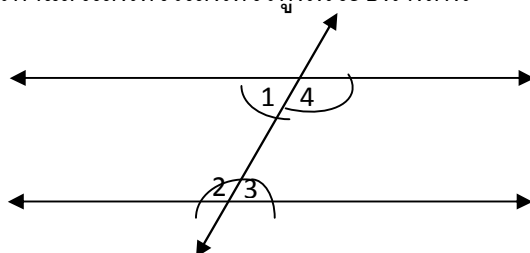
ครูควรจะใช้วิธีการสอนโดยการตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่คำตอบ และอาจจะมีการแสดงวิธีทำให้ดูเป็นตัวอย่างประกอบ

.....ผู้สอน
(นางสาววาสนา กิมเท็ง)

ใบความรู้

สมบัติของเส้นขนานกับมุมภายใน

1. ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัดแล้วขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเป็น 180 องศา
2. เส้นตรงสองเส้นขนานกันก็ต่อเมื่อระยะระหว่างเส้นตรงสองเส้นเท่ากันเสมอ
3. ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่งทำให้ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเป็น 180 องศาแล้วเส้นตรงเส้นตรงคู่ นั้นจะขนานกัน



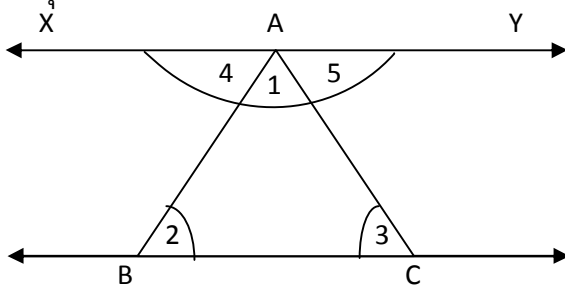
สมบัติของเส้นขนานและมุมแย้ง

1. ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัดแล้วมุมแย้งจะมีขนาดเท่ากัน
2. ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง ทำให้มุมแย้งมีขนาดเท่ากันแล้วเส้นตรงคู่ นั้นจะขนานกัน

สมบัติของเส้นขนานและมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด

1. ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัดแล้วมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดจะมีขนาดเท่ากัน
2. ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง ทำให้มุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัดจะมีขนาดเท่ากันแล้ว เส้นตรงคู่ นั้นจะขนานกัน

กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC มี \overrightarrow{BC} เป็นฐาน \overrightarrow{XY} ขนานกับ \overrightarrow{BC} และผ่านจุด A ดังรูป จากสมบัติเส้นขนานและมุมแย้งจะได้



$$\hat{2} = \hat{4} \quad \text{และ} \quad \hat{3} = \hat{5}$$

แต่ $\hat{1} + \hat{4} + \hat{5} = 180^\circ$ (ขนาดของมุมตรง)

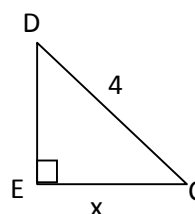
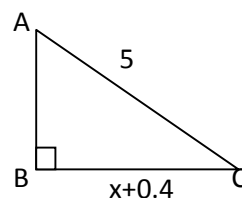
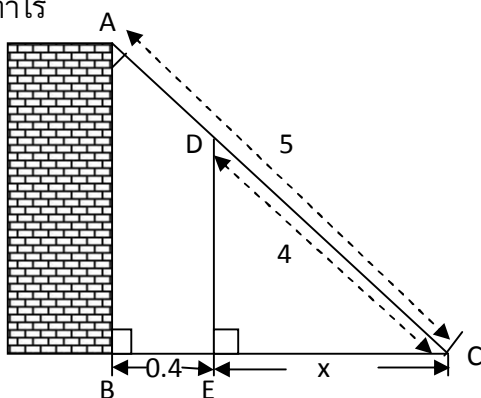
ดังนั้น $\hat{1} + \hat{2} + \hat{3} = 180^\circ$ (ผลบวกของขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม)

สรุปได้ว่า ขนาดของมุมทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมใด ๆ รวมกันได้ 180 องศา

ถ้าต่อต้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไป มุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประกอบสองมุมฉากของมุมภายนอกนั้น

เราสามารถนำสมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้ายกันสองรูปมาใช้ในการแก้โจทย์เกี่ยวกับการวัดหาความยาว หาความสูง และระยะทางได้

ตัวอย่าง บ้านไต่ยาว 5 เมตร พาดอยู่ผนังตึก เมื่อช่างปูนขึ้นไปได้ $\frac{4}{5}$ ของบ้านไต่ เขาทำที่ฉาบปูนตก ถ้าจุดที่ที่ฉาบปูนตกลงมาถูกพื้นดินห่างจากผนังตึก 0.4 เมตร ดังรูป จงหาว่าเชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังตึกเท่าไร



ให้ AC แทน บ้านไต่ ยาว 5 เมตร

DC แทน ระยะที่ช่างปูนขึ้นบ้านไต่ไปได้ $\frac{4}{5}$ ของบ้านไต่ ดังนั้น $DC = \frac{4}{5} \times 5 = 4$ เมตร

EC เป็นจุดที่ที่ฉาบปูนตก ให้ EC ยาว x เมตร

เนื่องจาก $\triangle ABC \sim \triangle DEC$ (เพราะมีขนาดของมุมเท่ากันสามคู่ มุมต่อมุม)

