


ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและ
ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

อิสริยาภรณ์ เสวตรพนิต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ตุลาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ อิศริยาภรณ์ เสวตพรนิต ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

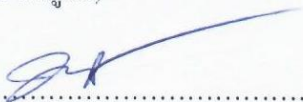

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

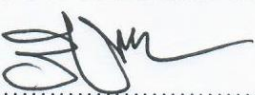

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒผล)


..... กรรมการ
(ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์)


..... กรรมการ
(ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรากร ทรัพย์วิระปกรณ์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 20 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2560

งานวิจัยนี้ได้รับทุนการศึกษาจาก
โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากความอนุเคราะห์ของ
ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ที่กรุณาให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางที่ถูกต้องให้กับผู้วิจัย ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง
ต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและความเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง
จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.มารุต พัฒนาผล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรากร ทรัพย์วิระปกรณ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์
ที่กรุณาให้คำชี้แนะและตรวจแก้ไข ทำให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งทรงคุณวุฒิ
ทั้ง 5 ท่านที่สละเวลาในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่อง
ต่าง ๆ ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
ตลอดจนคณะครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการหาคุณภาพ
เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

เนื่องจากงานวิจัยนี้ส่วนหนึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก โครงการส่งเสริมการผลิตครู
ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ซึ่งเป็นโครงการของสถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ จึงขอขอบคุณ
ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อพรชัย และคุณแม่สุพัตรา เสวตรพนิต รวมทั้งเพื่อน ๆ
นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่บิดาและ
บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา
และประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

อิสริยาภรณ์ เสวตรพนิต

58910255: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)

คำสำคัญ: ปัญหาเป็นฐาน/ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์/ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

อิสรียาภรณ์ เสวตรพนิต: ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

(THE EFFECTS OF PROBLEM-BASED LEARNING INSTRUCTION ACTIVITIES ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING SKILL AND MATHEMATICAL CONNECTION SKILL OF MATHAYOMSUKSA V STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์:

คมสัน ตรีไพบูลย์, กศ.ด., ผลาดร สุวรรณโพธิ์, วท.ด. 184 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 5 แผน 2) แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.85 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

58910255: MAJOR: MATHERMATICS TEACHING; M.Ed. (MATERMATICS TEACHING)

KEYWORD: PROBLEM-BASED LEARNING INSTRUCTION ACTIVITIES/
MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING SKILL/ MATHEMATICAL
CONNECTION SKILL

ITSARIYAPORN SAWETTARAPANIT: THE EFFECTS OF PROBLEM-BASED LEARNING INSTRUCTION ACTIVITIES ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING SKILL AND MATHEMATICAL CONNECTION SKILL OF MATHAYOMSUKSA V STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: KOMSAN TREEPIBOON, Ed.D., PALADORN SUWANNAPHO, Ph.D. 184 P. 2017.

The purposes of this research were 1) to compare the level of mathematical problem solving skill of Mathayomsuksa 5 students after the teacher introduced the problem-based learning instruction activities as compare with the set criterion of 70% and 2) to compare the level of mathematical connection skill of Mathayomsuksa 5 students after experiencing problem-based learning instruction activities as compare with the set criterion of 70%. The sample was selected by the cluster random sampling technique. There were 40 Mathayomsuksa 5/2 students in the first semester of 2017. The research instruments used in this research were consisted of 1) five lesson plans using problem-based learning instruction activities, and 2) mathematical problem solving skill and mathematical connection skill test with reliability of 0.85. The statistics used for analyzing the collected data were Mean, Percentage, Standard Deviation and *t*-test for one sample.

Research results were 1) the mathematical problem solving skill of Mathayomsuksa 5 students after using the problem-based learning instruction activities was higher than the set criterion of 70% at .01 level of significance, and 2) the mathematical problem connection skill of Mathayomsuksa 5 students after using the problem-based learning instruction activities was higher than the set criterion of 70% at .01 level of significance.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	8
ขอบเขตของการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	12
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	17
ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	40
ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	67
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	80
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	84
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	84
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	85
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	99
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	100
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	100

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	101
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	105
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	105
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	105
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	118
สรุปผลการวิจัย.....	118
อภิปรายผลการวิจัย.....	119
ข้อเสนอแนะ.....	124
บรรณานุกรม.....	126
ภาคผนวก.....	132
ภาคผนวก ก.....	133
ภาคผนวก ข.....	142
ภาคผนวก ค.....	166
ภาคผนวก ง.....	178
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	184

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2-1	สาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อันตราส่วนตรีโกณ.....	17
2-2	แสดงโครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์.....	31
2-3	การสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของผู้วิจัย.....	35
2-4	การสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย.....	49
2-5	เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สสวท.....	65
2-6	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัยของผู้วิจัย.....	66
2-7	ความสัมพันธ์ระหว่างความใกล้/ ไกลจากจุดตรวจกับจำนวนครั้งของการเกิด อาชญากรรมของอัมพร ม้าคนอง.....	77
2-8	เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมของแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ของ สสวท.....	78
2-9	เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมเพื่อประเมินทักษะและกระบวนการเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร.....	79
2-10	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัยของผู้วิจัย.....	80
3-1	การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ของแผนการจัด การเรียนรู้ เรื่อง อันตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	86
3-2	การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบวัดทักษะ การแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	94
3-3	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัยของผู้วิจัย.....	96
3-4	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัยของผู้วิจัย.....	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3-5 แบบแผนการวิจัยแบบ One-group posttest-only design.....	100
4-1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	106
4-2 ผลการให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา.....	107
4-3 ผลการให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นการวางแผนแก้ปัญหา.....	109
4-4 ผลการให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา	111
4-5 ผลการให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นการสรุปคำตอบ.....	113
4-6 ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	115
4-7 ผลการให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	116
ค-1 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1.....	167
ค-2 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2.....	168
ค-3 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3.....	169
ค-4 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....	170
ค-5 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5.....	171
ค-6 สรุปค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	172
ค-7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ.....	173
ค-8 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะ การแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ.....	174

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค-9 ค่า $\sum x_i$, $\sum x_i^2$ และ S_i^2 ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient) รายข้อ	175
ค-10 ค่า $\sum x$, $\sum x^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	175
ง-1 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	179
ง-2 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	181

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
2-1 วงจรหลักการของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ของมัทธรา ธรรมบุศย์.....	21
2-2 บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์.....	25
2-3 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.....	33
2-4 การใช้สมบัติการแจกแจงหาพื้นที่แรเงาของดอสมเซย์ และคณะ.....	70
4-1 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถเขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ ได้ครบถ้วน.....	108
4-2 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถเขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ ได้ถูกต้องบางส่วน.....	108
4-3 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถเลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหาได้ ถูกต้อง.....	110
4-4 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถเลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหาได้ ถูกต้องบางส่วน.....	110
4-5 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่วางไว้ได้สำเร็จครบถ้วน....	112
4-6 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่วางไว้ได้สำเร็จบางส่วน....	112
4-7 ตัวอย่างนักเรียนที่สรุปคำตอบได้ถูกต้อง.....	114
4-8 ตัวอย่างนักเรียนที่สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง เนื่องจากคำนวณผิด.....	114
4-9 ตัวอย่างนักเรียนที่สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง เนื่องจากไม่ใช่คำตอบสุดท้าย.....	114
4-10 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง กับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม.....	117
4-11 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง กับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องเหมาะสมบางส่วน.....	117

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลให้ทุกประเทศทั่วโลกมุ่งพัฒนาบุคลากรของตนเองให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบัน ดังนั้นสังคมในปัจจุบันจึงเป็นสังคมที่ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น สำหรับสังคมไทยก็เช่นเดียวกันที่ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน ดังนั้นสังคมไทยจึงมุ่งพัฒนาคุณภาพของมนุษย์ให้ก้าวทันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งสิ่งสำคัญที่จะพัฒนาคุณภาพของมนุษย์ได้คือการศึกษา ดังพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ได้กำหนดแนวทางในการปฏิรูปการศึกษา โดยให้ความสำคัญกับนักเรียนเป็นหลักเพื่อรองรับกระแสการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ความสำคัญสูงสุดสำหรับกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญเพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา รู้จักเหตุและผล รู้จักแก้ปัญหาได้อย่างชาญฉลาด รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและหลากหลาย มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อีกทั้งยังมุ่งพัฒนาพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม เพื่อช่วยให้เป็นบุคคลที่สามารถดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีคุณภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540, หน้า 1-2)

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์หนึ่งของวิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 ก, หน้า 56) จะเห็นได้ว่า คณิตศาสตร์มีความสำคัญทั้งทางตรงและทางอ้อม ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนากระบวนการคิด คุณภาพชีวิตของทุกคนในประเทศ ตลอดจนเป็นพื้นฐานในการศึกษาในแขนงอื่น ๆ ทั้งนี้เพื่อที่จะพัฒนาขับเคลื่อนประเทศชาติต่อไปให้เจริญจึงจำเป็นต้องมีการส่งเสริมการเรียนคณิตศาสตร์ภายในประเทศให้ก้าวหน้าเท่าเทียมกับประเทศอื่น ๆ

ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการเรียนคณิตศาสตร์ไม่น้อยไปกว่าวิชาอื่น ๆ โดยได้เข้าร่วมกับ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ดำเนินโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศที่เข้าร่วมโครงการ ในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีศักยภาพสำหรับการแข่งขันในอนาคต โดยเริ่มมีขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 2000 และประเมินต่อเนื่องทุก 3 ปี ซึ่งเป็นการประเมินทักษะการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่จบการศึกษาภาคบังคับ ในการสอบ PISA 2015 เน้นการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ จึงมีสัดส่วนของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ประมาณ 20% จากทั้งหมด แบบทดสอบ PISA จะประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในกระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนระบุประเด็นของสถานการณ์หรือปัญหาและทำให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำการวิเคราะห์ แล้วจึงใช้หลักการ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ รวมถึงสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาได้ (สุชาติ ปัทมวิภาต, 2557, หน้า 35-36) จากคะแนนเฉลี่ย OECD ของคณิตศาสตร์ ใน PISA 2015 คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยคือ 415 คะแนน (คะแนนมาตรฐานคือ 490 คะแนน) ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าหนึ่งระดับ แนวโน้มคะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย เมื่อเทียบกับการประเมินคณิตศาสตร์ที่เป็นวิชาหลักใน PISA 2012 ลดลง 11 คะแนน และใน PISA 2003 ลดลง 2 คะแนน แต่ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ และคะแนนใกล้เคียงกับการประเมินใน PISA 2006 และ PISA 2009 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, หน้า 14)

จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET หรือ Ordinary national education test) ซึ่งเป็นการทดสอบความรู้ขั้นพื้นฐานระดับชาติวิชาคณิตศาสตร์ผลคะแนนสอบในภาพรวมของนักเรียนทั่วประเทศเฉลี่ยแล้วต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งสอดคล้องกับที่สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2552, หน้า 4) กล่าวว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนทุกช่วงชั้นได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับวิชาอื่น เมื่อพิจารณาผลคะแนนสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2558 วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยสุดเป็นอันดับสองรองจากวิชาภาษาอังกฤษ (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2559) โดยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 26.59 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน หากพิจารณาการสอบ O-NET ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2557 จะเห็นว่า สถิติคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในภาพรวมของประเทศอยู่ในระดับต่ำและมีแนวโน้มของคะแนนลดลงต่อเนื่องทุกปี

นอกจากนี้จากรายงานผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 37.68 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน พบว่าค่าเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 และจากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา พบว่า อัตราส่วนตรีโกณมิติ เป็นเนื้อหาที่นักเรียนประสบปัญหาจะต้องอาศัยการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง โดยเฉพาะในเรื่องของการประยุกต์อัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับระยะทางและความสูง นักเรียนยังไม่มีความเข้าใจเมื่อนำสถานการณ์จริงเข้ามาใช้ร่วมกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ และเมื่อมีโจทย์ที่ไม่เคยทำมาก่อนในชั้นเรียนนักเรียนส่วนใหญ่จะไม่สามารถหาคำตอบได้ (ชนาวุฒิ สุคนทรทรัพย์, สัมภาษณ์, 22 กุมภาพันธ์ 2560)

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น อาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ ส่วนหนึ่งเป็นพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน เนื่องจากมีนักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่าง ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ก, หน้า 1) ซึ่งทักษะการแก้ปัญหาก็เป็นหัวใจสำคัญของคณิตศาสตร์ (National council of teacher of mathematics (NTCM.), 2000, p. 341) และปริชา เนาว์เย็นผล (2537, หน้า 5-6) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาวีสามประการ คือประการแรก การแก้ปัญหาคือความสามารถขั้นพื้นฐานของมนุษย์ซึ่งมนุษย์ต้องพบกับปัญหาและอุปสรรคมากมาย ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้สภาพแวดล้อมและสังคมเปลี่ยนแปลงไปมนุษย์ต้องใช้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้สามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้ ประการที่สอง การแก้ปัญหาคือทำให้เกิดการค้นพบความรู้ใหม่ ซึ่งเป็นความพยายามที่จะแก้ปัญหา จะก่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการทางความคิดเป็นประสบการณ์ใหม่ เมื่อผสมผสานกับประสบการณ์เดิมจะก่อให้เกิดสาระความรู้ใหม่ ทั้งในเชิงเนื้อหาและวิธีการ และประการที่สามการแก้ปัญหาคือความสามารถที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงความคิดออกมาชัดเจนมีระเบียบและรัดกุม นอกจากนี้ครูมักจะสอนโดยมุ่งเน้นที่เทคนิคของวิธีสอนมากกว่าแก่นสำคัญของวิธีสอน เนื่องจากเทคนิคต่าง ๆ นั้นเห็นเด่นชัดมากกว่าแก่นซึ่งมักจะซ่อนอยู่ภายใน การสอนขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากครูไม่ทราบหรือไม่เข้าใจถึงแก่นคือองค์ประกอบและขั้นตอนที่ขาดไม่ได้ของวิธีนั้น ๆ (ทิสนา แคมมณี, 2542, หน้า 324) โดยปัญหาที่เกิดขึ้นจากตัวครูนั้นคือใช้วิธีการสอนแบบเก่า ซึ่งเป็นการบรรยายและฝึกเนื้อหา ครูเป็นผู้กำหนด

รูปแบบการเรียนรู้ให้นักเรียน การสอนจะเน้นเนื้อหาเป็นศูนย์กลางไม่คำนึงถึงนักเรียนและความแตกต่างระหว่างบุคคล (ยุพิน พิพิธกุล, 2539, หน้า 3) ดังนั้นครูจึงเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ครูจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาให้มีความรู้ความสามารถยิ่งขึ้นเพราะครูที่มีสมรรถภาพสูงย่อมมีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งจะมีผลให้นักเรียนได้มีการพัฒนาเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ (วรารักษ์ มีหนัก, 2545, หน้า 58-59) นอกจากนี้การที่ครูไม่ได้ฝึกให้นักเรียนได้ประสบการณ์ในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้มากพอจึงจำเป็นอย่างยิ่ง ที่ครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการนำไปใช้หรือทักษะและกระบวนการอย่างต่อเนื่องและมากพอ (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 68)

นอกจากทักษะการแก้ปัญหาแล้ว การเชื่อมโยงเป็นคุณลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งของคณิตศาสตร์และมีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งการเชื่อมโยงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนได้สร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวความคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นรูป กราฟ สัญลักษณ์ต่าง ๆ และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ (NCTM, 1989, p. 26) ดังที่ เคนเนดีและ ทิปส์ (Kennedy & Tipps, 1994, pp. 194-198) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ นักเรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรม ได้แก่ รูปภาพ สัญลักษณ์ และมโนคติ กับกระบวนการรวมเนื้อหาและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง แม้ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก แต่การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้สัมพันธ์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวเขาเลย (สุรสาธ ผาสุข, 2546, หน้า 3) ซึ่งการวิจัยของโทมัสและซานเทียโก (Thomas & Santiago, 2002, pp. 484-488) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ถ้านำไปปฏิบัติโดยมีการจัดการเรียนรู้ในเชิงสร้างสรรค์นักเรียนจะเกิดความตื่นตัว และกระตือรือร้นที่จะเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนรักในการเรียนคณิตศาสตร์

จากการไปสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากไม่รู้ว่าจะเริ่มการแก้ปัญหาอย่างไร ไม่เข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง เพราะการแก้ปัญหาหรือ โจทย์ปัญหาส่วนใหญ่มักให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำเลย นักเรียนบางคนยังอ่านโจทย์ไม่ถนัด จึงทำให้แก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และการแก้ปัญหาวัดแค่ขั้นของการลงมือปฏิบัติ นักเรียนที่ไม่สามารถทำได้ก็จะไม่ได้คะแนนเลย ทั้งที่รู้ว่าโจทย์กำหนดอะไรและต้องการอะไร ส่วนการเชื่อมโยงนั้น เมื่อนักเรียนเจอ โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยหรือมีความซับซ้อน นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ โจทย์ปัญหากับคณิตศาสตร์ได้ ไม่รู้ว่าจะ

แก้โจทย์ปัญหานั้นอย่างไร แต่เมื่อนักเรียนเจอโจทย์ปัญหาที่ใกล้ตัวก็มักจะเกิดความสนใจเป็นกรณีพิเศษ เนื่องจากสามารถมองภาพออกได้ง่ายขึ้น แม้จะยังเชื่อมโยงกับวิชาคณิตศาสตร์ได้ยังไม่ดีพอก็ตาม แต่ก็เห็นถึงความพยายามในการจะแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงพบว่า โจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนจะช่วยกระตุ้นความสนใจในการแก้ปัญหาของนักเรียน และพบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ที่ประมาณร้อยละ 60

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based-learning) เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับ การกล่าวถึงอย่างมาก ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากวิธีดั้งเดิมที่เน้นตัวสาระความรู้และ มุ่งเน้นที่ครูเป็นสำคัญ นั่นคือการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้นักเรียนเป็นศูนย์กลางหรือ นักเรียนเป็นสำคัญ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบท (Context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิด ทักษะในการคิดวิเคราะห์ และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วย (มัทธรา ธรรมบุศย์, 2545, หน้า 13) การเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะและ กระบวนการเรียนรู้ และพัฒนานักเรียนให้สามารถเรียนรู้โดยชี้นำตนเอง ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกฝน การสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายต่อนักเรียน (สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนการเรียนรู้, 2550, หน้า 1) วอลตัน และแมททิวส์ (Walton & Matthews, 1998, pp. 456-459) กล่าวว่าทำให้ปัญหาตั้งแต่ต้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยาก เรียนรู้ และถ้านักเรียนแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนจำเนื้อหาความรู้ได้ง่ายและนานขึ้น เพราะได้รับประสบการณ์ตรงในการแก้ปัญหาด้วยความรู้ดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่ ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีทักษะทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น เช่น ทักษะ การเชื่อมโยง ทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจ การสร้างตัวแบบ ทักษะการให้เหตุผล (Boaler, 1998, pp. 41-62) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวาสนา กิมเทิง (2553) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 และพรรณ นามโนรินทร์ (2554) ที่ได้ทำการวิจัยการพัฒนา ทักษะการแก้ปัญหาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เพื่อเป็นแนวทางใน การจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนดีขึ้น และเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นที่นักเรียนเป็นสำคัญให้มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

1. ทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แนวคิดจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จึงสรุปเขียนเป็นแผนภาพแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 1-1

**การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐานของ**

- ดีไลเซิล (Delisle, 1997)
- เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555)
- มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (1996)
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของผู้วิจัยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ครูนำเสนอปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในปัญหาที่ครูนำเสนอให้ จากนั้นครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มแบบละความสามารรถ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้กำหนดความรู้เดิมจากปัญหา ความรู้เพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้โดยครูอาจใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม โดยหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยกำหนด เพื่อนำมากำหนดแนวทางในการหาคำตอบที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ นักเรียนแต่ละกลุ่มเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามา และนำมาลงมือแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้

ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอความรู้ แนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหารวมทั้งสรุปคำตอบ และให้นักเรียนร่วมกันประเมินคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนรู้ ครูประเมินผลโดยให้นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่กำหนด สถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เป็นแนวทางสำหรับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเป็นแนวทางสำหรับครูวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่นที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อีกทั้งยังทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 132 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดนักเรียนของแต่ละห้องแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื่องจากโรงเรียนได้จัดนักเรียนของแต่ละห้องแบบคละความสามารถ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณ ซึ่งมีเนื้อหาย่อยดังนี้

1. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60°
3. การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับระยะทาง
4. การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับความสูง
5. การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับระยะทางและความสูง

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดจำนวน 13 ชั่วโมง ใช้เวลาในการทดลอง 11 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียนจำนวน 2 ชั่วโมง

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ โดยใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งบูรณาการความรู้ใหม่ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งครูเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ โดยอาจให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาจริง และเป็นปัญหาที่มีคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธี ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้อย่างนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในปัญหาที่ครูนำเสนอให้ จากนั้นครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มแบบละความสามารถ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้กำหนดความรู้เดิมจากปัญหา ความรู้เพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้โดยครูอาจใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม โดยหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้ากับปัญหาที่กำหนด เพื่อนำมากำหนดแนวทางในการหาคำตอบที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้

ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอความรู้ แนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหารวมทั้งสรุปคำตอบ และให้นักเรียนร่วมกันประเมินคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนรู้ ครูประเมินผลโดยให้นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่กำหนด สถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

2. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแสดงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้กระบวนการทางสมอง ประสบการณ์ เพื่อตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา จากการสังเคราะห์ได้ขั้นตอนการแก้ปัญหาดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องสามารถระบุว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไรและอะไรคือข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้บ้าง

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา ต้องนำทักษะความรู้ที่ได้จากการเรียน รวมทั้งการเลือกใช้ยุทธวิธีที่ช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการดำเนินการตามแผนที่เลือก เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาที่ถูกต้องเหมาะสม

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ เป็นการมองย้อนกลับ เพื่อประเมินการแก้ปัญหาในภาพรวมทั้งด้านวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบ รวมทั้งสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ วัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยเชื่อมโยงหลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ และการดำเนินชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4. เกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นคะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งอยู่ในระดับดี ตามสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2552 ข, หน้า 14)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.2 ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.3 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.4 บทบาทของนักเรียนและครูในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 2.5 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
3. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์
 - 3.4 ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.6 แนวทางพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.7 การวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 ความหมายของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 ประเภทของการเชื่อมโยง
 - 4.4 แนวทางพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.5 การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้นเพื่อให้เขตพื้นที่
การศึกษา หน่วยงานระดับท้องถิ่นและสถานศึกษาทุกสังกัดที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้นำไปใช้
เป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนาหลักสูตรและจัดการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2552 ก, หน้า 56-91) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับ
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

ความสำคัญของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิด
สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้
อย่างถี่ถ้วนรอบครอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ใน
ชีวิตประจำวัน ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาในด้าน
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนา
คุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง
ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ดังนี้

- จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบจำนวน
จริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับ
จำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง
- การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัด
ระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และ
การนำความรู้เกี่ยวกับการวัด ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ
การนิยามแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric
transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน
(Rotation)
- พีชคณิต แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต
การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต
อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

- การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการ อธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

- ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สมรรถภาพสำคัญของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

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

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและ

ความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณภาพของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดคุณภาพของนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไว้ดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้
2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้
3. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซตและใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล
4. เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้
5. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
6. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้
7. รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา
8. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชฌิมฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ
9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาใน

สถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ใน คณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นคุณภาพนักเรียนในด้านการใช้ความรู้เกี่ยวกับการทดลอง กลุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ในการคาดการณ์ ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ และ เชื่อมโยงความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิยาม (Visualization) ให้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

(Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กล่าวถึงข้างต้นนี้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ทั้งหมด 6 สาระ รวม 14 มาตรฐาน ซึ่งสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ประกอบงานวิจัยในครั้งนี้เป็นดังนี้

ตารางที่ 2-1 สาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อันตราส่วนตรีโกณ

สาระ/ มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
สาระที่ 2 การวัด มาตรฐาน ค. 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด	ค. 2.1 ม.4-6/1 ใช้ความรู้เรื่อง อันตราส่วน ตรีโกณมิติของมุมในการคาดคะเนระยะทางและ ความสูง
สาระที่ 2 การวัด มาตรฐาน ค. 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด	ค. 2.2 ม.4-6/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทาง และความสูงโดยใช้อันตราส่วนตรีโกณมิติ
สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการ แก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และ การนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทาง คณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ค. 6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่าง เหมาะสม ค. 6.1 ม.4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่น ๆ

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

สเตเปีย และแกลลาเกอร์ (Stepien & Gallagher, 1993, p. 26) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน คือ การเรียนรู้และการฝึกหัดจากการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง

ทอร์พ และเซก (Torp & Sage, 1998) กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา
เป็นฐานว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้า และแก้ปัญหา ซึ่งม
ความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นทั้งยุทธวิธีที่ใช้ใน
การเรียนการสอน และใช้เป็นแนวทางในการจัดหลักสูตร ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้ให้นักเรียนได้เข้าไป
แก้ปัญหา ครูเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียน
ได้คิดและสำรวจ หลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีปัญหาเป็นแกนกลาง มีบทบาทในการเตรียม
ประสบการณ์ที่จะส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนให้สร้างความรู้ด้วยตนเองและบูรณาการ

สิ่งต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน ในขณะที่เรียนรู้ นักเรียนจะถูกทำให้เป็นนักแก้ปัญหา และพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยชี้นำตนเองได้ ในกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้ร่วมแก้ปัญหา มีหน้าที่ในการสร้างความสนใจ สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์

อีเดนส์ (Edens, 2000) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการสอนเพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะคิดเป็น และแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และปัญหามีความซับซ้อนซึ่งเป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหา และเกิดทักษะการแก้ปัญหา

มัทธรา ธรรมบุศย์ (2545, หน้า 12-13) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหานั้นเป็นหลัก

เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2555) กล่าวว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงโดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือเป็นบริบทให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ได้คิดวิเคราะห์ และแสวงหาองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง รวมทั้งบูรณาการความรู้ใหม่ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในชีวิตจริง ปัญหาที่นำมาใช้อาจเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตจริง และเป็นปัญหาที่มีคำตอบหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี

ทิศนา แคมมณี (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นการจัดการสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยครูอาจนำนักเรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือครูอาจจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ

จากการศึกษาความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ โดยใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งบูรณาการความรู้ใหม่ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน ซึ่งครูเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ โดยอาจให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาจริง และเป็นปัญหาที่มีคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหามากหลายวิธี

ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ทอร์พ และเซก (Torp & Sage, 1998, p. 14) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

- ดึงดูดความสนใจของนักเรียน เหมือนพวกเขาได้เข้าไปอยู่ในสถานการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้นจริง
- รวบรวมหลักสูตรที่เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายจากการเรียนรู้ของนักเรียนในทิศทางที่เกี่ยวกับการเชื่อมโยงกัน
- สร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้โดยครูรวบรวมความคิดของนักเรียน และแนะนำให้นักเรียนตั้งคำถาม เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science and Academy, 2001) ได้เสนอถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ปัญหาที่มีแนวทางในการหาคำตอบหลากหลาย (Ill-structured problem) จะถูกนำเสนอเป็นอันดับแรกและจัดเป็นศูนย์กลางของเนื้อหาสาระ และบริบทของการเรียนรู้
2. ปัญหาที่เป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ มีลักษณะดังนี้
 - 2.1 โครงสร้างที่มีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการหาคำตอบได้หลากหลาย (Ill-structured) เป็นลักษณะปัญหาตามแบบธรรมชาติทั่วไป
 - 2.2 สถานการณ์จะมีลักษณะที่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ตายตัว (Messy)
 - 2.3 มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอเมื่อมีข้อมูลใหม่ ๆ เพิ่มเข้ามา
 - 2.4 ไม่สามารถแก้ปัญหได้ง่าย ๆ หรือรูปแบบการแก้ปัญหามิแน่นอน
 - 2.5 ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป

3. การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในชั้นเรียนนั้น นักเรียนจะถูกจัดให้มีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ครูถูกจัดให้มีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ (Tutors and coaches)

4. ในกระบวนการสอนและการเรียน จะมีการเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ แต่ความรู้ที่นักเรียนแต่ละคนจะต้องสร้างขึ้นด้วยตนเอง การคิดต้องเต็มไปด้วยความชัดเจน มีความหมาย

5. การประเมินการเรียนรู้จะประเมินตามสภาพจริง โดยดูที่ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา

บาร์โรวส์ (Barrows, 1996 อ้างถึงใน เอมอร์ จรัสพันธ์, 2550) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ภายใต้การแนะนำของครูประจำกลุ่ม (Tutor) นักเรียนจะต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ระบุสิ่งที่ตนต้องการจะรู้เพื่อความเข้าใจดีขึ้น โดยแสวงหาความรู้จากแหล่งที่จะให้ข้อมูล ข่าวสารต่าง ๆ ซึ่งอาจมาจากหนังสือ วารสารครู หรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2. การเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5-8 คน พร้อมกับครูประจำกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพด้วยความหลากหลาย

3. ครูประจำกลุ่มเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือเป็นผู้ชี้แนะ โดยครูจะต้องไม่บอกข้อมูล ไม่บอกคำตอบหรือผิด ไม่บอกว่าจะสิ่งใดต้องศึกษาแต่ครูจะมีบทบาทในการตั้งคำถามให้นักเรียนถาม และจัดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

มันทรา ธรรมบุศย์ (2545, หน้า 13-14) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

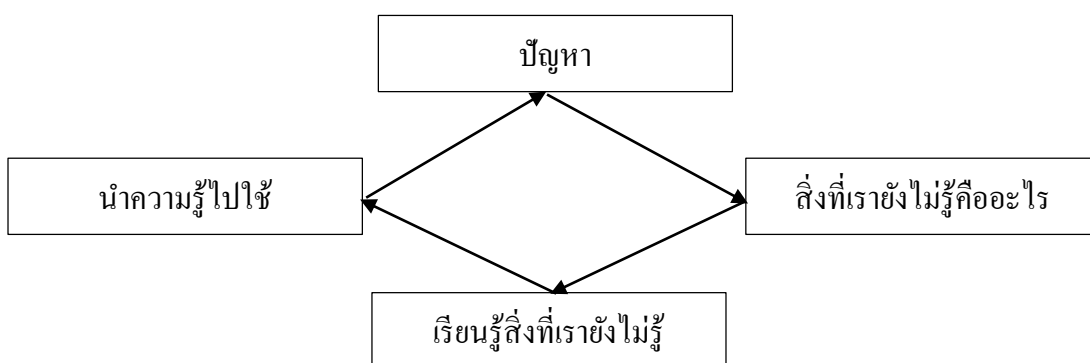
- นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้อย่างแท้จริง (Student-centered learning)
- การเรียนรู้เกิดขึ้นในกลุ่มนักเรียนที่มีขนาดเล็ก
- ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (Guide)
- ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้
- ปัญหาที่นำมาใช้มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน ปัญหา 1 ปัญหา อาจมีคำตอบได้หลายคำตอบหรือแก้ไขปัญหาได้หลายทาง (Ill-structured problem)
- นักเรียนเป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง (Self-directed learning)

- ประเมินผลจากสถานการณ์จริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติ

(Authentic assessment)

การสอนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning ไม่ใช่การสอนแบบแก้ปัญห (Problem solving method) มีครูจำนวนไม่น้อยที่นำวิธีการสอนแบบแก้ปัญห ไปปะปนกับ PBL เช่น สอนเนื้อหาไปบางส่วนก่อน จากนั้นก็ทดลองให้นักเรียนแก้ปัญหเป็นกลุ่มย่อย แล้วครูก็บอกว่า “ฉันสอนแบบ PBL แล้วนะ” ซึ่งเป็นความเข้าใจผิดอย่างมาก เพราะการสอนแบบ PBL นั้น ปัญหาที่เกี่ยวกับศาสตร์ของนักเรียนโดยตรงต้องมาก่อน โดยปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทาง ให้นักเรียนต้องไปแสวงหาความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง เพื่อจะได้ค้นพบคำตอบของปัญหานั้น กระบวนการหาความรู้ด้วยตนเองนี้ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญห

(Problem solving skill) ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 วงจรหลักการของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ของมันทรา ธรรมชาติ

เวทฤทธิ อังกะภักทรขจร (2555) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงจะถูกนำเสนอแก่นักเรียนเป็นอันดับแรกเพื่อกระตุ้นนักเรียนในการแสวงหาความรู้ และเป็นตัวกำหนดกรอบและแนวทางการเรียนรู้ของนักเรียน
2. เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เน้นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ เน้นการเรียนรู้และการประเมินผลจากการปฏิบัติจริง
3. การเรียนรู้เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมกลุ่ม มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และตัดสินใจร่วมกันของนักเรียน

4. ครูเปลี่ยนบทบาทมาจากผู้บรรยายเป็นผู้สนับสนุน กระตุ้น และจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

5. นักเรียนเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับฟังเป็นผู้ปฏิบัติ แสวงหาคำตอบ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง

6. ปัญหาที่นำเสนอควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นหรืออาจเกิดขึ้นในชีวิตจริง ต้องมีการสำรวจค้นคว้าก่อน ไม่สามารถตอบได้ทันที มีคำตอบหรือแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่หลากหลาย และมีความยากง่ายเหมาะสมกับพื้นฐานของนักเรียน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550, หน้า 2-3) ได้เสนอถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้

2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ควรเป็นปัญหาที่พบเห็นได้ในชีวิตจริงของนักเรียนหรือโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริง

3. นักเรียนเรียนรู้โดยการนำตนเอง (Self-directed learning) ค้นหาและแสวงหาความรู้คำตอบด้วยตนเอง ดังนั้น นักเรียนจึงต้องวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการรับส่งข้อมูลเรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกการจัดระบบตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรู้จากคำตอบที่ได้มีหลากหลายองค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยนักเรียน มีการสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้นอกจากจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แต่อาจทำให้นักเรียนขาดการทำงานร่วมกับผู้อื่น

5. การเรียนรู้มีลักษณะบูรณาการความรู้ และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ นักเรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระจ่างชัด

6. ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ จะได้มาภายหลังจากการผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น

7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานและความก้าวหน้าของนักเรียน

จากการศึกษาลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่พบเห็นได้ในชีวิตจริงของนักเรียนหรือจะเกิดขึ้นจริง และมีคำตอบหลากหลายจะถูกนำเสนอเป็นอันดับแรก เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้
2. นักเรียนจะถูกจัดให้มีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ครูถูกจัดให้มีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ
3. เป็นการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ๆ โดยสมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่อย่างชัดเจน
4. เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เน้นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ และเน้นการประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานและความก้าวหน้าของนักเรียน

ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้ ทอร์พ และเซก (Torp & Sage, 1998, p. 20) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีลักษณะ ดังนี้

1. จะต้องมีความคลุมเครือ
2. จะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีข้อมูลใหม่มาสนับสนุน
3. ไม่สามารถแก้ไขได้ง่ายหรือไม่ได้ใช้สูตรตายตัวในการหาคำตอบ

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science and Academy, 2001) ได้เสนอถึงลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีลักษณะ ดังนี้

1. โครงสร้างที่มีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการหาคำตอบได้หลากหลาย (Ill-structured) เป็นลักษณะปัญหาตามแบบธรรมชาติทั่วไป
2. สถานการณ์จะมีลักษณะที่ยู่ยากซับซ้อน ไม่ตายตัว (Messy)
3. มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอเมื่อมีข้อมูลใหม่ ๆ เพิ่มเข้ามา
4. ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ง่าย ๆ หรือรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน
5. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550, หน้า 3-4) ได้เสนอถึงลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น

ฐานสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
ลักษณะที่สำคัญของปัญหา มีดังนี้

1. เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกิดจากประสบการณ์ของนักเรียน หรือนักเรียนอาจมีโอกา
เผชิญหน้ากับปัญหานั้น
 2. เป็นปัญหาที่พบบ่อย มีความสำคัญ มีข้อมูลประกอบสำหรับการค้นคว้า
 3. เป็นปัญหาที่ยัง ไม่มีคำตอบชัดเจนตายตัว เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน คลุมเครือ หรือ
นักเรียนเกิดความสงสัย
 4. ปัญหาที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ข้อถกเถียงในสังคมยังไม่มีข้อยุติ
 5. เป็นปัญหาที่อยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่อยากรู้ แต่ไม่รู้
 6. ปัญหาที่สร้างความเคียดแค้น เสียหาย เกิดโทษภัยและเป็นสิ่งไม่ดีหากใช้ข้อมูลโดย
ลำพังคนเดียวอาจทำให้ตอบปัญหาผิดพลาด
 7. เป็นปัญหาที่มีการยอมรับว่าจริง ถูกต้อง แต่นักเรียนไม่เชื่อว่าจริง ไม่สอดคล้องกับ
ความคิดของนักเรียน
 8. ปัญหาที่มีคำตอบหรือมีแนวทางในการแสวงหาคำตอบหลายทาง ครอบคลุม
การเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา
 9. เป็นปัญหาที่มีความยากความง่ายเหมาะสมกับพื้นฐานของนักเรียน
 10. เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องการการสำรวจค้นคว้าและรวบรวม
ข้อมูล หรือทดลองดูก่อนจึงได้คำตอบ ไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้ง่าย ๆ ว่าต้องใช้ความรู้
อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไรหรือคำตอบหรือผลของความรู้เป็นอย่างไร
 11. เป็นปัญหาส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะ สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา
จากการศึกษาลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยสรุปได้ว่า
ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้
1. เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตจริงของนักเรียน หรือเป็นปัญหาที่นักเรียนอาจมี
โอกาสพบได้ในชีวิตจริง
 2. เป็นปัญหาที่มีความคลุมเครือ ไม่ชัดเจน
 3. มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอเมื่อมีข้อมูลใหม่ ๆ
 4. เป็นปัญหาที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทันที หรือรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน และ
ยังไม่มีคำตอบชัดเจนตายตัว
 5. เป็นปัญหาที่มีความยากความง่ายเหมาะสมกับพื้นฐานของนักเรียน