จะได้
$$\frac{BC}{EC} = \frac{AC}{DC}$$

นั่นคือ
$$\frac{0.4+x}{x} = \frac{5}{4}$$

$$4(0.4 + x) = 5x$$

$$1.6 + 4x = 5x$$

$$1.6 = 5x - 4x$$

$$1.6 = x$$

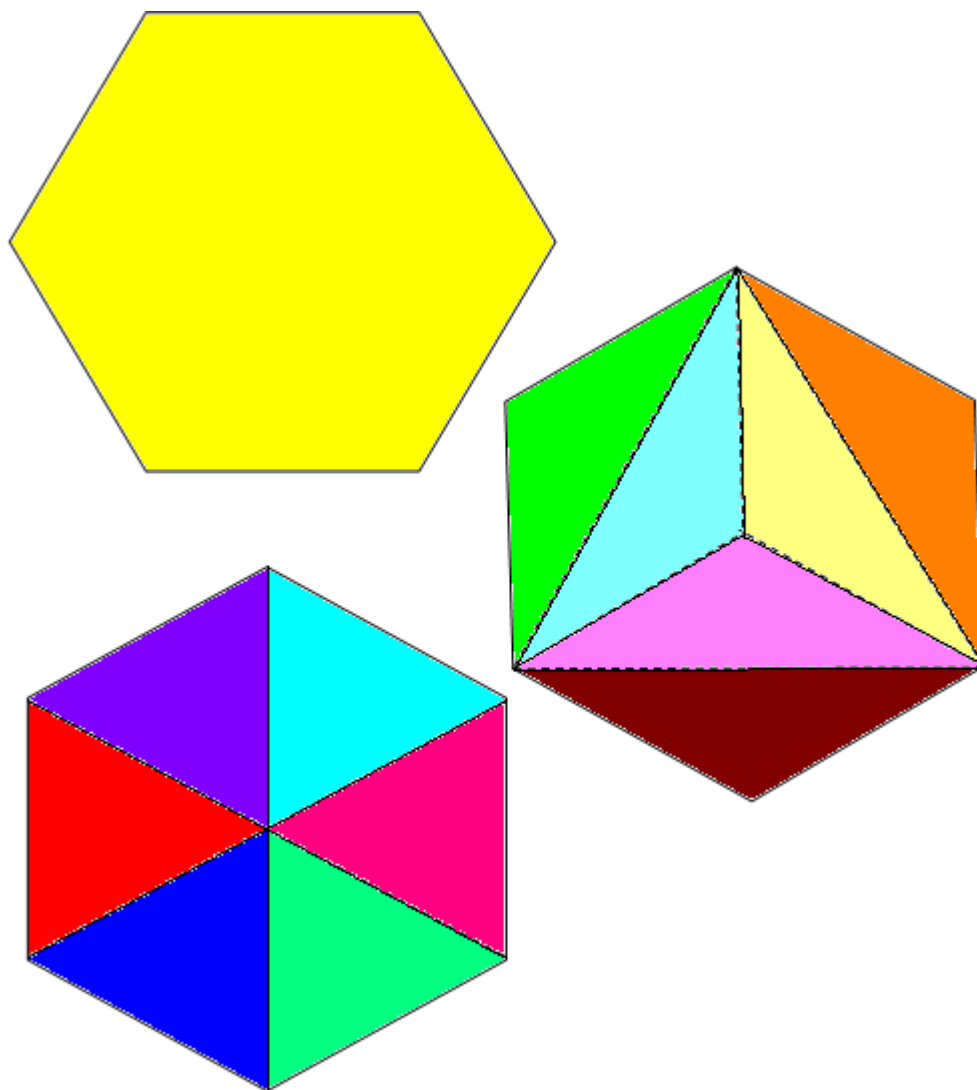
หรือ
$$x = 1.6$$

นั่นคือ ระยะห่างระหว่างจุดที่ที่ฉาบปูนตกกับเชิงบันไดตรงพื้นยาว 1.6 เมตร

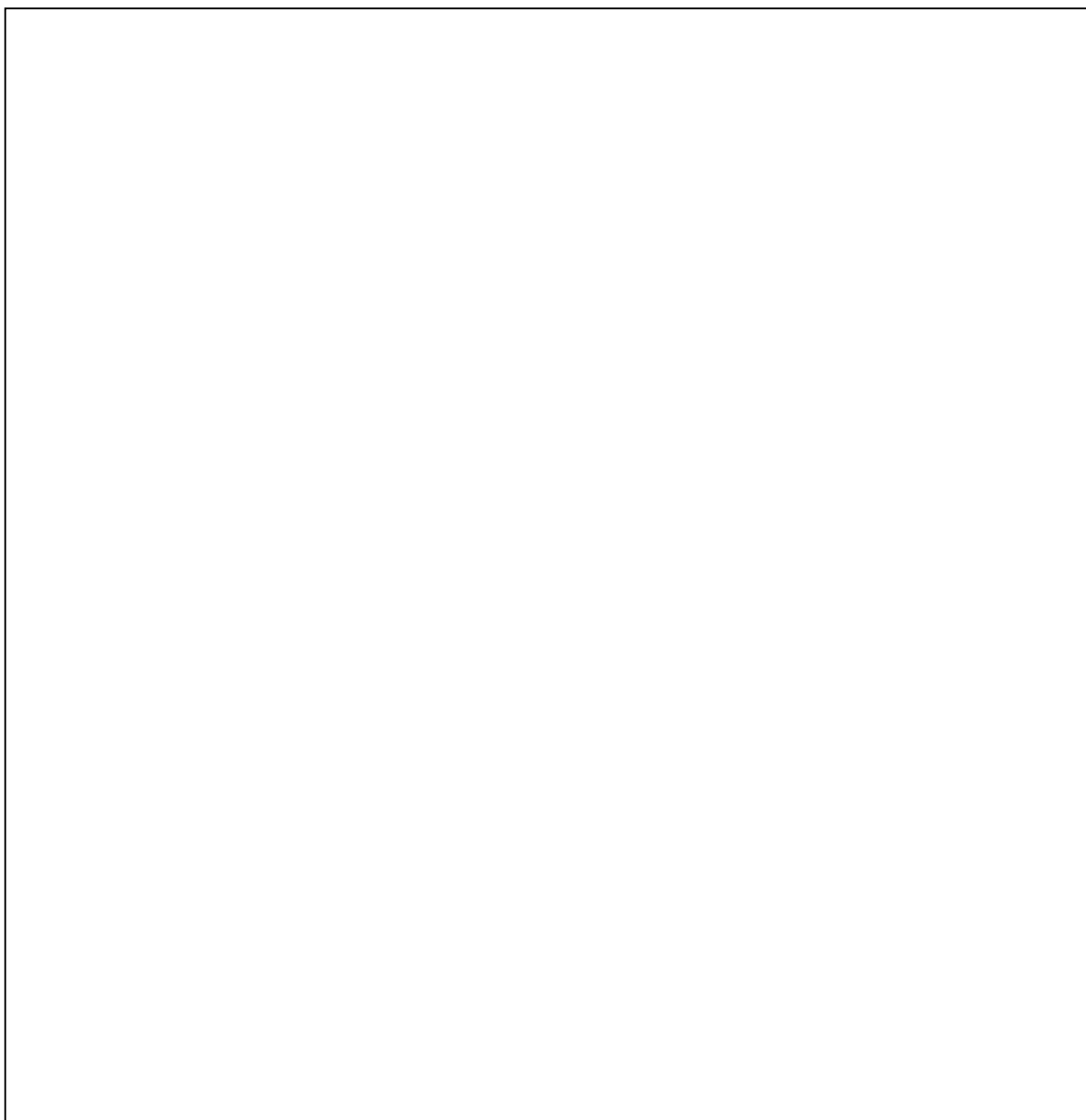
ดังนั้น เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังตึก $0.4 + 1.6 = 2$ เมตร

ใบกิจกรรม
“รูปหลายเหลี่ยมแสนกล”

ให้นักเรียนตัดรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าตามที่กำหนด และตัดออกตามแนวเส้น นำชิ้นส่วนทั้ง 13 ชิ้น ที่ตัดได้มาประกอบเป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า ที่มีขนาดใหญ่กว่ารูปเดิม พร้อมตอบคำถาม



รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า

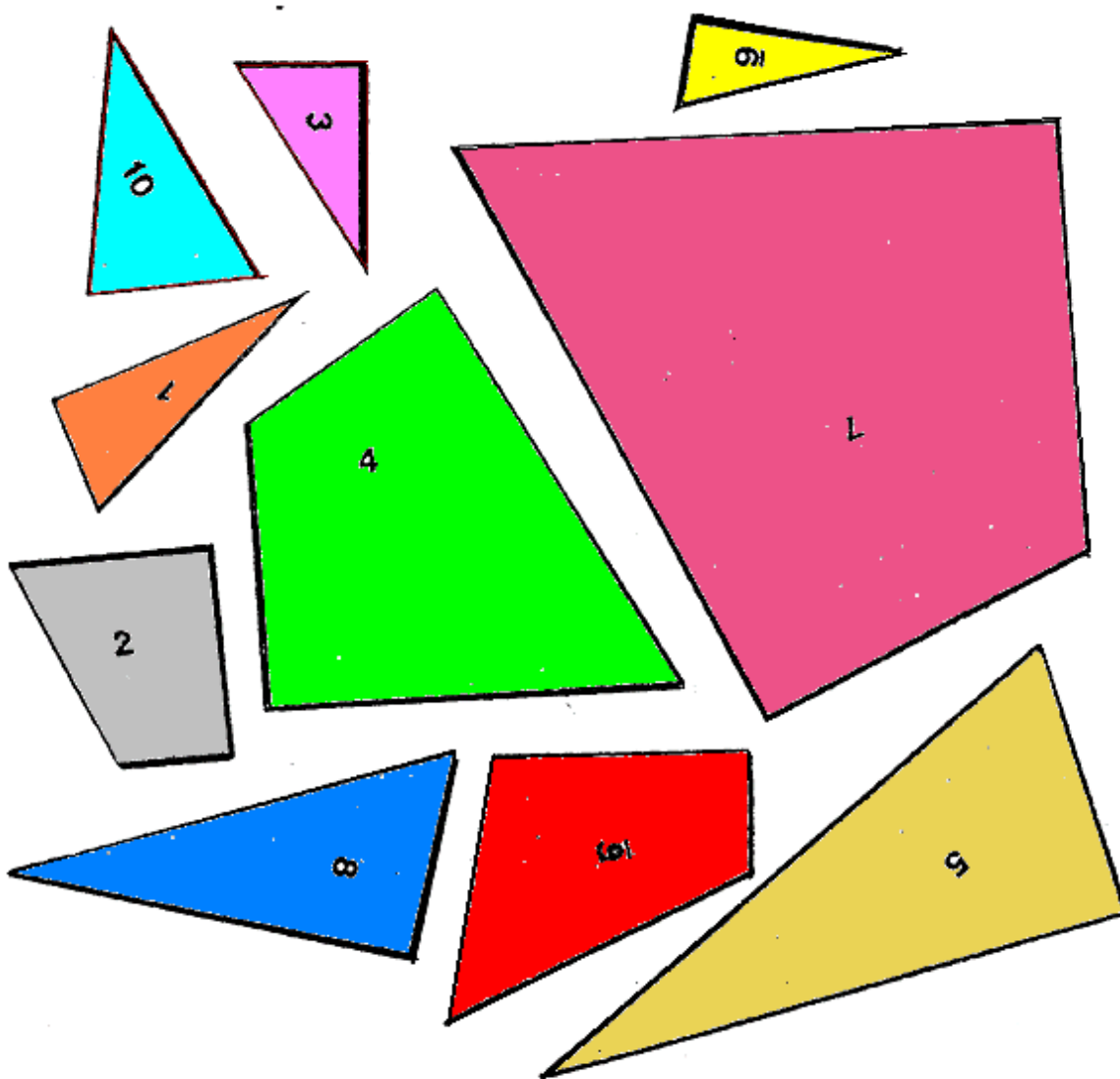


ลักษณะของรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า ประกอบด้วย

1. เส้นขนานที่เท่ากัน.....คู่
2. รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า.....รูป
3. รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว.....รูป

ใบกิจกรรม
“เพราะเรา...คล้ายกัน”

ให้นักเรียนตัดรูปที่กำหนดให้ แล้วบอกว่ารูปใดคล้ายกัน จากนั้นให้นักเรียนนำรูปทั้งหมดมาประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวน 3 รูป ในใบคำตอบที่ครูกำหนดให้ พร้อมทั้งตอบคำถาม

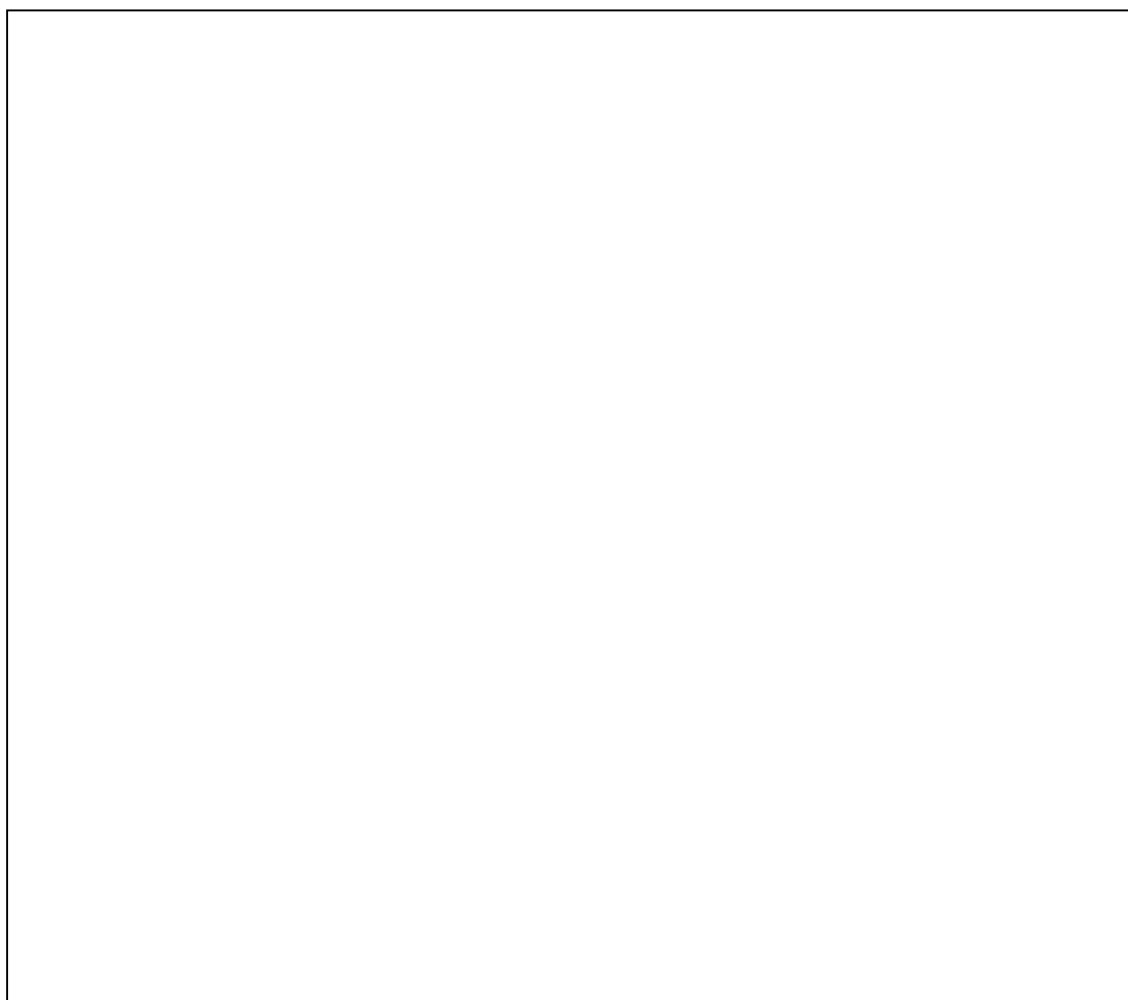


ใบคำตอบ
กิจกรรม “เพราะเรา...คล้ายกัน”