6. เป็นปัญหาที่นักเรียนเกิดความสงสัย หรือให้ความสนใจที่ต้องการหาคำตอบ
 บทบาทของนักเรียนและครูในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 บทบาทของนักเรียนและครูในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้
 ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based-Learning) ของ
 มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา (1996 cited in Torp & Saga, 1998, pp. 64-65) ได้เสนอถึง
 บทบาทของครูและนักเรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 บทบาทของครูและนักเรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของ
 มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์

จากภาพที่ 2-2 ข้างต้นกล่าวได้ดังนี้

บทบาทของครู

1. เป็นผู้ออกแบบและกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจปัญหาเพื่อกำหนดรูปแบบและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
2. อนุญาตให้นักเรียนเป็นผู้สำรวจปัญหาและควบคุมกระบวนการสำรวจด้วยตนเองอย่างอิสระ โดยครูเป็นเพียงผู้แนะนำ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดตามกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
3. คอยดูแลให้นักเรียนสร้างคำตอบที่เป็นไปได้เพื่อนำไปสู่การค้นพบคำตอบของปัญหานั้น

บทบาทของนักเรียน

1. ถูกดึงดูดให้สนใจในสถานการณ์ปัญหา
2. สามารถสำรวจ ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติอย่างมีเหตุผลและเป็นอิสระ
3. เป็นผู้ควบคุมกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้
4. ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และสัญชาตญาณ เพื่อทำกิจกรรมอย่างมีหลักฐาน
5. พัฒนาตนเองให้เป็นผู้ที่เรียนรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550, หน้า 9-13) ได้เสนอถึงบทบาทของครูครูและนักเรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

บทบาทของครู ครูมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นลักษณะของครูที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะดังนี้

1. ครูต้องมุ่งมั่น ตั้งใจสูงรู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ
2. ครูต้องรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคลเข้าใจศักยภาพของนักเรียนเพื่อสามารถให้คำแนะนำ ช่วยเหลือนักเรียนได้ทุกเมื่อทุกเวลา
3. ครูต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างถ่องแท้ชัดเจนทุกขั้นตอน เพื่อจะได้แนะนำให้คำปรึกษาแก่นักเรียนได้ถูกต้อง
4. ครูต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้ และการติดตามประเมินผลการพัฒนาของนักเรียน
5. ครูต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุนสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมพอเพียง จัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ

6. ครูต้องมีจิตวิทยาสร้างแรงจูงใจแก่นักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา

7. ครูต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของนักเรียนให้เข้าใจและเห็นคุณค่าของการเรียนรู้แบบนี้

8. ครูต้องมีความรู้ความสามารถ ด้านการวัดและประเมินผลนักเรียนตามสภาพจริง ให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้อบอบของนักเรียน

1. นักเรียนต้องปรับทัศนคติและบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเอง

2. นักเรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ

3. นักเรียนต้องได้รับการวางพื้นฐาน และฝึกทักษะในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เช่น กระบวนการการคิด การสืบค้นข้อมูล การทำงานกลุ่ม การอภิปราย การสรุป การนำเสนอผลงาน และการประเมิน

4. นักเรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

จากการศึกษายบทบาทของนักเรียนและครูในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยสรุปได้ดังนี้

บทบาทของครู

1. เป็นผู้สร้างปัญหาที่ใช้เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน

2. เป็นผู้แนะนำ อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุนสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมพอเพียง จัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ

3. เป็นผู้ประเมินผลรวมทั้งการประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ ประเมินผลนักเรียนทั้งในด้านทักษะและด้านความรู้ และประเมินผลตนเอง

4. เป็นผู้มุ่งมั่น ตั้งใจสูงรู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ

5. ต้องเข้าใจขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างถูกต้อง เพื่อจะได้แนะนำให้คำปรึกษาแก่นักเรียนได้ถูกต้อง

บทบาทของนักเรียน

1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้ บอกถึงความสนใจ ความถนัด ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ตนมีให้กับครูเพื่อรับทราบ และแสดงความคิดเห็นในการคัดเลือกกิจกรรม

2. นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น นักเรียนเป็นผู้กำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเองตามขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
3. นักเรียนต้องพัฒนาตนเองให้เป็นนักเรียนรู้โดยการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. นักเรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ

ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ดีไลเชิล (Delisle, 1997) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เชื่อมโยงไปสู่ปัญหา (Connecting with the problem) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนควรจะรู้สึกว่ปัญหามีความสำคัญ น่าสนใจและคุ้มค่าต่อเวลาของพวกเขา ครูครูเลือกปัญหาที่มีความเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนอาจพบเจอในชีวิตประจำวัน เช่น ประสบการณ์ส่วนตัว ประสบการณ์จากครอบครัวหรือจากเพื่อน จากโทรทัศน์ หรือดนตรีที่นักเรียนสนใจ การเชื่อมโยงนี้อาจเกิดขึ้นจากกระบวนการการอ่าน หรือจากการอภิปรายนำเสนอหัวข้อ

ขั้นที่ 2 จัดโครงสร้าง (Setting up the structure) ในขั้นนี้ครูครูต้องแน่ใจว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงไปสู่ปัญหาได้แล้ว ในขั้นจัดโครงสร้างนี้เป็นการสร้างโครงสร้างสำหรับการทำงานผ่านปัญหาซึ่งจะมีการจัดขอบเขตของงานเพื่อที่จะนำไปสู่คำตอบ และถือเป็นหัวใจของกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงวิธีการคิดโดยใช้สถานการณ์ และแนวทางการนำไปสู่คำตอบ โดยครูครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อจัดโครงสร้างของการทำงาน โดยครูครูมีหน้าที่เป็นผู้แนะนำเพื่อกำหนดโครงสร้างของการศึกษาอันประกอบด้วย

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

ขั้นที่ 3 เข้าไปสู่ปัญหา (Visiting the problem) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการร่วมกันสำรวจปัญหาและร่วมกันอภิปรายเพื่อเติมลงไปในตารางโครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในขั้นที่ 2 หลังจากที่นักเรียนได้ใส่ข้อมูลจนครบจะเห็นว่า สิ่งที่นักเรียนรวบรวมมาเป็นข้อมูลที่ได้จากคำถามต่าง ๆ ของพวกเขา และข้อมูลที่เติมในสองช่องสุดท้ายจะเป็นแนวทางหรือแผนการที่จะนำไปสู่รูปแบบการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของนักเรียน จากนั้นนักเรียนจะแบ่งหน้าที่ในการศึกษาค้นคว้าอย่างอิสระแล้วนำความรู้ที่ได้มา

เสนอต่อกลุ่ม จนกระทั่งได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ครูจะเป็นผู้ที่คอยแนะนำ แหล่งข้อมูลเพิ่มเติมที่อาจช่วยเหลือนักเรียนได้แต่ครูต้องไม่ให้คำตอบกับนักเรียน และหลังจากที่นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าเสร็จเรียบร้อยแล้วครูและนักเรียนก็จะร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนอีกครั้ง

ขั้นที่ 4 กลับเข้าสู่ปัญหาอีกครั้ง (Revisiting the problem) หลังจากที่นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าเสร็จแล้ว จะมีการอภิปรายในชั้นเรียนและมีการกลับเข้าสู่ปัญหาอีกครั้ง โดยสิ่งแรกที่ครูควรต้องทำคือให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานการศึกษาค้นคว้าของพวกเขา และขณะที่แต่ละกลุ่มรายงาน ครูครูก็จะทำการประเมินแหล่งข้อมูลที่นักเรียนใช้เวลาที่ใช้ และผลลัพธ์ทั้งหมดจากแผนการดำเนินงานของนักเรียน ในขั้นตอนนี้แต่ละกลุ่มจะร่วมกันสังเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มานั้นไม่เพียงพอก็จะมีกำหนดประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า และแผนการดำเนินงานอีกครั้ง

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

ขั้นที่ 6 การประเมินกระบวนการและปัญหา (Evaluating performance and the problem) ในขั้นตอนของการประเมินนี้ทั้งครูและนักเรียนจะมีส่วนร่วมในการประเมิน ทั้งการประเมินทักษะการเรียนรู้ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การทำงานร่วมกันภายในกลุ่มและการประเมินปัญหาที่นำมาใช้ด้วย

เวทฤทธิ อังกะภักทรขจร (2555) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอปัญหา ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เตรียมไว้โดยเป็นปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง มีความน่าสนใจ มีคำตอบหรือแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่หลากหลาย

ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา โดยครูใช้การพูดคุยหรือการถามตอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา รวมทั้งอาจมีการเชื่อมโยงปัญหากับความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนแสวงหาข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งอาจเป็นข้อมูลความรู้ที่ได้จากปัญหา หรือข้อมูลความรู้เดิมของนักเรียน หรือข้อมูล

ความรู้ที่ได้จากการอภิปรายกลุ่มแล้วนำมากำหนดวิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่น่าเป็นไปได้

ขั้นตอนที่ 4 การลงมือปฏิบัติ นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือกไว้ ซึ่งอาจแตกต่างกันไป

ขั้นตอนที่ 5 การนำเสนอ นักเรียนนำเสนอข้อค้นพบ โดยการนำเสนอประกอบด้วย สถานการณ์ปัญหา ข้อมูลความรู้ที่รวบรวมได้ แนวทาง/ วิธีการในการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผล และ นำข้อเสนอแนะ

ครูพยายามรับฟังการเสนอผลงาน อาจเพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดของแนวคิดบางประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือเข้าใจไม่ถูกต้อง รวมทั้งครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนถามคำถามหรือเสนอแนวคิดที่แตกต่างออกไป

ขั้นตอนที่ 6 การประเมินผลการเรียนรู้ นักเรียนประเมินผลการปฏิบัติงานของตนเองและกลุ่มของตนเอง และครูประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มของนักเรียน

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based Learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา (1996 cited in Torp & Saga, 1998, pp. 33-34) ได้เสนอถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมของนักเรียน ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเตรียมให้นักเรียนมีความพร้อมในการเป็นผู้เผชิญกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งการเตรียมความพร้อมนี้ขึ้นอยู่กับอายุ ความสนใจ ภูมิหลังของนักเรียน ในการเตรียมความพร้อมนี้จะให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนอย่างกว้าง ๆ ซึ่งจะต้องตระหนักว่าการเตรียมความพร้อมนี้ไม่ใช่การสอนเนื้อหา ก่อน เพราะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่างจากการเรียนรู้แบบอื่นตรงที่ความรู้หรือทักษะที่นักเรียนได้รับจะเป็นผลมาจากการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นพบปัญหา ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายสนับสนุนให้นักเรียนกำหนดบทบาทของตนในการแก้ปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนต้องการที่จะแก้ปัญหา ซึ่งครูอาจจะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายและเสนอความคิดเห็นต่อปัญหา เมื่อมองเห็นถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นนิยามว่าเรารู้อะไร (What we know) เราจำเป็นต้องรู้อะไร (What we need to know) และแนวคิดของเรา (Our ideas) ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาสิ่งที่ตนรู้อะไรที่จำเป็นต้องรู้ และแนวคิดอะไรที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนได้พิจารณาถึงความรู้ที่ตนเองมีเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและเตรียมให้นักเรียนพร้อมที่จะรวบรวม

ข้อมูล เพื่อนำไปแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและพร้อมทั้งสำรวจ ค้นคว้าหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหา ครูจะให้ให้นักเรียนได้กำหนดสิ่งที่ตนรู้จากสถานการณ์ปัญหา สิ่งที่ต้องเรียนรู้อื่นๆเพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งจะระบุแหล่งข้อมูลสำหรับค้นคว้าและแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยเขียนลงในตารางอย่างสัมพันธ์กันทั้ง 3 หัวข้อดังนี้

ตารางที่ 2-2 แสดงโครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์

สิ่งที่รู้	สิ่งที่จำเป็นต้องรู้	แนวคิด
		<p>ขั้นที่ 4 ขั้นกำหนดปัญหา จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนกำหนดปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์ที่ได้เผชิญ และกำหนดเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับเงื่อนไขที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่งจะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาที่ดี</p> <p>ขั้นที่ 5 ขั้นการค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และเสนอข้อมูล นักเรียนจะช่วยกันคิดว่าข้อมูลที่จำเป็นต้องรู้จากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้แล้ว นำข้อมูลเหล่านั้นมาเสนอต่อกลุ่มให้เข้าใจตรงกัน จุดมุ่งหมายในขั้นนี้ ประการแรกเพื่อสนับสนุนให้นักเรียนวางแผนและดำเนินการรวบรวมข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งเสนอข้อมูลนั้นต่อกลุ่ม ประการที่สองเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจว่าข้อมูลใหม่ที่ค้นคว้ามาทำให้เข้าใจปัญหาอย่างไร และจะประเมินข้อมูลใหม่เหล่านั้นว่าสามารถช่วยเหลือให้เข้าใจปัญหาได้อย่างไรด้วย ประการที่สามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถทางการสื่อสารและการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งช่วยให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ</p> <p>ขั้นที่ 6 ขั้นการหาคำตอบที่เป็นไปได้ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้ากับปัญหาที่กำหนดไว้แล้ว แก้ปัญหาบนฐานข้อมูลที่ค้นคว้า เนื่องจากปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้สามารถมีคำตอบได้หลายคำตอบ ดังนั้นในขั้นนี้นักเรียนจะต้องค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้ให้มากที่สุด</p> <p>ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมินค่าของคำตอบ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนทำการประเมินค่าสิ่งที่มาช่วยในการแก้ปัญหา (ข้อมูลที่ค้นคว้ามา) และผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละปัญหาว่าทำให้เรียนรู้อะไร ซึ่งนักเรียนจะแสดงผลและร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลที่ค้นคว้ามาเป็นพื้นฐาน</p>

ขั้นที่ 8 ขั้นการแสดงคำตอบและการประเมินผลงาน ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสนับสนุนให้นักเรียนเชื่อมโยงและแสดงถึงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ได้ความรู้มาอย่างไร และทำไมความรู้นั้นถึงสำคัญ ในขั้นนี้นักเรียนจะเสนอผลงานออกมาที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่จนได้คำตอบของปัญหา ซึ่งเป็นการประเมินผลงานของตนเองและกลุ่มไปด้วย

ขั้นที่ 9 ขั้นตรวจสอบปัญหา เพื่อขยายการเรียนรู้ ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ต่อไป นักเรียนจะพิจารณาจากปัญหาที่ได้ดำเนินการไปแล้วว่ามีประเด็นอะไรที่ตนสนใจอยากเรียนรู้อีก เพราะในขณะดำเนินการเรียนรู้ นักเรียนอาจจะมีสิ่งที่ยากรู้ นอกจากที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550) ได้เสนอถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่ปัญหาที่นักเรียนอยากรู้หรืออยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

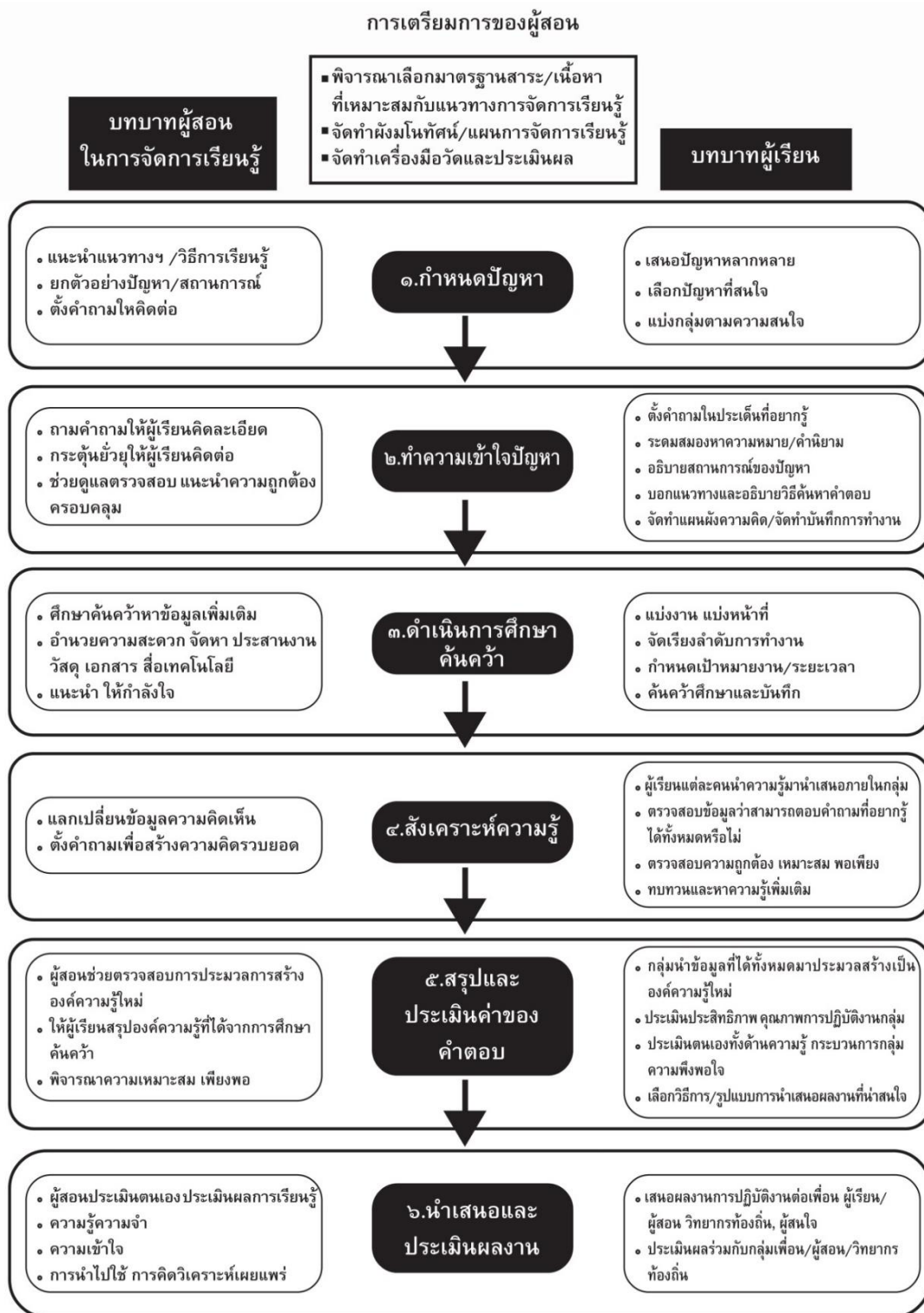
ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตัวเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่มรวมทั้งนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ร่วมกันประเมินผลงาน

แสดงเป็นแผนภาพขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

จากขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์
ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 การสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของผู้วิจัย

ดีไลเซล (Delisle, 1997)	เวชฤทธิ์ อังกะภทรขจร (2555)	สำนักงานเลขาธิการสภา การศึกษา (2550)	ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (1996)	ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานในการวิจัย
<p>ขั้นที่ 1 เชื่อมโยงไปสู่ปัญหา ครู ครูเลือกปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ นักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน สนใจปัญหา พร้อมเชื่อมโยง ปัญหาที่นักเรียนอาจพบเจอใน ชีวิตประจำวัน</p>	<p>ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอ ปัญหา ครูนำเสนอ สถานการณ์ปัญหาที่เตรียมไว้ โดยเป็นปัญหาที่เชื่อมโยงกับ ชีวิตจริง</p>	<p>ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้น ให้นักเรียนมองเห็นปัญหาและ เกิดความสนใจ</p>	<p>ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมของ นักเรียน ให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับ เรื่องที่จะสอนอย่างกว้าง ๆ ซึ่งจะต้อง ตระหนักว่าการเตรียมความพร้อมนี้ ไม่ใช่การสอนเนื้อหาก่อน ขั้นที่ 2 ขั้นพบปัญหา กำหนดบทบาท ของตนในการแก้ปัญหาและกระตุ้นให้ นักเรียนต้องการที่จะแก้ปัญหา ซึ่งครู อาจจะใช้คำถามในการกระตุ้นให้ นักเรียนได้อภิปรายและเสนอความ คิดเห็นต่อปัญหา</p>	<p>ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ครู นำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของ นักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน สนใจในปัญหาที่ครูนำเสนอให้ จากนั้นครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม แบบอิสระความสามารถ</p>