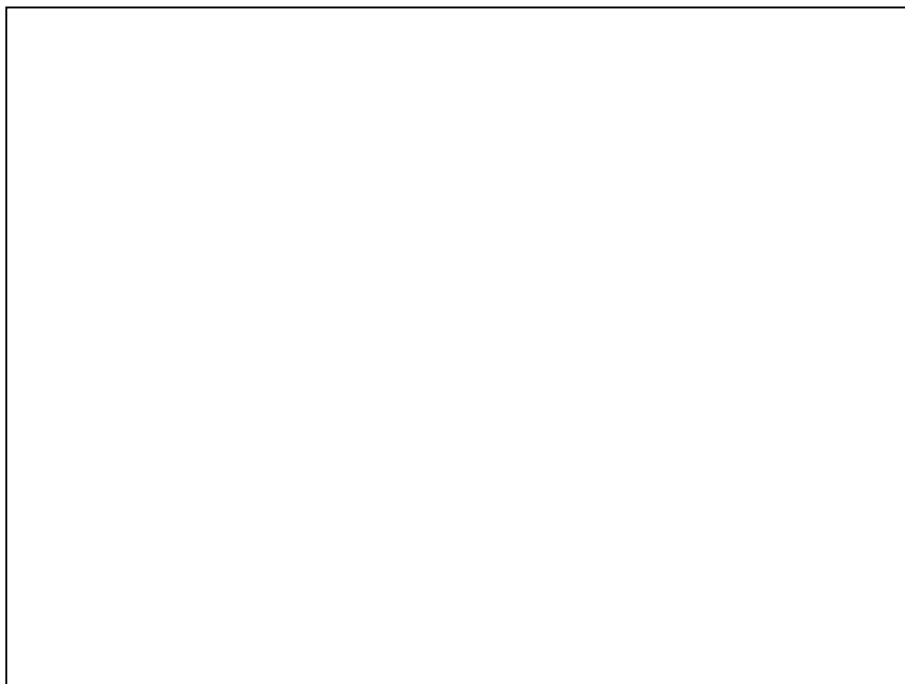
สมาชิก

1.
2.
3.
4.
5.

รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3



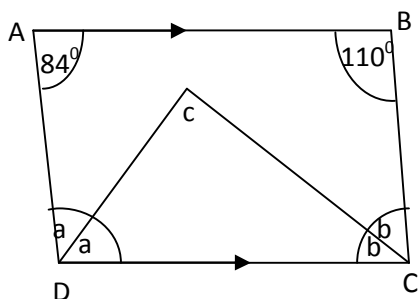
เมื่อนักเรียนนำรูปทั้งหมดมาประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวน 3 รูป แล้วให้นักเรียน
ตอบคำถามต่อไปนี้

รูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ที่คล้ายกัน คือ รูปที่

รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน คือ รูปที่

ใบงานที่ 1

1. จากรูป $\overline{AB} // \overline{CD}$ จงหาค่าของ a , b และ c



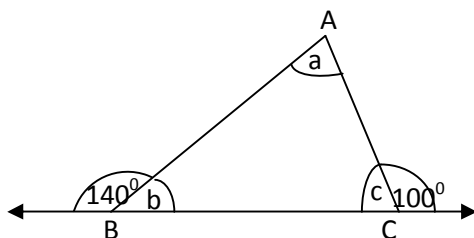
.....

.....

.....

.....

2. จากรูปจงหาค่าของ a , b และ c



.....

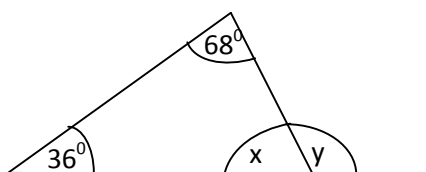
.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนหาค่าของตัวแปรต่าง ๆ ในแต่ละข้อต่อไปนี้

3.1



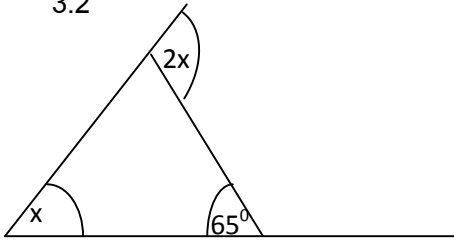
.....

.....

.....

.....

3.2



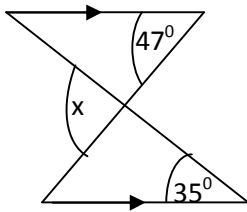
.....

.....

.....

.....

3.3



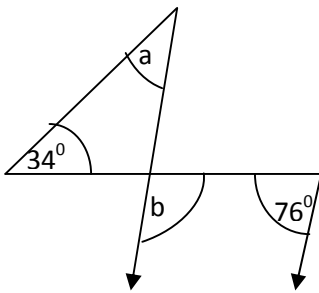
.....

.....

.....

.....

3.4



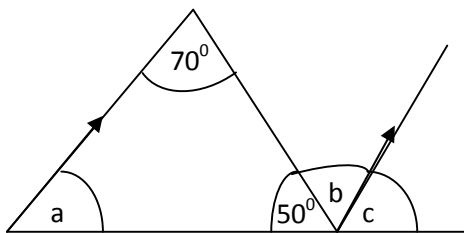
.....

.....

.....

.....

3.5



.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ด้านความรับผิดชอบในการทำงาน	
ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 หมายถึง ดีมาก	ทำงานเสร็จและมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยและส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลากำหนด
2 หมายถึง ดี	ทำงานเสร็จและด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อยแต่ส่งงานช้ากว่ากำหนด
1 หมายถึง พอใช้	ทำงานเสร็จแต่ยังไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยและส่งช้ากว่ากำหนด

ด้านทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น	
ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 หมายถึง ดีมาก	ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จด้วยดีทุกครั้ง
2 หมายถึง ดี	ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จด้วยดีเป็นส่วนใหญ่
1 หมายถึง พอใช้	ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จด้วยดีเป็นบางเวลา

ด้านความกระตือรือร้น	
ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 หมายถึง ดีมาก	ลงมือปฏิบัติงานทันทีที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเอง
2 หมายถึง ดี	ลงมือปฏิบัติงานค่อนข้างช้า แต่ปฏิบัติงานเอง
1 หมายถึง พอใช้	ลงมือปฏิบัติงานช้ามาก ต้องมีคนคอยกระตุ้นหรือแนะนำ

เกณฑ์การให้คะแนนในงาน

ด้านความถูกต้อง	
ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 หมายถึง ดีมาก	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย ได้อย่างถูกต้องทั้งหมด และ ปฏิบัติงานด้วยตนเอง
2 หมายถึง ดี	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย ได้อย่างถูกต้อง โดย อาศัยการชี้แนะจากผู้อื่นเป็นบางครั้ง
1 หมายถึง พอใช้	ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายถูกต้องเป็นบางส่วน โดย อาศัยการชี้แนะจากผู้อื่น อยู่เสมอ

ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อย	
ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 หมายถึง ดีมาก	ไปงานหรือ ชำงาน สะอาดเรียบร้อยดี
2 หมายถึง ดี	ไปงาน หรือชำงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย
1 หมายถึง พอใช้	ไปงาน หรือชำงาน ไม่ค่อยสะอาดเรียบร้อย

ด้านความตรงต่อเวลา	
ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 หมายถึง ดีมาก	ทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จและส่งก่อนหรือส่งตรง เวลาที่กำหนด
2 หมายถึง ดี	ทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จแต่ส่งช้ากว่าเวลาที่ กำหนด
1 หมายถึง พอใช้	ทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่เสร็จ

เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรม

ด้านการแก้ปัญหา	
ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
2	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
1	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้น หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

ด้านการเชื่อมโยง	
ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
2	มีการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหา หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม
1	มีการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหา หลักการ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
0	ไม่มีการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์หรือทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้น

ด้านการสื่อสารและนำเสนอ	
ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
2	พูดสื่อความหมายได้ชัดเจน ถูกต้อง คล่องแคล่ว และใช้วิธีการนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสมชัดเจน
1	พูดสื่อความหมายได้ชัดเจน ถูกต้อง คล่องแคล่ว นำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสมได้เพียงบางส่วน
0	พูดสื่อความหมายได้ไม่ชัดเจน นำเสนอด้วยวิธีการที่ไม่เหมาะสม

ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	
ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
2	มีแนวคิด / วิธีการที่แปลกใหม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ ถูกต้องสมบูรณ์
1	มีแนวคิด / วิธีการที่ไม่แปลกใหม่ แต่สามารถนำไปปฏิบัติ ได้ถูกต้องสมบูรณ์
0	ไม่มีผลงาน

การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนน	8 – 10	หมายถึง	ดีมาก
คะแนน	6 – 7	หมายถึง	ดี
คะแนน	4 – 5	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนน	0 – 3	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ภาคผนวก ง

- แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- แบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้มีจำนวน 4 ข้อ ข้อละ 4

คะแนน

2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการคำนวณและแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบอย่างละเอียดและเป็นขั้นตอน โดยอาศัยแนวคิด ความรู้ หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

ให้นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการคำนวณและแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบอย่างละเอียดและเป็นขั้นตอน โดยอาศัยแนวคิด ความรู้ หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

เกณฑ์การให้คะแนน

แบบทดสอบฉบับนี้มี 3 ตอน ตอนละ 2 ข้อ รวมทั้งหมด 6 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน โดยข้อคำถามแต่ละตอนจะวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านต่าง ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 วัดทักษะการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 วัดทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ตอนที่ 3 วัดทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ข้อสอบข้อที่ 2 ตารางแสดงจำนวนครัวเรือนเกษตรและเนื้อที่ถือครองทำการเกษตร เฉลี่ยต่อครัวเรือน จำแนกตามภาคปี 2536 ปี 2541 และปี 2546