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ดีไลเซล (Delisle, 1997)	เวชฤทธิ์ อังกฤษภทรขจร (2555)	สำนักงานเลขาธิการสภา การศึกษา (2550)	ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐาน ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (1996)	ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานในการวิจัย
<p>ขั้นที่ 2 จัดโครงสร้าง เป็นการ สร้างโครงสร้างสำหรับการ ทำงานผ่านปัญหาซึ่งจะมีการจัด ขอบเขตของงานเพื่อที่จะ นำไปสู่คำตอบ ถ้าความรู้ที่ได้มา นั้นไม่เพียงพอก็จะมีกำหนด ประเด็นที่ต้องศึกษา</p>	<p>ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจ ปัญหา ครูใช้การพูดคุยหรือการ ถามตอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียน เกิดความเข้าใจปัญหา</p>	<p>ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจ ปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่ง นักเรียนจะต้องอธิบายถึงสิ่ง ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้</p>	<p>ขั้นที่ 3 ชั้นนิยามว่าเรารู้อะไร เรา จำเป็นต้องรู้อะไร และแนวคิดของ เรา ครูจะให้นักเรียนได้กำหนดสิ่งที่ ตนรู้จากสถานการณ์ปัญหา สิ่ง จำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มเติมที่จะมา ส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้ ขั้นที่ 4 ชั้นกำหนดปัญหา จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุน ให้นักเรียนกำหนดปัญหาที่แท้จริง จากสถานการณ์ที่ได้เผชิญ และ กำหนดเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับเงื่อนไข ที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหาที่ กำหนดให้ ซึ่งจะช่วยให้ได้คำตอบ ของปัญหาที่ดี</p>	<p>ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ครู ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ กำหนดความรู้เดิมจากปัญหา ความรู้เพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริม ให้สามารถแก้ปัญหาได้โดยครู อาจใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหา</p>

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ดีไลเซล (Delisle, 1997)	เวชฤทธิ์ อังกะภัทรขจร (2555)	สำนักงานเลขาธิการสภา การศึกษา (2550)	ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐาน ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (1996)	ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานในการวิจัย
<p>ขั้นที่ 3 เข้าไปสู่ปัญหา นักเรียนจะ ใช้กระบวนการกลุ่มในการ ร่วมกันสำรวจปัญหาและร่วมกัน อภิปราย ซึ่งครูจะเป็นผู้ที่คอย แนะนำแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมให้ นักเรียน หลังจากนั้นครูและ นักเรียนก็จะร่วมกันอภิปรายใน ชั้นเรียนอีกครั้ง</p> <p>ขั้นที่ 4 กลับเข้าสู่ปัญหาอีกครั้ง นักเรียนร่วมกันอภิปรายในชั้น เรียนและนำข้อมูลเหล่านั้นมา สังเคราะห์ว่าเพียงพอที่จะ แก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ ได้มานั้นไม่เพียงพอจะมีการ กำหนดประเด็นที่ต้องศึกษา ค้นคว้า และแผนการดำเนินงาน</p>	<p>ขั้นตอนที่ 3 การกำหนด แนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนแสวงหาข้อเท็จจริงที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา นำมา กำหนดวิธีการหรือแนวทางใน การหาคำตอบที่น่าเป็นไปได้</p>	<p>ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีที่ หลากหลาย</p>	<p>ขั้นที่ 5 ขั้นการค้นคว้า รวบรวม ข้อมูล และเสนอข้อมูล นักเรียนจะ ช่วยกันคิดว่าข้อมูลที่จำเป็นต้องรู้ จากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้แล้ว นำข้อมูลเหล่านั้นมาเสนอต่อกลุ่ม ให้เข้าใจตรงกัน</p>	<p>ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทางในการ แก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม โดย หาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และ เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้า กับปัญหาที่กำหนด เพื่อนำมา กำหนดแนวทางในการหาคำตอบที่ เป็นไปได้</p>

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ดีไลเซล (Delisle, 1997)	เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555)	สำนักงานเลขาธิการสภา การศึกษา (2550)	ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐาน ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (1996)	ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานในการวิจัย
<p>ขั้นที่ 5 การผลิตผลงาน หรือการ แสดงความสามารถ นำความรู้ที่ ได้มาจากการดำเนินงานตามแผน เพื่อผลิตผลงานหรือสรุปคำตอบ ของปัญหา และมีกรนำเสนอใน ชั้นเรียน</p>	<p>ขั้นตอนที่ 4 การลงมือปฏิบัติ นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อ แก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือกไว้ ซึ่งอาจแตกต่างกันไป</p>	<p>ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็น ขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกัน อภิปรายผล และ สังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามี ความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด</p>	<p>ขั้นที่ 6 ขั้นการหาคำตอบที่ เป็นไปได้ ให้นักเรียนได้ เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้า กับปัญหาที่กำหนดไว้แล้ว แก้ปัญหาบนฐานข้อมูลที่ค้นคว้า เนื่องจากปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ สามารถมีคำตอบได้หลายคำตอบ ดังนั้นในขั้นนี้นักเรียนจะต้อง ค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้</p>	<p>ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ นักเรียนแต่ ละกลุ่ม ลงมือแก้ปัญหาตาม แนวทางที่วางไว้</p>
<p>ขั้นที่ 5 การนำเสนอ นักเรียน นำเสนอสถานการณ์ปัญหา ข้อมูลความรู้ที่รวบรวมได้ แนวทาง/ วิธีการในการแก้ปัญหา พร้อมเหตุผล และ นำข้อเสนอแนะ</p>	<p>ขั้นตอนที่ 5 การนำเสนอ นักเรียน นำเสนอสถานการณ์ปัญหา ข้อมูลความรู้ที่รวบรวมได้ แนวทาง/ วิธีการในการแก้ปัญหา พร้อมเหตุผล และ นำข้อเสนอแนะ</p>	<p>ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของ คำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุป ผลงานของกลุ่มตัวเองและ ประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษา ค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่ เพียงใด และทุกคนสรุปองค์ ความรู้ในภาพรวมของปัญหา</p>	<p>ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมินค่าของ คำตอบ ให้นักเรียนทำการ ประเมินค่าข้อมูลที่ค้นคว้ามา และ ผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละ ปัญหาว่าทำให้เรียนรู้อะไร โดย การร่วมกันอภิปรายในกลุ่มโดย ใช้ข้อมูลที่ค้นคว้ามาเป็นพื้นฐาน</p>	<p>ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ นักเรียนแต่ ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอความรู้ แนวทางหรือวิธีการในการ แก้ปัญหา รวมทั้งสรุปคำตอบ และให้นักเรียนร่วมกันประเมิน คำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา</p>

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ดีไลเซล (Delisle, 1997)	เวชฤทธิ์ อังคะภัทรขจร (2555)	สำนักงานเลขาธิการสภา การศึกษา (2550)	ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐาน ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (1996)	ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานในการวิจัย
<p>ขั้นที่ 6 การประเมินกระบวนการ และปัญหา ในขั้นตอนของการ ประเมินนี้ทั้งครูและนักเรียนจะมี ส่วนร่วมในการประเมินทักษะ การเรียนรู้ การแก้ปัญหา การให้ เหตุผล การสื่อสาร การทำงาน ร่วมกันภายในกลุ่มและการ ประเมินปัญหาที่นำมาใช้ด้วย</p>	<p>ขั้นตอนที่ 6 การประเมินผล การเรียนรู้ นักเรียนประเมินผล การปฏิบัติงานของตนเองและ กลุ่มของตนเอง และครู ประเมินกระบวนการทำงาน กลุ่มของนักเรียน</p>	<p>ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผล งาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มา จัดระบบองค์ความรู้และ นำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่ หลากหลาย และร่วมกันประเมิน</p>	<p>ขั้นที่ 8 ขั้นการแสดงคำตอบและ การประเมินผลงาน ให้นักเรียน เชื่อมโยงและแสดงถึงสิ่งที่นักเรียน ได้เรียนรู้ ได้ความรู้มาอย่างไร และ ทำไมความรู้นั้นถึงสำคัญ ซึ่งเป็น การประเมินผลงานของตนเองและ กลุ่มไปด้วย</p> <p>ขั้นที่ 9 ขั้นตรวจสอบปัญหา เพื่อ ขยายการเรียนรู้ นักเรียนจะ พิจารณาจากปัญหาที่ได้ดำเนินการ ไปแล้วว่ามีประเด็นอะไรที่ตน สนใจอยากเรียนรู้อีก เพราะ ในขณะที่ดำเนินการเรียนรู้ นักเรียน อาจจะมีสิ่งที่อยากรู้นอกจากที่ครู จัดเตรียมไว้ให้</p>	<p>ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนรู้ ครู ประเมินผล โดยให้นักเรียนแต่ละ คนทำใบงานที่กำหนดสถานการณ์ ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การ แก้ปัญหา</p>

ดังนั้นสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยสังเคราะห์มาจากดีไลเซล (Delisle, 1997) เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2555) สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) และศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (1996) ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในปัญหาที่ครูนำเสนอให้ จากนั้นครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มแบบคละความสามารถ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้กำหนดสิ่งที่ตนรู้จากปัญหา สิ่งที่ต้องเรียนรู้อื่นๆเพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้ โดยครูอาจใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม โดยหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้ากับปัญหาที่กำหนด เพื่อนำมากำหนดแนวทางในการหาคำตอบที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้

ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอความรู้ แนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหารวมทั้งสรุปคำตอบ และให้นักเรียนร่วมกันประเมินคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนรู้ ครูแจกใบงานให้นักเรียนแต่ละคน โดยกำหนดปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

สมิธ และเรแกน (Smith & Ragan, 2005) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะเฉพาะในขอบข่ายความรู้ใดความรู้หนึ่ง มากกว่าที่จะเป็นทักษะทั่วไปที่สามารถใช้ได้ ในเนื้อหาที่หลากหลาย การแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการเชื่อมโยงหลักการ วิธีการ ความรู้เชิงบรรยาย (Declarative knowledge) และกลยุทธ์ทางปัญญา (Cognitive strategies) ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ด้วยวิธีการเฉพาะในขอบข่ายเนื้อหานั้น เพื่อแก้ปัญหาที่ยังไม่สามารถจัดการได้มาก่อน

ดอสเซย์ และคณะ (Dossey & other, 2002) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการโดยให้ตอบคำถามหรือการจัดการกับสถานการณ์ปัญหาที่ยากและน่าเบื่อ สำหรับบุคคลหนึ่งอาจเป็นเรื่องปกติและการคำนวณที่คล่องแคล่วสำหรับอีกบุคคลหนึ่ง กระบวนการแก้ปัญหาจึงต้องใช้การสร้างองค์ความรู้ตามวิถีทางใหม่ ๆ หรือที่แตกต่างจากเดิม ใช้หลักในการวางแผนหรือยุทธวิธีที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ และการได้มาซึ่งความรู้ใหม่ ที่เป็นไปได้เกี่ยวกับสถานการณ์นั้น ๆ กระบวนการนี้อาจจะยุ่งยากซับซ้อนขึ้นเมื่อมีการต้องการ สร้างการเชื่อมโยง ซึ่งนักเรียนจะได้ประสบการณ์จากกระบวนการนี้และสามารถพัฒนายุทธวิธี การแก้ปัญหาที่หลากหลาย

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NTCM, 2000) กล่าวถึง การแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ คือชิ้นงานที่ทำโดยยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันทีในการหาคำตอบ นักเรียนจะต้องใช้ประโยชน์จากความรู้ที่มีอยู่เหล่านั้นเพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา นักเรียน จะต้องฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อที่จะพัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมาย ในการหาคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการของการกระทำให้ได้มาของคำตอบ นักเรียน จะต้องหาโอกาสฝึกฝนอยู่เป็นประจำ รวมทั้งได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนแนวคิด ในการแก้ปัญหานั้นออกมาด้วย ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนอนุบาล ถึงเกรด 12 ดังนี้

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

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555) กล่าวว่า กระบวนการในการหาคำตอบของปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหามันจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการ แก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ ที่กำหนดไว้ในปัญหานั้น ๆ

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ และความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการทำงาน ทักษะทางการคิดและความสามารถในการประเมิน การทำงานของตนเอง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีความเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ เจตคติและความเชื่อของผู้แก้ปัญหาคด้วย

จากการศึกษาความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถและความชำนาญในการหาคำตอบที่หลากหลาย ยุทธวิธี โดยการนำความรู้ ทักษะ รวมถึงวิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบเมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้ นักเรียนจะต้องฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อที่จะพัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายในการหาคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการของการกระทำให้ได้มาของคำตอบ ดังนั้นกระบวนการแก้ปัญหาจึงต้องใช้การสร้างองค์ความรู้ตามวิถีทางใหม่ ๆ หรือที่แตกต่างจากเดิม

ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ทักษะการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทางความคิดที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับมนุษย์ในการดำเนินชีวิต และเป็นทักษะที่ต้องมีการฝึกฝนอยู่เสมอ ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้จะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต ดังนั้น บุคคลจึงต้องมีความรู้ในการแก้ปัญหา ได้รับการฝึกหัดในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ทักษะการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความสามารถของเชาวน์ปัญญา การเรียนรู้และประสบการณ์เดิม เป็นต้น สำหรับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

กาเย่ (Gagne, 1985 อ้างถึงใน จิรายุ สมานมิตร, 2555) กล่าวถึงสาระสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) หมายถึง ความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอดหรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทักษะทางปัญญาเป็นความรู้ที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาก่อน
 2. ลักษณะของปัญหา (Problem schemata) หมายถึง ข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการกับสิ่งที่กำหนดให้ ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ คำศัพท์และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ
 3. การวางแผนหาคำตอบ (Planning strategies) หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญาและลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนหาคำตอบเป็นกลวิธีการคิด (Cognitive strategies) อย่างหนึ่ง
 4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating answer) หมายถึง ความสามารถในการตรวจย้อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาลดลดกระบวนการ
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก) เสนอถึง ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีแก้ปัญหา และ

ประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และต้องใช้การคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง คิดเชิงตรรกะ เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่มาใช้แปลความ ตีความ หรือวิเคราะห์ เพื่อให้มีความเข้าใจในปัญหา รวมทั้ง การเลือกใช้เทคนิคหรือกลวิธีที่จะช่วยทำให้ปัญหามีความชัดเจนมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางในการหาคำตอบ

2. ความรู้พื้นฐาน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนมีอยู่ เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียน คิดและหาวิธีแก้ปัญหา นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานดี จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายและมีประสิทธิภาพ

3. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามักสามารถ ระลึกขั้นตอนและวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงกลวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลายทำให้สามารถตัดสินใจ เลือกใช้วิธีแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพได้อย่างรวดเร็ว เจตคติต่อการแก้ปัญหา

4. นักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหา จะมีความพยายามและความอดทนในการแก้ปัญหา ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหานั้น ไม่ว่าจะได้คำตอบหรือไม่ นักเรียนจะได้เรียนรู้และพัฒนาประสบการณ์จากการคิดและการทำงานเพื่อแก้ปัญหา

อัมพร ม้าคอง (2553) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมถึงความสามารถต่อไปนี้

- ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา
- ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่เชื่อว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และ ประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้
- พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม
- พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
- ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบและ กลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่

จากการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแสดงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้กระบวนการทางสมอง ประสบการณ์ เพื่อตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา

ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

โจนาสเซน (Jonassen, 1999 อ้างถึงใน สุจิตรา เขียวศรี, 2550) ได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจน (Well-structured) ได้แก่ ปัญหาที่มักพบในสถานศึกษา เป็นปัญหาในตำราเรียนและการสอบ ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ กฎ และหลักการเพื่อสร้างสถานการณ์ปัญหา ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1.1 นำเสนอองค์ประกอบของปัญหาสู่นักเรียน

1.2 ต้องการให้ใช้กฎเกณฑ์ทั่วไปและกฎหลักของโครงสร้างที่ถูกจัดระบบระเบียบไว้เป็นอย่างดีแล้วอย่างจำกัด เพื่อใช้ในการทำนายและชี้แนะ

1.3 มีการเรียนรู้และสร้างความเข้าใจในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างทางเลือกในการตัดสินใจและสถานะของปัญหาทั้งหมดที่รู้จักหรือน่าจะเป็นไปได้

2. ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน (Ill-structured) เป็นปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะช่วยให้มีความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาได้ เป็นปัญหาที่ไม่ได้ถูกบังคับให้เรียนในห้องเรียน ซึ่งคำตอบในการแก้ไขปัญหามิสามารถทำนายได้ ปัญหาแบบนี้ต้องบูรณาการเนื้อหาที่หลากหลายเข้าด้วยกัน โดยมีลักษณะดังนี้

2.1 มีองค์ประกอบของปัญหาที่ไม่รู้จักในระดับต่าง ๆ

2.2 มีวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

2.3 มีหลักเกณฑ์ในการประเมินการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

2.4 นักเรียนต้องตัดสินใจและใช้ความคิดเห็นส่วนตัวหรือความเชื่อเกี่ยวกับปัญหานั้น การแก้ปัญหาในลักษณะนี้จึงเป็นกิจกรรมภายในที่มีลักษณะเฉพาะตัวของบุคคล

ชาร์ล และเลสเตอร์ (Charles & Lester, 1982) ได้จำแนกประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์และเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธีและการคำนวณเบื้องต้น

2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple translation problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้มีความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดคำนวณ

3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex translation problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 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 ความรู้ โหมด และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวม และการแทนข้อมูล และต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ มโนคติ และข้อเท็จจริง ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

6. ปัญหาปริศนา (Puzzle problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายแง่มุม ปัญหาปริศนามักเป็นปัญหาลับสมอง ปัญหาท้าทาย ผู้ที่มีทักษะในการแก้ปัญหา จะแก้ปัญหาลักษณะนี้ได้ดี

โพลยา (Polya, 1985) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem of prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่จะต้องพิสูจน์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) กล่าวถึงประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การแบ่งประเภทของปัญหา โดยการพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ทำให้สามารถแบ่งปัญหาได้เป็น 2 ประเภท คือ
 - 1.1 ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่ให้ค้นพบคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณจำนวน หรือหาวิธีการ คำอธิบาย พร้อมให้เหตุผล
 - 1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ
2. การแบ่งประเภทของปัญหา โดยการพิจารณาจากผู้แก้ปัญห และความซับซ้อนของปัญหา ทำให้สามารถแบ่งปัญหาได้ 2 ประเภท คือ
 - 2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้าง และวิธีการในการแก้ปัญห
 - 2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองประเมินความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญห

จากการศึกษาปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

 1. ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พบในบทเรียน หนังสือเรียน ซึ่งอาจเป็นปัญหาให้ค้นหาคำตอบ หรือปัญหาให้พิสูจน์ตามกฎ นิยาม ทฤษฎี เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ
 2. ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พบในชีวิตประจำวัน ซึ่งต้องอาศัยกลยุทธ์ในการแก้ปัญห โดยประมวลความรู้ความสามารถ ไหวพริบ ทักษะและประสบการณ์หลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พบในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

โพลยา (Polya, 1957) กล่าวว่าขั้นตอนการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นการมองไปที่ตัวปัญหาพิจารณาว่า ปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภาพ เขียนสาระปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน (Devising a plan) เป็นลำดับขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด แก้ปัญหาอย่างไร ปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อนหรือไม่ ซึ่งขั้นวางแผนแก้ปัญหานี้เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหา กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นตอนที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มตรวจสอบความเป็นไปของแผน มีการเพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ (Looking back) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา จากนั้นจึงพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมา เพื่อปรับปรุงคำตอบให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งนำไปสู่การประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ โดยวิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านมา รวมทั้งขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาให้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม

กรมวิชาการ (2545) เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหา มีอยู่ 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยทักษะในการอ่าน โจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษา โดยนักเรียนจะต้องแยกแยะว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้และ โจทย์ต้องการให้หาอะไร หรือพิสูจน์ข้อความใด

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญเพราะต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้หลักการหรือทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้ว ทักษะในการเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม เช่น การเลือกใช้วิธีการเขียนรูปหรือแผนภาพ ตาราง การสังเกตหารูปแบบหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ หรือมองย้อนกลับ ในขั้นนี้ต้องอาศัยทักษะในการคำนวณ การประมาณคำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่หาได้โดยอาศัยความรู้สึกเชิงจำนวน หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 78) ได้เสนอขั้นตอนสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจะต้องวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาในประเด็นต่าง ๆ เช่น คำถามของปัญหาคืออะไร ข้อมูลที่กำหนดให้คืออะไรบ้างต้องการข้อมูลเพิ่มเติม การวิเคราะห์ปัญหาจะช่วยให้เข้าใจปัญหาชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา เป็นการคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไว้แล้วนักเรียนต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาประกอบการวางแผน

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการลงมือแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้และการตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินการแก้ปัญหาในภาพรวมทั้งด้านกลวิธีและวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ รวมถึงการขยายผลการแก้ปัญหาไปสู่การแก้ปัญหาอื่น ๆ

จากขั้นตอนการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ได้ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 การสังเคราะห์ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

โพลยา (Polya, 1957)	กรมวิชาการ (2545)	สถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (2555 ข)	ขั้นตอนการแก้ปัญหา ที่ใช้ในการวิจัย
<p>ขั้นที่ 1 ขั้นทำ ความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ ตัวปัญหาพิจารณาว่า ปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไร ให้บ้าง</p>	<p>ขั้นที่ 1 ขั้นทำ ความเข้าใจปัญหา เป็น ขั้นตอนที่ต้องอาศัย ทักษะในการอ่าน โจทย์ปัญหา ทักษะ การแปลความหมาย ทางภาษา</p>	<p>ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจ ปัญหา นักเรียนจะต้อง วิเคราะห์เพื่อทำ ความเข้าใจปัญหา ในประเด็นต่าง ๆ การวิเคราะห์ปัญหา จะช่วยให้เข้าใจปัญหา ชัดเจนมากยิ่งขึ้น</p>	<p>ขั้นที่ 1 การทำ ความเข้าใจปัญหา นักเรียนต้องสามารถ ระบุว่าสิ่งที่โจทย์ ต้องการคืออะไรและ อะไรคือข้อมูลที่โจทย์ กำหนดมาให้บ้าง</p>
<p>ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน จะต้องพิจารณาว่าจะ แก้ปัญหาด้วยวิธีการ ใดจะแก้ปัญหายังไร</p>	<p>ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน แก้ปัญหา ต้องอาศัย ทักษะในการนำความรู้ หลักการที่เรียนรู้ มาแล้ว ทักษะใน การเลือกใช้ยุทธวิธี ที่เหมาะสม</p>	<p>ขั้นที่ 2 วางแผนการ แก้ปัญหา ใช้ข้อมูลที่ ได้จากการวิเคราะห์ไว้ แล้วนักเรียนต้องใช้ ความรู้และ ประสบการณ์มา ประกอบการวางแผน</p>	<p>ขั้นที่ 2 การวางแผน แก้ปัญหา ต้องนำ ทักษะความรู้ที่ได้จาก การเรียนรู้ รวมทั้ง การเลือกใช้ยุทธวิธีที่ ช่วยในการแก้ปัญหา ได้อย่างเหมาะสม</p>
<p>ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการ ตามแผน ต้องลงมือ ปฏิบัติตามแผนที่วาง ไว้จนกระทั่งสามารถ หาคำตอบได้หรือ ค้นพบวิธีการ แก้ปัญหาใหม่</p>	<p>ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการ แก้ปัญหา ต้องอาศัย ทักษะในการคิด คำนวณหรือ การดำเนินการทาง คณิตศาสตร์ ทักษะ ในการพิสูจน์หรือ การอธิบายเหตุผล</p>	<p>ขั้นที่ 3 ดำเนินการ แก้ปัญหา เป็น การลงมือแก้ปัญหา ตามแผนที่วางไว้และ การตรวจสอบ ความถูกต้องหรือ ความสมเหตุสมผล ของการแก้ปัญหา</p>	<p>ขั้นที่ 3 การดำเนินการ แก้ปัญหา เป็น การดำเนินการตาม แผนที่เลือก เพื่อให้ได้ คำตอบของปัญหาที่ ถูกต้องเหมาะสม</p>

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

โพลยา (Polya, 1957)	กรมวิชาการ (2545)	สถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (2555 ข)	ขั้นตอนการแก้ปัญหา ที่ใช้ในการวิจัย
<p>ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้ แก้ปัญหาสรุปคำตอบ ที่ได้จากการแก้ปัญหา จากนั้นพิจารณา ความถูกต้องของ คำตอบและ วิธีการแก้ปัญหา เพื่อ ปรับปรุงคำตอบให้มี ความเหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งนำไปสู่ การประยุกต์ใช้กับ ปัญหาใหม่ รวมทั้ง ขยายแนวคิดใน การแก้ปัญหาให้ กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม</p>	<p>ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ หรือมองย้อนกลับ ใน ขั้นนี้ต้องอาศัยทักษะ ในการคำนวณ การประมาณคำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ ที่ทำได้</p>	<p>ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ การแก้ปัญหา เป็น การประเมิน การแก้ปัญหาใน ภาพรวมทั้งด้านกลวิธี และวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และ การนำไปประยุกต์ใช้ รวมถึงการขยายผล การแก้ปัญหาไปสู่ การแก้ปัญหาอื่น ๆ</p>	<p>ขั้นที่ 4 การสรุป คำตอบ เป็นการมอง ย้อนกลับ เพื่อประเมิน การแก้ปัญหาใน ภาพรวมทั้งด้าน วิธีการแก้ปัญหาและ คำตอบ รวมทั้งสรุป คำตอบที่ได้จาก การแก้ปัญหา</p>

ดังนั้นสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาดังกล่าวทางคณิตศาสตร์ โดยสังเคราะห์มาจากโพลยา (Polya, 1957) กรมวิชาการ (2545) และสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข) ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องสามารถระบุว่ามีโจทย์ต้องการคืออะไรและอะไรคือข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้บ้าง

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา ต้องนำทักษะความรู้ที่ได้จากการเรียน รวมทั้งการเลือกใช้ ยุทธวิธีที่ช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการดำเนินการตามแผนที่เลือก เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาที่ถูกต้องเหมาะสม

ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ เป็นการมองย้อนกลับ เพื่อประเมินการแก้ปัญหาในภาพรวมทั้งด้านวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบ รวมทั้งสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา

จากการสังเคราะห์พบว่า 4 ขั้นที่ได้มา ยังคงมีความคล้ายคลึงกับขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ปรีชา เนาว่าเย็นผล (2537) ได้เสนอยุทธวิธีแก้ปัญหาไว้ 10 ยุทธวิธี ดังนี้

1. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ ยุทธวิธีนี้เป็นยุทธวิธีพื้นฐานที่เรานำมาใช้แก้ปัญหาอยู่เสมอ สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ในกรณีที่การแก้ปัญหานั้นโดยตรงอาจยุ่งยาก ใช้เวลานานหรือผู้แก้ปัญหาลืมวิธีการไปแล้ว การเดานั้นต้องเดาอย่างมีเหตุผล มีทิศทางเพื่อให้สิ่งที่เดานั้นใกล้เคียงคำตอบที่ต้องการมากที่สุด การเดาครั้งหลัง ๆ ต้องอาศัยพื้นฐานข้อมูลจากการเดาครั้งต้น ๆ

2. ยุทธวิธีเขียนภาพ แผนภาพ และสร้างแบบจำลอง ยุทธวิธีเขียนภาพ แผนภูมิ และสร้างแบบจำลองช่วยให้มองเห็นปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม ทำให้ผู้แก้ปัญหาเกิดความรู้สึกว่าได้สัมผัสกับปัญหานั้นอย่างแท้จริง ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจกับปัญหาได้ง่ายขึ้นสามารถกำหนดแนวทางวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนอีกด้วย

3. ยุทธวิธีสร้างตาราง การแก้ปัญหา การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีสร้างตารางนี้มีประเด็นที่ควรพิจารณาดังนี้

3.1 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด

3.2 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้บางกรณี

3.3 สร้างตารางเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด

3.4 สร้างตารางเพื่อค้นหารูปแบบทั่วไปของความสัมพันธ์

4. ยุทธวิธีใช้ตัวแปร การใช้ตัวแปรแทนตัวที่ไม่ทราบค่า เป็นวิธีการแก้ปัญหอย่างหนึ่งที่ใช้กันมากในวิชาคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหสามารถสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้น และในบางปัญหาสามารถสร้างความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้อยู่ในรูปแบบสมการได้ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ 2 ลักษณะคือ

4.1 ใช้ตัวแปรสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและพิจารณาคำตอบของปัญหาจากข้อความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นนั้น

4.2 สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ ของปัญหาในรูปแบบการเท่ากัน สามารถสร้างสมการที่สอดคล้องกับปัญหานั้น ได้การหาคำตอบทำโดยแก้สมการหรือพิจารณา คำตอบจากสมการนั้น

5. ยุทธวิธีการค้นหารูปแบบ ยุทธวิธีการค้นหาแบบเป็นยุทธวิธีที่สำคัญมากในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เหมาะที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปแบบจำลองของจำนวน ผู้แก้ต้องศึกษาปัญหาที่มีอยู่ วิเคราะห์ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้น และคาดเดาคำตอบซึ่งอาจเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ จากปัญหาเดียวกันข้อมูลชุดเดียวกัน ผู้แก้ปัญหาแต่ละคนอาจพบปัญหาที่แตกต่างกันก็ได้

6. ยุทธวิธีแบ่งกรณี โจทย์ปัญหาหลายปัญหาสามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น เมื่อแบ่งปัญหาเป็นกรณีมากกว่า 1 กรณีซึ่งในแต่ละกรณีจะมีความชัดเจนมากขึ้นเมื่อแก้ปัญหาของทุกกรณีได้แล้ว ให้พิจารณาคำตอบของทุกกรณีร่วมกันจะได้ภาพรวมซึ่งเป็นคำตอบของปัญหาเริ่มต้น

7. ยุทธวิธีการให้เหตุผลตรง ยุทธวิธีการให้เหตุผลตรงนี้มักพบอยู่ตลอดเวลาในการแก้ปัญหาโดยผู้แก้ปัญหามักใช้ร่วมกับยุทธวิธีอื่นๆ ข้อความที่เกี่ยวกับการให้เหตุผลทางตรงมักอยู่ในรูป “ถ้า A แล้ว B” โดยที่ข้อความ A เป็นเหตุบังคับให้เกิดข้อความ B การใช้การให้เหตุผลตรงในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการใช้ข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้ ประมวลเข้ากับความรู้ และประสบการณ์ที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่แล้ว ให้เหตุผลนำไปสู่คำตอบของปัญหาที่ต้องการ ปัญหาที่ใช้ยุทธวิธีนี้อาจไม่มีการคิดคำนวณเลขก็ได้ แต่เป็นการเน้นให้เหตุผล

8. ยุทธวิธีการให้เหตุผลทางอ้อม โจทย์ปัญหาบางปัญหาไม่ถนัดที่จะแก้ปัญหาโดยใช้การให้เหตุผลทางตรง ในกรณีเช่นนี้การให้เหตุผลทางอ้อมนับว่าเป็นวิถีทางที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่ใช้การให้เหตุผลทางอ้อมมักเป็นปัญหาให้พิสูจน์ สำหรับปัญหาให้ค้นหาจะใช้การให้เหตุผลโดยการพิสูจน์เพื่ออธิบายคำตอบของปัญหา

9. ยุทธวิธีย้อนกลับ โจทย์ปัญหาบางปัญหาสามารถแก้ได้ง่ายกว่า ถ้าเริ่มต้นแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากผลลัพธ์สุดท้าย แล้วย้อนมาสู่ตัวปัญหาอย่างมีขั้นตอน ยุทธวิธีทำย้อนกลับใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์โดยพิจารณาจากผลย้อนกลับ ไปหาเหตุซึ่งจะต้องหาเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

10. ยุทธวิธีการสร้างปัญหาขึ้นใหม่ ปัญหาบางปัญหาถ้าแก้ปัญหานั้นโดยตรงอาจทำได้ยากการสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ให้เกี่ยวข้องกับปัญหาเดิมแล้วศึกษาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ที่สร้างขึ้นนี้เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดแนวคิดในการเริ่มต้นการแก้ปัญหาที่มีอยู่ ปัญหาที่สร้างขึ้นใหม่อาจสร้าง

ให้ครอบคลุมปัญหาเดิมทั้งหมด หรือสร้างขึ้นใหม่เพียงบางส่วนของปัญหาเดิมก็ได้ ซึ่งสามารถแยกกล่าวได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

10.1 ยุทธวิธีนึกถึงปัญหาที่สัมพันธ์กัน

10.2 ยุทธวิธีแก้ปัญหาง่ายกว่า

10.3 ยุทธวิธีกำหนดเป้าหมายรอง

ฉวีวรรณ เสวตมาลย์ (2542) ได้เสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. กำหนดคุณลักษณะของปัญหา (Characterize the problem) อะไรคือสิ่งที่กำหนด อะไรคือสิ่งที่ต้องการ อะไรขาดหายไป ท่านกำลังค้นหาอะไร ข้อมูลที่จำเป็นกำหนดมาให้หรือไม่ มีกรณีพิเศษใดหรือไม่ที่กำหนดขอบเขตของคำตอบที่เป็นไปได้ ท่านสามารถทำปัญหานั้นให้ง่ายลง โดยใช้ประโยชน์จากการสมมาตรหรือทำข้อความ “โดยไม่สูญเสียความเป็นกรณีทั่วไป” เพื่อข้อยกเว้นทั้งข้อเป็นกรณีเฉพาะได้หรือไม่

2. ท่านเคยเห็นปัญหานั้นมาก่อนหรือไม่ (Have you seen this before?) หรือท่านเคยเห็นปัญหานี้ในรูปแบบที่แตกต่างไปเพียงเล็กน้อยหรือไม่ ถ้าเคย ท่านสามารถถ่ายทอดไปสู่ปัญหานี้แล้วใช้วิธีการบางตอนที่เคยแก้ปัญหามาใช้ได้หรือไม่ จงตั้งปัญหาที่คล้ายคลึงกันที่มีตัวแปรน้อยกว่าแล้วแก้ดู โดย “การคลาย” เงื่อนไขในข้อหนึ่งหรือมากกว่านั้น ท่านมาสารการเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหาเดิมบ้างหรือไม่

3. ค้นหารูปแบบ (Look for a pattern) โดยการพิจารณาลักษณะโดยภาพรวมของอนุกรม $1 + 2 + \dots + 100$ สามารถสร้างรูปแบบนี้ได้เป็น $1 + 100 = 2 + 99 = \dots = 101$ ความเข้าใจนี้ได้นำไปสู่การสังเกตทันทีว่า ตัวเลขอีก 50 คู่ เช่นนี้ก็สามารถสร้างขึ้นมาได้ โจทย์การหาผลบวกตั้งแต่ 1 ถึง 100 ก็กลายเป็นงานหาผลคูณอย่างง่ายคือ $50 \times 101 = 5,050$

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) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อาจสร้างโดยการเลียนแบบกระบวนการที่ซับซ้อนในคณิตศาสตร์หรือในโลกแห่งความจริงนั้น ถ้าผลที่ได้รับโดยใช้สถานการณ์จำลองถูกต้องแม่นยำแล้ว สถานการณ์จำลองนั้นคือความสำเร็จ

9. ตรรกศาสตร์ทางการ (Formal logic) อุปนัยทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในคณิตศาสตร์หลายสาขา เช่นเดียวกับเทคนิคที่เรียกว่า การพิสูจน์โดยอ้อม (Indirect prove) ซึ่งเป็นที่รู้กันว่าเป็นการพิสูจน์แบบ Contraposition ด้วย

10. คำตอบของท่านมีความหมายหรือไม่ ตรวจสอบคำตอบของท่านโดยใช้สามัญสำนึกและการให้เหตุผลแบบมีทางเลือก

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

เวทฤทธิ อังกะนัททรขจร (2555) ได้แบ่งประเภทของยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

- การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นคว้าความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือเป็นแบบแผนในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ แล้วคาดเดาคำตอบซึ่งคำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธีนี้มักจะใช้ในปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและเรขาคณิต
- การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยให้การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นพบคำตอบหรือข้อชี้แนะอื่น ๆ ตลอดจนช่วยให้ไม่ลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่งเมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา
- การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น
- การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูล โดยแยกเป็นกรณี ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดนักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช่ออกก่อน แล้วค่อย

ค้นหาหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่ ยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน บางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจงกรณีด้วยก็ได้

- การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อคาดเดา แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อคาดเดานั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการเดาในครั้งแรก ๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป นักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นเข้าไปใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

- การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดในรูปของสมการหรืออสมการ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อพิจารณาว่าข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วเขียนสมการหรืออสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการมักใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ ซึ่งได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวก และสมบัติการคูณ นอกจากนี้ต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ยุทธวิธีนี้มักใช้กับปัญหาทางพีชคณิต

- การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนกลับมาสู่ข้อมูลในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหามที่ต้องอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

- การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคยหรือการทำตามขั้นตอนที่ละขั้นเพื่อให้แก้ปัญหได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้แล้ว สิ่งสำคัญของยุทธวิธีนี้ก็คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

- การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลดจำนวนของข้อมูลลงหรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหน้านี้

- การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริงโดยใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหบางปัญหาเราใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ การเขียนภาพหรือแผนภาพ จนทำ

ให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างเด่นชัด
ยุทธวิธีนี้มักใช้กับปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

- การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้ง ยุทธวิธีนี้มักใช้กับปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหาโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่จะแสดงเป็นเท็จ

- การพิจารณาข้อมูล โดยพิจารณาว่าข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอในการแก้ปัญหาหรือไม่ หรือข้อมูลที่กำหนดให้ นั้นเป็นข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าเป็นข้อมูลที่ไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาให้ตัดข้อมูลที่ ไม่จำเป็นหรือไม่เกี่ยวข้องนั้นออก