ภาค	จำนวนครัวเรือนเกษตร			เนื้อที่เฉลี่ยต่อครัวเรือน (ไร่)		
	2536	2541	2546	2536	2541	2546
ทั่วประเทศ	5,644,708	5,577,261	5,787,774	20.8	19.9	19.7
กลาง	933,363	851,848	899,076	25.5	24.7	24.0
เหนือ	1,407,652	1,306,959	1,366,897	17.7	17.7	18.4
ตะวันออกเฉียงเหนือ	2,504,939	2,589,322	2,639,508	21.2	19.8	19.6
ใต้	798,755	829,132	882,293	19.7	18.5	16.7

ที่มา : สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

จากตาราง จงตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 ในช่วงปี 2536 ถึงปี 2546 ประเทศไทยมีครัวเรือนเกษตรเพิ่มขึ้นหรือลดลง เป็นจำนวนเท่าไร

ตอบ

3.2 ในช่วงปี 2536 ถึงปี 2546 ประเทศไทยมีเนื้อที่ถือครองทำการเกษตรเฉลี่ยต่อครัวเรือนเกษตร เพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นจำนวนเท่าไร

ตอบ

3.3 ถ้าครัวเรือนเกษตรทั้งสิ้นในปี 2546 คิดเป็นร้อยละ 32.4 ของครัวเรือนทั้งประเทศ แล้วจำนวนครัวเรือนทั้งประเทศจะเป็นเท่าไร

ตอบ

3.4 ในปี 2546 ภาคใดมีจำนวนครัวเรือนเกษตรมากที่สุด คิดเป็นร้อยละเท่าไรของครัวเรือนทั้งประเทศ

ตอบ

3.5 ให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสมของเนื้อที่ถือครองทำการเกษตร เฉลี่ยต่อครัวเรือน จำแนกตามภาคปี 2536 ปี 2541 และปี 2546

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนมีจำนวน 35 ข้อ แบ่งออกเป็น 7 ด้าน ๆ ละ 5 ข้อ คือ การเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ความอยากรู้อยากเห็น ความตั้งใจ การกล้าคิดริเริ่ม ความเพียรพยายาม การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และการมีเหตุผล

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อ แล้วขีดเครื่องหมาย \checkmark ลงในช่องที่ตรงกับระดับความเป็นจริงมากที่สุดโดยมีหลักเกณฑ์ในการเลือกดังนี้

มากที่สุด	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงของตัวนักเรียนมากที่สุด
มาก	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงของตัวนักเรียนมาก
ปานกลาง	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงของตัวนักเรียนปานกลาง
น้อย	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงของตัวนักเรียนน้อย
น้อยที่สุด	หมายถึง	ข้อความนั้นตรงกับความเป็นจริงของตัวนักเรียนน้อยที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับความเป็นจริง				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
การเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ						
1.	การหาความรู้โดยการอ่านหนังสือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับข้าพเจ้า	.....	.....	.....	.....	.....
2.	การศึกษาค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ทั้งในและนอกโรงเรียนทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ที่เป็นประโยชน์อย่างหลากหลาย	.....	.....	.....	.....	.....
3.	การเข้าร่วมกิจกรรมทางวิชาการของโรงเรียนสามารถเพิ่มความรู้อีกแก่ข้าพเจ้าได้	.....	.....	.....	.....	.....
4.	เมื่ออ่านหนังสือพบเคล็ดลับความสำเร็จในการเรียน ข้าพเจ้าจะนำมาปรับใช้กับตนเอง	.....	.....	.....	.....	.....
5.	ข้าพเจ้าจะอ่านหนังสือคณิตศาสตร์ล่วงหน้ามาก่อน เพื่อทำความเข้าใจกับบทเรียนเมื่อครูสอน	.....	.....	.....	.....	.....
ความอยากรู้อยากเห็น						
6.	เมื่อครูสอนเรื่องที่เป็นความรู้ใหม่ ๆ ข้าพเจ้าจะสอบถามถึงรายละเอียดนั้น	.....	.....	.....	.....	.....
7.	เมื่อครูมอบหมายงานให้ค้นคว้าในเรื่องที่สนใจ ข้าพเจ้าจะรีบศึกษาค้นคว้าทันที	.....	.....	.....	.....	.....
8.	ข้าพเจ้าชอบศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตอยู่เสมอ ๆ	.....	.....	.....	.....	.....
9.	ข้าพเจ้าอ่านข่าวสารจากป้ายนิเทศของโรงเรียนอยู่เสมอ	.....	.....	.....	.....	.....
10.	เมื่อมีการจัดงานทางวิชาการทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ข้าพเจ้าจะเข้าร่วมงานด้วยเสมอ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
ความตั้งใจ						
11.	ข้าพเจ้าตั้งใจเรียนเมื่ออยู่ในชั้นเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
12.	ในขณะที่เรียน ข้าพเจ้าจะเอาใจใส่ในสิ่งที่เรียนโดยไม่คิดถึงเรื่องอื่น	.....	.....	.....	.....	.....
13.	ข้าพเจ้าตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมายจากครูอย่างเต็มที่เพื่อให้ผลงานออกมาดีที่สุดในที่สุด	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อ	ข้อความ	ระดับความเป็นจริง				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
14.	เมื่อข้าพเจ้าไม่เข้าใจในบทเรียน ข้าพเจ้าจะรีบถามครูทันที					
15.	ขณะที่ข้าพเจ้าทำการบ้าน ข้าพเจ้าจะรีบทำให้เสร็จ โดยไม่สนใจต่อสิ่งใด ๆ					
การกล้าคิดริเริ่ม						
16.	ข้าพเจ้ากล้าที่จะแสดงความคิดเห็นในกลุ่มเพื่อถึงแม้ว่าจะเป็นการคิดที่ไม่เหมือนใคร					
17.	ข้าพเจ้าใช้รูปแบบการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนที่ไม่ซ้ำกับเพื่อนในห้อง					
18.	ข้าพเจ้าชอบหาวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่อยู่เสมอ					
19.	เมื่อเพื่อนมีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ข้าพเจ้าสามารถอธิบายให้เพื่อนเข้าใจได้					
20.	ข้าพเจ้าสนใจอ่านหนังสือเคล็ดลับต่าง ๆ ในการแก้โจทย์ปัญหา และนำวิธีการเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ในการเรียน					
ความเพียรพยายาม						
21.	เมื่อข้าพเจ้าทำการบ้านไม่ได้ข้าพเจ้าจะพยายามค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรือให้เพื่อนช่วยอธิบาย					
22.	ข้าพเจ้าพยายามทำงานที่รับผิดชอบจากกลุ่มให้สำเร็จตามเป้าหมายอย่างสุดความสามารถแม้จะประสบอุปสรรคระหว่างการทำงานก็ตาม					
23.	ข้าพเจ้าทุ่มเทเวลาในการอ่านหนังสืออย่างเต็มที่ เพื่อที่จะสอบให้ได้ผลการเรียนที่ดีที่สุด					
24.	เมื่อครูมอบหมายงานที่เหมาะสมกับความสามารถ ข้าพเจ้ารู้สึกมีกำลังใจที่จะพยายามทำงานนั้นให้สำเร็จ					
25.	เมื่อเกิดความกังวลว่าจะสอบไม่ผ่าน ข้าพเจ้าจะมุ่งมั่นและพยายามตั้งใจเรียนเพื่อที่จะสอบให้ผ่าน					

ข้อ	ข้อความ	ระดับความเป็นจริง				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง						
26.	เมื่อได้รับมอบหมายงานจากครู ข้าพเจ้าจะค้นหาข้อมูลที่จำเป็นจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง	.....	.....	.....	.....	.....
27.	ข้าพเจ้าศึกษาหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ อยู่เสมอ เพื่อความก้าวหน้าในอนาคต	.....	.....	.....	.....	.....
28.	เวลารว่างข้าพเจ้าจะชอบศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการเรียนในห้องสมุด	.....	.....	.....	.....	.....
29.	ถ้าโจทย์คณิตศาสตร์ข้อใดยาก ข้าพเจ้าจะหาหนังสือเสริมประสบการณ์มาอ่านเพิ่มเติมหลาย ๆ เล่ม เพื่อหาทางแก้ปัญหาจนสำเร็จ	.....	.....	.....	.....	.....
30.	ข้าพเจ้าชอบศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการเรียนจากอินเทอร์เน็ตอยู่เสมอ	.....	.....	.....	.....	.....
การมีเหตุผล						
31.	เมื่อประสบปัญหาในการทำงานกลุ่ม ข้าพเจ้ามีการรับฟังความคิดเห็นจากสมาชิกเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง	.....	.....	.....	.....	.....
32.	ข้าพเจ้ารับฟังคำแนะนำจากครูในเรื่องการเรียนด้วยความเต็มใจ	.....	.....	.....	.....	.....
33.	ข้าพเจ้ารับฟังคำแนะนำ สั่งสอนจากผู้ปกครองด้วยความเต็มใจ และนำคำแนะนำ สั่งสอนนั้นมาใช้ในการเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
34.	ข้าพเจ้ารับฟังคำวิจารณ์จากครูด้วยความเต็มใจ	.....	.....	.....	.....	.....
35.	ข้าพเจ้าตัดสินใจที่จะหาความรู้โดยการอ่านหนังสือเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการเรียนให้สมบูรณ์มากขึ้น เนื่องจากพิจารณาความสามารถของตนเองด้านการเรียนแล้วพบว่า มีข้อบกพร่อง	.....	.....	.....	.....	.....

ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

1. อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์
ข้าราชการบำนาญ
สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประกอบ สมร่าง
ข้าราชการบำนาญ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ลพบุรี
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสัย ทองแผ่
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ลพบุรี
4. อาจารย์ ดร.เนติ เฉลยวาเรศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ลพบุรี
5. อาจารย์ศิริบุญ อักษรกิตต์
ตำแหน่ง ครู คศ.3
โรงเรียนปทุมคงคา กรุงเทพมหานคร

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาววาสนา กิมเท็ง
วันเดือนปีเกิด	8 สิงหาคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	54 หมู่ 7 ตำบลหนองขาหย่าง อำเภอหนองขาหย่าง จังหวัดอุทัยธานี 61130
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านหนองมะสัง ตำบลสุขฤทัย อำเภอห้วยคต จังหวัดอุทัยธานี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2544	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนหนองขาหย่างวิทยา อำเภอหนองขาหย่าง จังหวัดอุทัยธานี
พ.ศ. 2548	วิทยาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยนเรศวร
พ.ศ. 2553	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