- การสร้างและใช้แบบจำลอง การสร้างแบบจำลองของปัญหาจะทำให้นักเรียนเข้าใจโมทัศน์ของการดำเนินการที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา และการใช้แบบจำลองจะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าการวาดภาพสำหรับปัญหาบางปัญหา เนื่องจากสามารถเคลื่อนย้ายได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ายุทธวิธีที่แต่ละท่านได้เสนอมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นจำเป็นต้องให้ผู้เรียนรู้จักขั้นตอนการแก้ปัญหา เลือกวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับปัญหา และในการสอนของครูนั้นจะต้องมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดอยู่เสมอ โดยผู้วิจัยได้สรุปยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ได้แก่ การค้นหาแบบรูป การเดาและตรวจสอบ การเขียนภาพ แผนภาพ การสร้างและใช้แบบจำลอง การเขียนสมการ การคิดแบบย้อนกลับ การเปลี่ยนมุมมอง การพิจารณาข้อมูล การแบ่งเป็นปัญหาย่อย การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ และการให้เหตุผลทางอ้อม ในที่นี้ผู้วิจัยใช้ยุทธวิธีการเขียนภาพ การพิจารณาข้อมูล และการเขียนสมการ

แนวทางพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แนวทางพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

บิทเตอร์ (Bitter, 1990) กล่าวถึงวิธีการการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. การเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป มาสอนนักเรียน
2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน

3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ

4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามหาอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ
 5. ควรให้ฝึกการแก้ปัญหามาก ๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อหน่ายกับการแก้ปัญหานั้นซ้ำซาก ไม่ทำลายความสามารถ
 6. ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาลittle ๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน
 7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนทำการแก้ปัญหามาก ๆ ข้อ โดยวิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหามาก ๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่น ๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหานั้นได้
 8. ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหามาก ๆ อภิปรายผลการแก้ปัญหามาตรการดำเนินการแก้ปัญหามาก ๆ
 9. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหามาก ๆ
- สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NTCM, 2000) เสนอถึงบทบาทของครูที่ช่วยในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหามาก ๆ ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้
1. สร้างทักษะการวิเคราะห์ปัญหาที่มีข้อมูลข่าวสารที่มากเกินไปหรือไม่จำเป็น
 2. ทำให้นักเรียนด้วยปัญหาที่มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ มีวิธีหาคำตอบหลายวิธี
 3. กระตุ้นความสนใจด้วยการส่งเสริมการสื่อสารและการร่วมมือกันหาวิธีการแก้ปัญหามาก ๆ การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหามาก ๆ จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจ ครูบางคนให้ชื่อวิธีแก้ปัญหามาก ๆ ตามชื่อนักเรียนที่เสนอแนะ
 4. ครูควรให้นักเรียนได้สร้างปัญหาที่น่าสนใจบนสถานการณ์ที่หลากหลายทั้งในและนอกขอบเขตวิชาคณิตศาสตร์
 5. ครูควรให้โอกาสให้นักเรียนอธิบายยุทธวิธีในการแก้ปัญหามาก ๆ และคำตอบให้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อหาวิธีการที่ครอบคลุมซึ่งใช้แก้ปัญหามาก ๆ ไปได้
 6. ใช้ปัญหามาก ๆ ยาก ซับซ้อนที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ เครื่องคิดเลขกราฟฟิกในการแก้ปัญหามาก ๆ
 7. ช่วยให้นักเรียนมีการไตร่ตรองกระบวนการแก้ปัญหามาก ๆ โดยมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างเปิดเผยและสม่ำเสมอ
 8. เน้นประเด็นสำคัญในกระบวนการแก้ปัญหามาก ๆ เช่น การทำความเข้าใจปัญหามาก ๆ และการทบทวนการแก้ปัญหามาก ๆ

9. ให้ประสบการณ์ช่วยแนะนำการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา เช่น การค้นหารูปแบบ การสร้างตาราง การคิดย้อนกลับได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

10. ควรแนะนำนักเรียนให้เป็นนักแก้ปัญหาที่มีการไตร่ตรอง

11. มีการติดตามและประเมินตนเองว่า รู้ ไม่รู้อะไร ทำอะไรได้ดี ทำอะไรได้ไม่ดี สามารถติดตามความสามารถในการทำงานตามระยะเวลาได้ และสามารถไตร่ตรองปัญหา เช่น การจำแนกประเภทปัญหา คัดแปลงปัญหา เชื่อมโยงปัญหา ขยายปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) เสนอถึงแนวทางการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ครูควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมมือเป็นทีมหรือกลุ่ม ได้ลงมือแก้ปัญหาและปฏิบัติการกิจต่าง ๆ จนบรรลุจุดประสงค์ที่คาดหวังไว้ ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้สื่อสารและนำยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตน ได้อภิปรายถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกันตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน กล้าแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล มีทักษะการสื่อสารและทักษะการเข้าสังคม มีความเชื่อมั่นในตนเอง และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ ตลอดจนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ครูจะต้องเลือก ขนาดของกลุ่ม ว่าควรเป็นเท่าไร ซึ่งโดยปกติกลุ่มละ 3-4 คน เมื่อเลือกขนาดของกลุ่มได้แล้ว ครูควรจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลางและอ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน หลังจากนั้นครูควรชี้แจงบทบาทและหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม โดยเน้นย้ำว่า ทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาเข้าใจงานของกลุ่มและสามารถอธิบายได้ ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมร่วมกันอยู่ ครูควรมีบทบาทในการตรวจตราสอดส่องการทำงานและพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคน คอยสอดแทรก/ ชัดแจ้งหวัะกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม โดยใช้คำถามกระตุ้นเมื่อกลุ่มแก้ปัญหาไม่ได้หรือไม่ตรงประเด็น ตอบคำถาม (คำถามของกลุ่มเท่านั้น) และให้คำปรึกษาเท่าที่จำเป็น

2. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้

นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการแก้ปัญหา ได้เรียนรู้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหา

3. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนเติมคำตอบเพียงคำตอบเดียว เติมคำตอบสั้น ๆ แล้วจึงเติมคำตอบเป็นข้อความหรือประโยค และเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนเองคิด และนำเสนอแนวคิดของตนแล้ว ครูควรให้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเพราะการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอร่วมกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มด้วย

4. ครูควรยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนไม่ว่าจะถูกหรือผิด ซึ่งการตอบผิดของนักเรียนจะทำให้ครูได้รู้ว่าข้อผิดพลาดนั้นมาจากไหนและมีมากน้อยเพียงใด ครูไม่ควรขู่สิ่งที่นักเรียนทำผิดหรือเข้าใจผิด แต่ครูควรซักถาม อธิบายและเปิดอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

5. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนเริ่มต้นคิดหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อน เนื่องจากมีนักเรียนจำนวนมากไม่ทราบว่า จะเริ่มต้นคิดแก้ปัญหาอย่างไร จึงรอให้ครูแนะและตั้งคำถามนำ ครูควรตระหนักว่าการถามนำมากเกินไป จะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับการคิดเพื่อตอบคำถามครูที่ละคำถาม ต่อเนื่องกันจนได้คำตอบ โดยไม่คิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่ครบขั้นตอนหรือกระบวนการด้วยตนเอง

6. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนคิดลงมือปฏิบัติแก้ปัญหตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน เลือกใช้ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรม แล้วสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

7. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนคิดหายุทธวิธีแก้ปัญหาอันที่แตกต่างจากเดิม แล้วให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหานั้น หากคำตอบของปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถใช้อุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งวิธี

8. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและ ตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง ซึ่งอาจเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกตั้งคำถามกับตัวเองบ่อย ๆ โดยเป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบาย เช่น เพราะเหตุใด ทำไม และอย่างไร แล้วให้นักเรียนลงมือสำรวจ สืบสวน รวบรวมข้อมูล ค้นหาความสัมพันธ์และแบบรูป สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบาย และตรวจสอบข้อความคาดการณ์ ตลอดจนตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

9. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ช่องทางการสื่อสารได้มากกว่าหนึ่งช่องทางในการนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาและนำเสนอยุทธวิธีในกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาใช้ช่องทางการสื่อสารอื่นที่ใช้ในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอได้มากกว่าหนึ่งช่องทางการสื่อสาร

10. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ นักเรียนไม่เพียงมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบ แต่นักเรียนยังมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดของศาสตร์อื่นขณะแก้ปัญหาอีกด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าว่าคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้ และการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบมีคุณค่ามากกว่าการแก้ปัญหาเดียวตลอดเวลา

11. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดยอาศัยแนวคิดยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหาจากปัญหาเดิม ซึ่งในการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนได้อย่างหลากหลายและเป็นอิสระ

12. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนรับรู้กระบวนการคิดของตนเอง ตรวจสอบความคิดและกระบวนการคิดของตนเองว่า มีสิ่งใดบ้างที่รู้ และมีสิ่งใดบ้างที่ไม่รู้ ตลอดจนสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองออกมาด้วย

13. ครูควรเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ครูควรเป็นผู้นำเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนทั้งชั้นเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำ แล้วร่วมกันพิจารณาและสรุปว่ายุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาใดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาสามารถทำได้ โดยการที่ครูจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา หาวิธีช่วยให้นักเรียน

สามารถเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ รวมทั้งสร้างบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยการสร้างสื่อการเรียนการสอน และแนะนำแหล่งการเรียนรู้ซึ่งจะเป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน อีกทั้งสนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียน ให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน และสนับสนุนการแสดงความคิดเห็นและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมั่นตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน กำหนดปัญหาเรียงลำดับความยากง่าย และให้พอเหมาะกับเวลาที่ใช้ในการเรียน

การวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่นการประเมินตามสภาพจริง การใช้แบบทดสอบ ซึ่งเครื่องมือทางการวัดผลแต่ละวิธีก็มีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการเลือกใช้เครื่องมือหรือวิธีในการวัดผลประเมินผลในแต่ละครั้งควรคำนึงถึงความเหมาะสม และจากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือในการวัดผลประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ เอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีในการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบอัตนัย พิจารณาได้จากการประเมิน 4 องค์ประกอบคือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา
2. การวางแผนแก้ปัญหา
3. การดำเนินการแก้ปัญหา
4. การสรุปและตรวจสอบคำตอบ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก

กูดริช (Goodrich, 1997) กล่าวว่า รูบริก (Rubric) เป็นเครื่องมือการให้คะแนนซึ่งจะแสดงเกณฑ์สำหรับชิ้นงานจะเป็นการเชื่อมต่อกัน ในการแบ่งลำดับของคุณลักษณะแต่ละเกณฑ์ จากดีมาจนถึงต้องปรับปรุงแก้ไข และกูดริชยังได้กล่าวถึงประโยชน์ของรูบริกไว้ดังนี้

1. รูบริกสามารถจะพัฒนาการปฏิบัติงานของนักเรียนคล้ายกับเป็นการกำกับติดตาม โดยทำให้ความคาดหวังของครูมีความชัดเจน และเป็นการแสดงว่านักเรียนจะพบกับสิ่งที่คาดหวังได้อย่างไร ผลที่ได้จะเป็นการบอกการปรับปรุงแก้ไขในคุณลักษณะของงานนักเรียนและในการเรียนรู้
2. รูบริกสามารถช่วยตัดสินเกี่ยวกับคุณลักษณะงานของนักเรียนด้วยตนเองและงานอื่นๆ เมื่อรูบริกนำมาใช้ประเมินตนเองและกลุ่มจะทำให้เพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหานั้น

3. RUBRIK จะช่วยลดเวลาของครูที่ใช้ในการประเมินงานของนักเรียนได้

4. RUBRIK ใช้ง่าย และมีการอธิบายที่ชัดเจน

การให้คะแนน RUBRIK ที่นิยมใช้มี 2 ประเภทคือ (กรมวิชาการ, 2539)

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) คือเกณฑ์การให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่ง โดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่ามีความเข้าใจในความคิดรวบยอด การสื่อความหมายกระบวนการที่ใช้และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงาน หรือความสำเร็จของงานเป็นชิ้น ๆ โดยอาจจะแบ่งระดับคุณภาพตั้งแต่ 0-4 หรือ 0-6 สำหรับในขั้นต้นการให้คะแนน RUBRIK อาจแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี เช่น

วิธีที่ 1 แบ่งงานตามคุณภาพเป็น 3 กอง คือ

กองที่ 1 ได้แก่ งานที่คุณภาพเป็นพิเศษและเขียนอธิบายลักษณะของงานที่มี

คุณภาพเป็นพิเศษ

กองที่ 2 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้และเขียนอธิบายลักษณะงานที่ยอมรับได้

กองที่ 3 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้น้อยหรือยอมรับไม่ได้ และเขียนอธิบาย

ลักษณะของงานที่ยอมรับได้น้อย

จากนั้นก็นำงานแต่ละกองมาให้คะแนนเป็น 3 ระดับ คือ

งานกองที่ 1 จะให้คะแนน 6 หรือ 5

งานกองที่ 2 จะให้คะแนน 4 หรือ 3

งานกองที่ 3 จะให้คะแนน 2 หรือ 1

วิธีที่ 2 กำหนดระดับความผิดพลาด คือพิจารณาตามความบกพร่อง จากคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยจะหักจากระดับสูงสุดลงมาทีละระดับ ดังนี้

คะแนน 4 หมายถึง คำตอบถูกแสดงเหตุผล แนวคิดชัดเจน

3 หมายถึง คำตอบถูก เหตุผลถูก แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย

2 หมายถึง เหตุผลการคิดคำนวณผิดพลาด แต่มีแนวทางที่จะนำไป

สู่คำตอบ

1 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจหลักการความคิดรวบ

ยอดข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้

น้อยมาก และเข้าใจ ไม่ถูกต้องบางส่วน

0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใดเลย

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) เพื่อให้การมองคุณภาพของงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจนจึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนนและการอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับโดยทั่วไปแล้วการแก้ปัญหาจะแยกองค์ประกอบของงาน เป็น 4 ด้านคือ

2.1 ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในการแก้ปัญหาที่ถามอย่างกระจ่างชัด

2.2 การสื่อความหมาย คือ ความสามารถในการอธิบาย การนำเสนอ การบรรยาย เหตุผล แนวคิด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์

2.3 การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธี กระบวนการในการนำไปสู่การแก้ปัญหาได้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ผลสำเร็จของงานความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงานหรืออธิบายที่มาและตรวจสอบผลงาน

เวชฤทธิ์ อังกะนัททจร (2555, หน้า 184) กล่าวว่า RUBRIC คือข้อความที่แสดงรายละเอียดของเกณฑ์คุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนจากระดับยอดเยี่ยมไปจนถึงระดับที่ต้องพัฒนา ซึ่งครูสามารถออกแบบให้เหมาะสมกับนักเรียนของตนเองได้ โดยทั่วไปเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีคมี 2 รูปแบบคือ

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic rubric) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้และผลงานของนักเรียนโดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic rubric) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล อาจแยกพิจารณาเป็นด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้านการนำเสนอข้อมูล และด้านการอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน

ตัวอย่างการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) ของชาร์ล และเลสเตอร์ (Charles & Lester, 1982) เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้โดยพิจารณาถึงความสามารถ 3 ประการ ดังนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา เป็นความสามารถในการแปลความหมายโจทย์ มีวิธีการให้คะแนนดังนี้
 - 0 หมายถึง แปลความหมายผิดโดยสิ้นเชิง
 - 1 หมายถึง แปลความหมายผิดบางส่วน
 - 2 หมายถึง แปลความหมายโจทย์ถูกต้อง
2. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้
 - 0 หมายถึง ไม่ลงมือทำหรือทำผิดโดยสิ้นเชิง
 - 1 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องเป็นบางส่วน
 - 2 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้อง (ไม่พิจารณาการคำนวณ)
3. การตอบปัญหา เป็นการพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาร่วมกับทักษะการคำนวณมีวิธีการให้คะแนนดังนี้
 - 0 หมายถึง ตอบผิดและกระบวนการแก้ปัญหาผิด
 - 1 หมายถึง ตอบเพียงบางส่วน (ในกรณีที่มีหลายคำตอบ)
 - 2 หมายถึง การคำนวณถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 130) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณารายการประเมิน 4 ประเด็น คือ

- 1) ความเข้าใจปัญหา
- 2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา
- 3) การใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
- 4) การสรุปคำตอบ ไว้ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สสวท.

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
การเลือกยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุม ประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
การใช้ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน ได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายัง ไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุป คำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบหรือสรุปคำตอบ ไม่ถูกต้อง

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเลือกเกณฑ์แบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) มาใช้เป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เนื่องจากต้องการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละชั้นตอนว่ามีคุณภาพอย่างไร ซึ่งปรับมาจากเกณฑ์ของชาร์ล และเลสเตอร์ (Charles & Lester, 1982) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 130) ดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
แบบอัตนัยของผู้วิจัย

รายการประเมิน	ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. การทำความเข้าใจปัญหา	2	- เขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ครบถ้วน
	1	- เขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- เขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการไม่ถูกต้องหรือไม่มีการเขียน
2. การวางแผนแก้ปัญหา	2	- เลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	1	- เลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- เลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่มีการเลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	2	- ดำเนินการแก้ปัญหตามวิธีการที่วางไว้ได้สำเร็จครบถ้วน
	1	- ดำเนินการแก้ปัญหตามวิธีการที่วางไว้ได้สำเร็จบางส่วน
	0	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีทำ
4. การสรุปคำตอบ	1	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง
	0	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง หรือไม่สรุปคำตอบ

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยง คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาเป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กันให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชาเป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬาหรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) เสนอถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระและหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุ

เป็นผลระหว่างความรู้และทักษะ/ กระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น โดยการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อาจจำแนกตามลักษณะการเชื่อมโยงได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้และทักษะ/ กระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีหรือกระทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับนักเรียนมากยิ่งขึ้น

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การนำความรู้และทักษะ/ กระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และนักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2547) กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถของนักเรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มีสามประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่น ๆ

จากการศึกษาความหมายของการเชื่อมโยง ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกันให้เป็นองค์รวมซึ่งอาจเป็นการเชื่อมโยงภายในวิชาหรือการเชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ หรือการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ความหมายของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความหมายของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2544) เสนอว่า ทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ คือ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อนั้นจำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องเซตในการให้คำจำกัดความบทนิยามในเรื่องต่าง ๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามลำดับในรูปของฟังก์ชัน

นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา เช่น เรื่องการเงิน การคิดดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลังและผลบวกของอนุกรม ในงานศิลปะและการออกแบบบางชนิดก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวถึงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นความสามารถดังต่อไปนี้

- เชื่อมโยงและสัมพันธ์ความรู้เชิงมโนทัศน์กับความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ
- ใช้คณิตศาสตร์ในสาขาวิชาอื่น เช่น ศิลป์ ดนตรี จิตวิทยา วิทยาศาสตร์ ธุรกิจ และในชีวิตประจำวัน
- เชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาหรือหัวข้อคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย รวมถึงการใช้งานของเนื้อหาหรือหัวข้อเหล่านั้น และมองเห็นคณิตศาสตร์เป็นภาพรวมของการบูรณาการ
- วิเคราะห์ปัญหาและอธิบายผลโดยใช้กราฟ ตัวเลข วัตถุ ภาษา แบบจำลอง และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
- ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการทำความเข้าใจความคิดทางคณิตศาสตร์อื่น และความคิดในศาสตร์อื่น
- เชื่อมโยงวิธีการที่แตกต่างกันที่ใช้ในการแสดงมโนทัศน์เดียวกัน และที่ใช้ในการนำเสนออย่างเดียวกัน
- เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสังคมและวัฒนธรรมของตนเอง
- ใช้และเห็นคุณค่าของการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์และระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

จากการศึกษาความหมายของทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยเชื่อมโยงหลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ และการดำเนินชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์

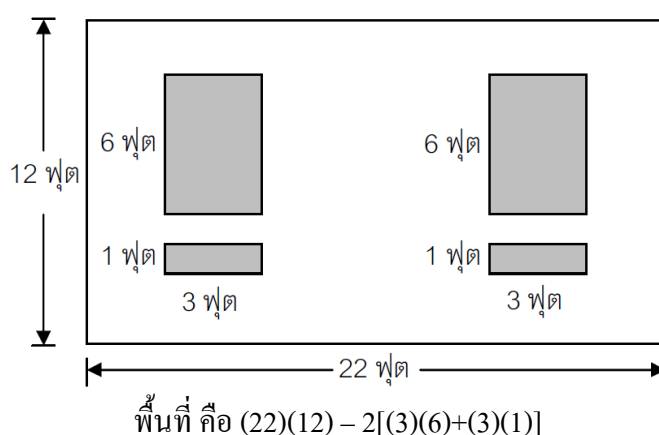
ประเภทของการเชื่อมโยง

ประเภทของการเชื่อมโยงได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

คอสเซย์ และคณะ (Dossey & other, 2002) กล่าวถึง การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สามารถสร้างขึ้นได้ในขณะเรียนรู้ โดยสร้างการเชื่อมโยงระหว่าง

ความรู้ใหม่และความรู้อีกส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยที่นักเรียนที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงได้อย่างหลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่า การเชื่อมโยงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น นอกจากการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ช่วยในการแก้ปัญหาหรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงเพื่อให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการแล้ว ยังมีการแยกคณิตศาสตร์ออกเป็นวิชาย่อย ๆ เช่น เรียนเนื้อหาท่อนพีชคณิต แล้วเรียนพีชคณิตและเรขาคณิตต่อมาตามลำดับ ทำให้นักเรียนรู้สึกว่แต่ละวิชาไม่สัมพันธ์กัน ทั้ง ๆ ที่วิชาที่เรียนก่อนจะเป็นพื้นฐานความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในระดับต่อไป การแยกเนื้อหาออกจากกัน ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างการเชื่อมโยงที่ทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ การเรียนที่เน้นการเชื่อมโยงจะทำให้นักเรียนมีพื้นฐานที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป

สมบัติการแจกแจงนับเป็นตัวอย่างที่ดีของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงหลายเนื้อหาเข้าด้วยกัน สมบัติการแจกแจงเป็นสิ่งสำคัญในการคูณจำนวนเต็มบวก การคูณที่ตัวคูณมีเลขโดดถึง 3 ตัว เช่น 8×172 ทำให้ง่ายขึ้นโดยใช้สมบัติการแจกแจงเป็น $(8 \times 100) + (8 \times 70) + (8 \times 2)$ นอกจากนี้สมบัติการแจกแจงยังช่วยนักเรียนในการหาพื้นที่เรขาคณิต ดังภาพที่ 2-4 ซึ่งสมบัติการแจกแจงไม่ได้ใช้แยกตัวประกอบ และแทนค่าในประโยคพีชคณิตเท่านั้น แต่ยังนำไปใช้กับผลคูณเชิงสเกลาร์ในเวกเตอร์และเมตริกซ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูง ครูสามารถช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงเพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ในภาพกว้างได้



ภาพที่ 2-4 การใช้สมบัติการแจกแจงหาพื้นที่เรขาคณิตของคอสเซย์ และคณะ

นักเรียนต้องรู้จักและเริ่มการสร้างการเชื่อมโยงตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ครูอาจชี้แนะให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงเรขาคณิตในระบบพิกัดฉาก โดยให้พิสูจน์ว่าเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานตัดแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน สามารถใช้วิธีการหาจุดกึ่งกลางของเส้นทแยงมุมทั้งสอง เพื่อพิสูจน์ข้อความดังกล่าว

ครูสามารถแนะนำกระบวนการเชื่อมโยงให้กับนักเรียนโดยการให้งานที่ครูออกแบบชิ้นงานที่แสดงการเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ของเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว เช่น การสำรวจลำดับฟีโบนัชชี (Fibonacci sequence) 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ... สามารถเชื่อมโยงกับแบบรูปและฟังก์ชันก่อกำเนิดเมื่อสำรวจต่อไปนำไปสู่ความรู้เรื่องอัตราส่วนของสี่เหลี่ยมมุมฉากทอง และประยุกต์เข้ากับงานศิลปะของโลกของการออกแบบ การเชื่อมโยงกับวิชาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

วาเชอร์ และมิลรอย (Vacher & Mylroie, 2001) ได้กล่าวถึง การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับธรณีวิทยาในการสำรวจถ้ำว่าถ้ำนั้นแตกต่างจากภูเขา ทะเลสาบหรือแม่น้ำตรงที่เราไม่สามารถเห็นปากถ้ำได้ในระยะไกล ไม่สามารถทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ หรือภาพถ่ายดาวเทียม ไม่สามารถบอกลักษณะภายในถ้ำได้จนกว่าเราจะเดินเข้าไปสำรวจภายในถ้ำนั้นยังทอดยาวออกไปหลายทาง จนไม่อาจทำนายส่วนปลายของถ้ำได้ จึงต้องมีวิธีการในการสำรวจ โดยหาความยาวของระยะทางในถ้ำเป็นส่วน ๆ และทิศทางแล้วเขียนแทนด้วยเวกเตอร์ การเขียนแผนที่ของถ้ำ จึงเป็นการแปลงข้อมูลของระยะทาง และมุมออกมาเป็นเวกเตอร์ในระบบสามมิติ

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy & Tipps, 1994) กล่าวว่า การเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์นั้นนักเรียนจำเป็นต้องทำการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ป็นรูปธรรม รูปภาพ แผนผัง สัญลักษณ์ และภาษารูปแบบการแสดงมโนทัศน์และความเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ให้รวมกันเป็นหลักการทางคณิตศาสตร์ พวกเขาจำเป็นต้องทำการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์และโลกแห่งความเป็นจริง

การเชื่อมโยงนี้มีความเกี่ยวข้องกันในระหว่างการสอน ควรสร้างให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในระหว่างการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนปฏิบัติงานหรือกิจกรรม แล้วแปลงกิจกรรมเหล่านั้นออกมาเป็นรูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ กราฟ และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ในชั้นเรียนเกรด 3 ครูได้สอนให้นักเรียนสร้างการเชื่อมโยงระหว่าง “ลูกกอล์ฟ” กับเศษส่วน นักเรียนในชั้นเรียนนั้นได้รู้จักการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันด้วยปัญหา “ลูกกอล์ฟ” การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ กับชีวิตจริงเกิดได้อย่างมากมาย ครูสามารถให้นักเรียนปฏิบัติงานที่จะเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศิลปะ งานกิจกรรม

เกี่ยวกับอาหาร และกิจกรรมในวิชาต่าง ๆ บางที่อาจเป็นกิจกรรมในชั้นเรียนและสามารถทำเป็นโครงการรายบุคคลหรือกลุ่มเล็ก ๆ หรือบางที่จะทำในช่วงเวลาที่เหมาะสม

ตัวอย่างต่อไปนี้ แสดงถึงวิธีที่ครูจะสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ และสังคมนาด้วย การให้นักเรียนทำโครงการที่บางโครงการอาจให้ทำร่วมกันทั้งชั้นรายบุคคล หรือทำโดยกลุ่มย่อย ดังนี้

1. คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

- การโคจรของดวงจันทร์
- การจับเวลาที่อุณหภูมิ ความเร็วลม และความดันอากาศ
- การส่งมนุษย์ไปยังดวงจันทร์ การโคจรของดาวเคราะห์
- การกำหนดมาตราส่วน
- การสร้างระบบโซลาร์เซลล์

2. คณิตศาสตร์และสังคมศึกษา

- นาฬิกาและนาฬิกาทราย
- การสร้างพีระมิดในประเทศอียิปต์
- การออกแบบพรมและตะกร้าที่ใช้หลักการสมมาตรและทรงลูกบาศก์ของ

ชาวอินเดียนแดงทางตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา

- การเปรียบเทียบภูมิประเทศ ตำแหน่งที่ราบสูง ที่ราบต่ำ ภูมิประเทศที่สูงที่สุด และที่ลึกที่สุดใต้ทะเล

3. คณิตศาสตร์และสุขภาพ

- การเรียนรู้เกี่ยวกับระดับโคเลสเตอรอลเพื่อสุขภาพ
- การวัดความสูงของนักเรียน การบันทึกผลในรูปแบบตารางและกราฟ
- การหาปริมาณแคลอรีจากการอ่านฉลากข้อมูลโภชนาการข้างกล่องผลิตภัณฑ์

การวัดระดับโคเลสเตอรอล

4. คณิตศาสตร์และศิลปะ

- การวัดรอบขอบกระดาษเพื่อตัดขอบผนัง
- การกำหนดมาตราส่วนจากละครในชั้นเรียน วัดและเตรียมกระดาษสร้างฉาก
- การวาดภาพทิวทัศน์ต่าง ๆ
- การอ่านและทำตามคำแนะนำจากการประดิษฐ์ Origami ของชาวญี่ปุ่น

5. คณิตศาสตร์และการอ่านและศิลปะทางภาษา

- การหารูปแบบของคำ การแยกประเภทของคำ
- อ่านรายงานการวิจัยและงานเขียนทางคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียง
- เลขวิทยา (Numerology) และตัวเลขที่งดงาม
- การวิจัยและเขียนเรื่องราวของนักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียง จำนวน และความงามของตัวเลข การวิเคราะห์ข้อความเพื่อบอกจำนวนพยัญชนะ (เรื่องนี้สามารถเชื่อมโยงกับรายการเกมโชว์ทางโทรทัศน์ของสหรัฐที่ชื่อ Wheel of fortune)

6. คณิตศาสตร์และการศึกษาทางกายภาพ

- นับจำนวนไม้เลื้อยที่ขึ้นตามเชือก
- แบบแผนพื้นที่ในการเล่น
- การนับจำนวนรอบของการกระโดดเชือก การแสดงให้เห็นว่าโอลิมปิกยิ่งใหญ่มากกว่าพื้นที่ในการเล่น การจับเวลาในการแข่งขัน

คณิตศาสตร์กับโลกปัจจุบันเชื่อมโยงกันในหลาย ๆ ด้าน จากบทความในหนังสือพิมพ์หรือนิตยสาร ไม่ว่าจะเป็นทางด้านธุรกิจ แนวโน้มทางเศรษฐกิจ สภาพอากาศ และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การรายงานพิเศษทั้งในรูปแบบบทความ และภาพข่าว แผนผังการเดินทางที่ท่าเรือ สถานีรถไฟ และสนามบิน ส่วนให้ข้อมูลที่เป็คณิตศาสตร์เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้คนที่ง้ส้น ปัญหาทางเศรษฐกิจ ปัญหาการจัดการขยะและมลพิษที่เกิดจากรถยนต์ ของเสียจากโรงงาน ได้ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับการดำรงชีวิตในปัจจุบัน ครูจึงควรสอนโดยบูรณาการคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือกับปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน

โอคอนเนอร์ (O'Connor, 2003) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงวิชาพีชคณิตกับวิชาเคมี เขาอธิบายขั้นตอนที่เขาทำไปสู่การสร้างสรรคร่วมกันระหว่างหลักสูตรวิชาเคมีและวิชาพีชคณิต ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการจับคู่หลักสูตรพีชคณิตกับหัวข้อที่สอนในวิชาเคมี แม้ว่าการสอนจะราบรื่นก่อนที่จะพัฒนาการรวมหลักสูตรเคมีและพีชคณิต นักเรียนและผู้ร่วมงานมีการดำเนินความพยายามที่จะรวมความคิดรวบยอดในคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และขั้นตอนสำคัญในการนำไปสู่การขยายเป้าหมายตอนต้นให้นักเรียน มีการช่วยเหลือนักเรียนให้ประสบความสำเร็จในทั้งสองวิชา

ดวงเดือน อ่อนน่วม และคณะ (2547) กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นไปได้หลายรูปแบบดังนี้

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 จะมาบวกกันได้ต้องมีหน่วยการวัดเดียวกัน ดังนั้น ถ้าหากจำนวนเหล่านั้นมีหน่วยต่างกันจึงต้องมีการเปลี่ยนหน่วยให้เหมือนกันก่อน

5. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้เป็นวิถีทางหนึ่งที่สนับสนุนส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การกำหนดหน่วยการเรียนรู้เปิดโอกาสให้เด็กได้ศึกษา สืบค้น เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ที่ตนสนใจ ได้มีโอกาสแสดงความคิดริเริ่ม ได้สร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ในขณะเดียวกันยังคงเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย หน่วยการเรียนรู้อาจเป็นหน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เอง หรือเป็นหน่วยการเรียนรู้กลางที่คณิตศาสตร์เรียนรู้ร่วมกับวิชาอื่น ๆ ก็ได้

จากการศึกษาลักษณะของการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงมีลักษณะหลากหลายแล้วแต่สถานการณ์และ โอกาสที่จะเอื้ออำนวยว่าการเชื่อมโยงแบบใดเหมาะสมที่สุด ซึ่งสรุปเป็น 3 ลักษณะได้ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้ เนื้อหา หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว มาใช้กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ เป็นการนำความรู้ เนื้อหา หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้เรียนรู้มาแล้ว มาใช้กับการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่น เช่น คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์กับเศรษฐศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศิลปะ เป็นต้น

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับจริง เป็นการนำความรู้ เนื้อหา หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ เนื่องจากการที่นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้นั้น นักเรียนจำเป็นต้องสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี

แนวทางพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แนวทางพัฒนาการทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) เสนอถึงการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า นักเรียนควรได้รับโอกาสในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ทั้งในโรงเรียน และในสังคมปัจจุบันมากขึ้น ครูคณิตศาสตร์ต้องค้นคว้าร่วมมือกับครูในวิชาอื่นเพื่อสำรวจแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปยังปัญหาอื่นซึ่งเกิดขึ้นในห้องเรียน การรวมคณิตศาสตร์เข้าไปในเนื้อหาซึ่งให้สัญลักษณ์และกระบวนการที่มีประโยชน์ เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของมาตรฐานทั้งหมด ทำให้นักเรียนมองเห็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้เข้าใจมันได้ ทักษะการเชื่อมโยงมีประโยชน์ในการแก้ปัญหา การอภิปราย และแบบจำลองข้อเท็จจริงในโลก และการสื่อสารความคิดและข้อมูลที่ซับซ้อน ในลักษณะที่ละเอียดและชัดเจน การนำเสนอปัญหาช่วยให้มองสิ่งต่าง ๆ ได้ทั่วและชัดเจนขึ้น ทำให้นักเรียนอธิบายปัญหาและหาคำตอบได้ ถ้านักเรียนเป็นผู้มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องฝึกให้นักเรียนปรับเปลี่ยนวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายขึ้น และตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างมุมมองที่แตกต่างกัน

การเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อทางคณิตศาสตร์สามารถสร้างได้หลายแนวทางเมื่อนักเรียนศึกษาหัวข้อหนึ่งสามารถนำไปประยุกต์ในหัวข้ออื่นได้ โดยการเชื่อมโยงปรากฏออกมาขณะนักเรียนทำคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น

- ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่สามารถช่วยให้เข้าใจในการดำเนินการของเศษส่วน การนำเสนอข้อมูล การแก้ปัญหาสัดส่วน การหาตัวประกอบ และความน่าจะเป็น
- บทเรียนเรื่องการวัดต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างสูตรและแก้ปัญหา โดยใช้แนวคิดทางเรขาคณิต การวัด และพีชคณิต

นักเรียนจะได้แนวคิดใหม่ ๆ กระบวนการ และทักษะจากการแก้ปัญหา แล้วสามารถรวบรวมแนวคิดและความคิดรวบยอดเพื่อส่งเสริมความเชื่อมั่นของนักเรียนในความคิดของเขาเอง เนื้อหาส่งเสริมทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเชื่อมโยง แต่ครูจะต้องหาโอกาสในการช่วยเหลือให้นักเรียนให้สร้างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ปัญหาที่สร้างขึ้นต้องเป็นปัญหาที่เน้นให้นักเรียนสร้างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เอาใจใส่ต่อการตระหนัก และการสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง

หัวข้อจะค่อย ๆ ซึมซาบเข้าไปในตัวนักเรียน ซึ่งคาดหมายว่าแนวคิดที่พวกเขาจะ ได้เรียนรู้ เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาและค้นคว้าโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ

กรมวิชาการ (2545) เสนอว่า องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการ เป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะการที่มี ในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผลในการจัด การเรียนรู้ให้นักเรียน ได้พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้นครูอาจจัดกิจกรรมหรือ สถานการณ์สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียน ได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อให้ นักเรียนเห็น ความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใน ชีวิตประจำวัน

อัมพร ม้าคนอง (2547) กล่าวถึงการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงอาจเริ่มต้นง่าย ๆ จากการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวันและระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกันดังตัวอย่างของกิจกรรมเพื่อฝึกการเชื่อมโยง ต่อไปนี้

ในหมู่บ้านของท่านมีการประชุมเพื่อแสดงความคิดเห็นว่าควรจะเสนอทางราชการให้ จัดตั้งจุดตรวจในหมู่บ้านหรือไม่ ในการประชุมมีบางกลุ่มที่เชื่อว่า การมีจุดตรวจของตำรวจอยู่ใกล้ หมู่บ้านจะช่วยลดปัญหาอาชญากรรม ในขณะที่บางกลุ่มเชื่อว่าความใกล้/ไกล จากจุดตรวจไม่ใช่ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดอาชญากรรม ที่ประชุมจึง ได้ขอข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการ เกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่ โดยได้ข้อมูลดังตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 ความสัมพันธ์ระหว่างความใกล้/ไกลจากจุดตรวจกับจำนวนครั้งของการเกิด
อาชญากรรมของอัมพร ม้าคนอง

จำนวนกิโลเมตรที่จุดเกิดเหตุห่างจากจุดตรวจ	จำนวนครั้งของการเกิด อาชญากรรมต่อกิโลเมตร
1-5	13
6-10	14
มากกว่า 10	16

1. จากข้อมูลดังกล่าว ท่านคิดว่าที่ประชุมควรสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความใกล้/ไกลจากจุดตรวจ กับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตรอย่างไร เพราะเหตุใด

2. มีบางคนในที่ประชุมพยายามใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อให้ข้อสรุปเชื่อถือได้มากขึ้น ท่านจะช่วยคนเหล่านั้นได้อย่างไร

การทำกิจกรรมในลักษณะนี้ ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงระหว่างความรู้คณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาเพื่อจะตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม การเชื่อมโยงในปัญหานี้ นักเรียนจะต้องคิดว่าจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์อะไรที่ตนมีอยู่ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล เนื่องจากข้อมูลในตัวอย่างนี้แตกต่างจากข้อมูลประเภทเดียวกันที่เคยพบในหนังสือเรียนหรือที่ครูสมมติขึ้น นักเรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์ เพื่อจะได้อธิบายข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผล และได้ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าแนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้น ครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้นเพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์กับชีวิตประจำวัน ครูอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้นแล้วนำเสนองานต่อครูและนักเรียนให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่นการประเมินตามสภาพจริง การใช้แบบทดสอบ ซึ่งเครื่องมือทางการวัดผลแต่ละวิธีก็มีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการเลือกใช้เครื่องมือหรือวิธีการในการวัดผลประเมินผลในแต่ละครั้งควรคำนึงถึงความเหมาะสม และจากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือในการวัดผลประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ เอกสารหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบอัตนัย

เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 94) ได้ยกตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมของแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ไว้ดังตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมของแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ของ สสวท.

ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
3 (ดี)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงได้อย่างเหมาะสม
2 (พอใช้)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงได้บางส่วน
1 (ต้องปรับปรุง)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงไม่เหมาะสมหรือไม่มีการเชื่อมโยงความรู้

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรจรรยา (2551, หน้า 83 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกะภักทรจรรยา, 2555, หน้า 185) ได้เสนอตัวอย่างการให้คะแนนแบบภาพรวมเพื่อประเมินทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ดังตารางที่ 2-9

ตารางที่ 2-9 เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมเพื่อประเมินทักษะและกระบวนการเชื่อมโยง
คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนของเวชฤทธิ์
อังกนะภัทรขจร

ระดับ 1 (ต้องปรับปรุง)	ระดับ 2 (พอใช้)	ระดับ 3 (ดี)	ระดับ 4 (ดีมาก)
นักเรียนไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูลที่กำหนดให้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง หรือพยายามเชื่อมโยง แต่ไม่เหมาะสม หรือไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดให้	นักเรียนพยายามนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงโดยเชื่อมโยงในเรื่องเดียวกับข้อมูลที่กำหนดให้ แต่ไม่ได้ใช้หรือใช้บางส่วนทำให้สรุปสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้ไม่ถูกต้อง	นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้และบอกได้ว่าสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมจากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร	นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดให้มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม โดยในการเชื่อมโยงมีการใช้ข้อมูลที่กำหนดให้และบอกได้ว่าสถานการณ์ต่าง ๆ จากข้อมูลที่กำหนดให้เป็นเช่นไร รวมทั้งมีการนำข้อมูลในชีวิตจริงมาอธิบายประกอบเพื่อยืนยันคำตอบของตัวเองด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเลือกเกณฑ์แบบภาพรวม (Holistic scoring) มาใช้เป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เนื่องจากต้องการดูภาพรวมของนักเรียนว่ามีความเข้าใจในความคิดรวบยอด ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร ซึ่งปรับมาจากเกณฑ์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 94) และเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2551, หน้า 83 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 185) ดังตารางที่ 2-10

ตารางที่ 2-10 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
แบบอัตนัยของผู้วิจัย

ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
3	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
2	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
1	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหายังไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

เบอร์ริงเกอร์ (Beringer, 2007) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากการศึกษาค้นคว้าด้วยการสืบสวน (Application of problem based learning through research investigation) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นเทคนิคการสอนที่ใช้การแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน เทคนิคคือนักเรียนเป็นศูนย์กลางและครูมีบทบาทในการอำนวยความสะดวก เป้าหมายทั่วไปของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือการสร้างความรู้พื้นฐาน พัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา การร่วมมือในการสอนให้ได้ผลดี และเตรียมทักษะที่จำเป็นเพื่อความสำเร็จตลอดชีวิตของนักเรียน การศึกษาครั้งนี้เพื่อประเมินผลการใช้ปัญหาเป็นฐานในหน่วยปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบต่าง ๆ ในโลกในระดับปริญญาตรี และแบบฝึกหัดพื้นฐานรอบเกาะ Urban Heat การดำเนินการแรกเริ่มของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือจำนวนนักเรียนที่จะได้สัมผัสกับสื่อต่าง ๆ อย่างเต็มที่ แต่พบว่าองค์ประกอบบางส่วนเกือบจะไม่เพียงพอ นักเรียนบางคนไม่สามารถปรับตัวเพื่อทำทายกับสิ่งแปลก ๆ ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพราะเป็นครั้งแรกที่ได้รับการเรียนรู้แบบนี้ เมื่อถูกถามว่าประสบการณ์อะไรที่พวกเราได้เรียนรู้จากการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนให้ความสำคัญกับเทคนิคและสอดคล้องกับทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ในปีต่อมาการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงได้รับการแนะนำ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจและประสบผลสำเร็จมากขึ้น

เบลแลนด์ แกเซลสกี และอีทเมอร์ (Belland, Glazewski & Ertmer, 2009) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ในโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนระดับอนุบาลถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 (K-12) โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถพิเศษ (Gifted) 1 กลุ่ม กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั่วไป (Average students) 2 กลุ่ม ขณะดำเนินการจัดการเรียนรู้ครูครูเป็นผู้ให้การสนับสนุนและให้การแนะนำ และมีการบันทึกเทปกระบวนการทำงานกลุ่ม การสนทนาของนักเรียนเพื่อนำมาวิเคราะห์พบว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ (Gifted) มีศักยภาพในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) สูงกว่านักเรียนทั่วไป (Average students) และจากการสัมภาษณ์พบว่าพวกเขามีความเชื่อมั่นว่าคำตอบที่ผ่านกระบวนการกลุ่มของพวกเขามีความถูกต้อง และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เพิ่มแรงจูงใจในการแก้ปัญหาของพวกเขา

คิง (King, 2005) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการการแก้ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับกลาง การนำการแก้ปัญหาไปใช้สำหรับห้องเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ระดับกลาง พบว่าการสอนการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนระดับกลางไม่ได้ถูกดำเนินการตามแบบแผนมาตรฐานการพัฒนาทักษะนักเรียนที่ NTCM สร้างขึ้น ขณะที่การสอนจากทักษะและแบบแผนเป็นสิ่งสำคัญที่จะพัฒนาการคิดในทางคณิตศาสตร์ ครูควรพิจารณาให้การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติการในห้องเรียนเพื่อช่วยพัฒนาการคิด แต่ครูส่วนมากมีช่วงเวลาในการสอนไม่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาในห้องเรียน การติดต่อสื่อสารทั้งด้านการพูดและการเขียนก็เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกระบวนการแก้ปัญหา เช่นเดียวกับการให้โอกาสนักเรียนได้เห็นคำตอบ แบบแผนการแก้ปัญหาอื่น ๆ หรือผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการการแก้ปัญหา

งานวิจัยในประเทศ

วาสนา กิมเทิง (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 60 ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิจิตร อุดตะโปน (2550) ได้สร้างชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการอาสาสมัคร จำนวน 16 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

นันทิยา ไชยสะอาด (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 13.23 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.15

3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 13.41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.05

5. เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยง ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียน โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมนักเรียนให้ได้ฝึกการแก้ปัญหา นั้น ต้องทำอย่างสม่ำเสมอ และใช้เทคนิคการเรียนรู้และวิธีการสอนที่มีความหลากหลายซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่วนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันนั้น จะทำให้นักเรียนเห็นถึงการเชื่อมโยงศาสตร์ต่าง ๆ ทั้งการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งส่งผลทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีคุณค่า และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตได้ ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีหัวข้อในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. วิธีการดำเนินการวิจัย
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 132 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดนักเรียนของแต่ละห้องแบบความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื่องจากโรงเรียนได้จัดนักเรียนของแต่ละห้องแบบความสามารถ

ขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. ศึกษาคุณลักษณะของนักเรียน
2. เลือกห้องเรียน โดยการจับฉลาก โดยที่ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ
2. แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติมีดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในด้านคำอธิบายรายวิชา จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล หนังสือแบบเรียนและคู่มือครู เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้
3. วิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และชั่วโมงที่สอนให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	ค. 2.1 ม.4-6/1 ใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วน	<u>ด้านความรู้</u>	อัตราส่วนตรีโกณมิติ	2
อัตราส่วนตรีโกณมิติ	ตรีโกณมิติของมุมในการคาดคะเนระยะทางและความสูง	1. นักเรียนสามารถหาความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	ของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	
ของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	ค. 6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	<u>ด้านทักษะและกระบวนการ</u>		
	ค. 6.1 ม.4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากในชีวิตจริงได้		
		<u>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</u>		
		1. นักเรียนใฝ่เรียนรู้ 2. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน		

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
2 อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของมุม 30° , 45° และ 60°	<p>ค. 2.1 ม.4-6/1 ใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วน ตรีโกณมิติของมุมในการคาดคะเนระยะทางและ ความสูง</p> <p>ค. 6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีใน การแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่าง เหมาะสม</p> <p>ค. 6.1 ม.4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ใน คณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่น ๆ</p>	<p><u>ด้านความรู้</u></p> <p>1. นักเรียนสามารถหาค่าตอบจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้ โดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30°, 45° และ 60° ได้</p> <p><u>ด้านทักษะและกระบวนการ</u></p> <p>1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้อัตราส่วน ตรีโกณมิติของมุม 30°, 45° และ 60° ได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของมุม 30°, 45° และ 60° ในชีวิตจริงได้</p> <p><u>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</u></p> <p>1. นักเรียนใฝ่เรียนรู้</p> <p>2. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน</p>	อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของมุม 30° , 45° และ 60°	2

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
3 การประยุกต์ของ อัตราส่วนตรีโกณมิติ เกี่ยวกับระยะทาง	<p>ค. 2.2 ม.4-6/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทาง และความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ</p> <p>ค. 6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีใน การแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่าง เหมาะสม</p> <p>ค. 6.1 ม.4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ใน คณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่น ๆ</p>	<p><u>ด้านความรู้</u></p> <p>1. นักเรียนสามารถหาระยะทางจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้ โดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p><u>ด้านทักษะและกระบวนการ</u></p> <p>1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับระยะทาง โดย ใช้ความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงอัตราส่วนตรีโกณมิติ เกี่ยวกับระยะทางในชีวิตจริงได้</p> <p><u>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</u></p> <p>1. นักเรียนใฝ่เรียนรู้</p> <p>2. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน</p>	<p>การประยุกต์ของ อัตราส่วนตรีโกณมิติ เกี่ยวกับระยะทาง</p>	2

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
4 การประยุกต์ของ อัตราส่วนตรีโกณมิติ เกี่ยวกับความสูง	<p>ท. 2.2 ม.4-6/1 แก้ไขปัญหาเกี่ยวกับระยะทาง และความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ</p> <p>ท. 6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีใน การแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่าง เหมาะสม</p> <p>ท. 6.1 ม.4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ใน คณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่น ๆ</p>	<p><u>ด้านความรู้</u></p> <p>1. นักเรียนสามารถหาความสูงจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้ โดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p><u>ด้านทักษะและกระบวนการ</u></p> <p>1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสูง โดย ใช้ความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงอัตราส่วนตรีโกณมิติ เกี่ยวกับความสูงในชีวิตจริงได้</p> <p><u>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</u></p> <p>1. นักเรียนใฝ่เรียนรู้</p> <p>2. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน</p>	<p>การประยุกต์ของ อัตราส่วนตรีโกณมิติ เกี่ยวกับความสูง</p>	2

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
5 การประยุกต์ของ อัตราส่วนตรีโกณมิติ เกี่ยวกับระยะทางและ ความสูง	ค. 2.2 ม.4-6/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทาง และความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ ค. 6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ค. 6.1 ม.4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ใน คณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่น ๆ	<u>ด้านความรู้</u> 1. นักเรียนสามารถหาระยะทางและความสูงจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้อัตราส่วน ตรีโกณมิติได้ <u>ด้านทักษะและกระบวนการ</u> 1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและ ความสูง โดยใช้ความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงอัตราส่วนตรีโกณมิติ เกี่ยวกับระยะทางและความสูงในชีวิตจริงได้ <u>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</u> 1. นักเรียนใฝ่เรียนรู้ 2. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	การประยุกต์ของ อัตราส่วนตรีโกณมิติ เกี่ยวกับระยะทางและ ความสูง	3
		รวม		11

4. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดจำนวน 5 แผน ใช้เวลาทั้งสิ้น 11 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนระบุรายละเอียดหัวข้อเรื่อง ดังนี้

- 4.1 มาตรฐานการเรียนรู้
- 4.2 ตัวชี้วัด
- 4.3 สาระสำคัญ
- 4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 4.4.1 ด้านความรู้
 - 4.4.2 ด้านทักษะและกระบวนการ
 - 4.4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 4.5 สาระการเรียนรู้
- 4.6 กิจกรรมการเรียนรู้
 - ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา
 - ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา
 - ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา
 - ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ
 - ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ
 - ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนรู้
- 4.7 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้
- 4.8 สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้
- 4.9 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่าง มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ รวมถึงระยะเวลา และ ภาษาที่ใช้ เพื่อนำข้อเสนอมาปรับปรุงแก้ไขตลอดจนภาษาที่ใช้

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ รวมถึงระยะเวลา และภาษาที่ใช้) โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นแบบประเมินมาตราส่วน ประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ ดังนี้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 112)

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

และทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) แล้วทำการเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 162) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51-5.00	เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
3.51-4.50	เหมาะสมอยู่ในระดับมาก
2.51-3.50	เหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
1.51-2.50	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1.00-1.50	เหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 5 คน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ ค-6)

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุง ดังนี้

7.1 ความถูกต้องของภาษาในแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น

7.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สถานการณ์ “เที่ยวภูเก็ต” เปลี่ยนจากรีโอลำหนึ่ง เป็น เรือลำหนึ่งจอดอยู่

7.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 สถานการณ์ “เสาไฟฟ้า” เปลี่ยนจากมุ่มยก เป็น มุ่มยก

7.2 ปรับปรุงความถูกต้องของสาระการเรียนรู้ เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ให้เปลี่ยนเป็นการหาความสูงไม่สามารถหาได้โดยตรง จึงต้องใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติมาช่วยในการหาคำตอบ

จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 36 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งพบว่าในขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา เมื่อนำเสนอสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ในทันที ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงได้ว่าต้องใช้ความรู้อะไรบ้างมาช่วยในการแก้ปัญหา และยังกำหนดวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องครบถ้วน จำเป็นต้องใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนพิจารณาให้ละเอียดอีกครั้ง

9. นำผลการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์ฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. ศึกษาคู่มือครู หลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบและแนวทางการวัดผลและประเมินทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. กำหนดลักษณะแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย
4. วิเคราะห์เนื้อหาจากสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อจัดทำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และกำหนดจำนวนข้อสอบ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบ ที่ใช้จริง
ค. 2.1 ม.4-6/1 ใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วน ตรีโกณมิติของมุมในการคาดคะเน ระยะทางและความสูง	อัตราส่วนตรีโกณมิติของ มุมภายในรูปสามเหลี่ยม มุมฉาก	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม ภายในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากในชีวิตจริงได้	2	1
ค. 6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	อัตราส่วนตรีโกณมิติของ มุม 30° , 45° และ 60°	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของมุม 30° , 45° และ 60° ได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60° ในชีวิตจริงได้	2	1
ค. 6.1 ม.4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ใน คณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยง กับศาสตร์อื่น ๆ				

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบ ที่ใช้จริง
ค. 2.2 ม.4-6/1 แก้อัปเดตปัญหาเกี่ยวกับ ระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วน ตรีโกณมิติ	การประยุกต์ของ อัตราส่วนตรีโกณมิติ เกี่ยวกับระยะทาง	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหเกี่ยวกับระยะทาง โดยใช้ ความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับ ระยะทางในชีวิตจริงได้	2	1
ค. 6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์และ เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	การประยุกต์ของ อัตราส่วนตรีโกณมิติ เกี่ยวกับความสูง	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหเกี่ยวกับความสูง โดยใช้ ความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับ ความสูงในชีวิตจริงได้	2	1
ค. 6.1 ม.4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ใน คณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยง กับศาสตร์อื่น ๆ	การประยุกต์ของ อัตราส่วนตรีโกณมิติ เกี่ยวกับระยะทางและ ความสูง	1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหเกี่ยวกับระยะทางและความ สูง โดยใช้ความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับ ระยะทางและความสูงในชีวิตจริงได้	4	2
	รวม		12	6

5. สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ตามตารางวิเคราะห์รายละเอียดของเนื้อหา จำนวน 12 ข้อ นำไปใช้จริง จำนวน 6 ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอนของการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา	คะแนนเต็ม	2	คะแนน
ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา	คะแนนเต็ม	2	คะแนน
ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา	คะแนนเต็ม	2	คะแนน
ขั้นที่ 4 การสรุปคำตอบ	คะแนนเต็ม	1	คะแนน

ส่วนการให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะอยู่ในขั้นของการวางแผนแก้ปัญหาที่ให้เขียนความรู้ที่นำไปสู่การเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหาเป็นคะแนนเต็ม 3 คะแนน

6. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

6.1 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอันดับของผู้วิจัย

รายการประเมิน	ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. การทำความเข้าใจปัญหา	2	- เขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ครบถ้วน
	1	- เขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- เขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการไม่ถูกต้องหรือไม่มี การเขียน

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
2. การวางแผนแก้ปัญหา	2	- เลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	1	- เลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- เลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่มี การเลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหา
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	2	- ดำเนินการแก้ปัญหตามวิธีการที่วางไว้ได้สำเร็จครบถ้วน
	1	- ดำเนินการแก้ปัญหตามวิธีการที่วางไว้ได้สำเร็จบางส่วน
	0	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีทำ
4. การสรุปคำตอบ	1	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง
	0	- สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่สรุปคำตอบ

6.2 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
แบบอัตนัยของผู้วิจัย

ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
3	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
2	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
1	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหายังไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

7. นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ และเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

8. นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้โดยพิจารณาจากค่า IOC ค่าดัชนีที่ยอมรับได้ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อสอบที่ดีควรมีค่า IOC ของแต่ละข้อไม่น้อยกว่า 0.5 (เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2555, หน้า 159-160) โดยผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้ง 12 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6-1 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ ค-7)

9. นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่ผ่านการพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

9.1 ปรับภาษาให้กระชับและใช้คำถามให้มีความชัดเจน

9.2 ปรับโจทย์ปัญหาให้เหมาะสมกับความเป็นจริง หรือใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

10. นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5/3 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 36 คน ที่ผ่านการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

11. นำแบบวัดแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วนำผลคะแนนที่ได้มา วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด โดยพิจารณา ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

12. คัดเลือกแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ที่ครอบคลุมจุดประสงค์และ เนื้อหา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 6 ข้อ พบว่า มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.47-0.57 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40-0.81 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค ตารางที่ ค-8) แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์เอลฟาครอนบัก พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

13. นำแบบวัดแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการทดสอบหลังการทดลอง และหาคะแนนเฉลี่ย จากนั้นนำคะแนน มาทดสอบสมมติฐานเทียบคะแนนเฉลี่ยกับเกณฑ์ด้วยการทดสอบค่าสถิติ t -test จึงใช้แบบแผน การวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลองครั้งเดียว (One-group posttest-only design) (องอาจ นัยพัฒน์, 2551, หน้า 270) ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 แบบแผนการวิจัยแบบ One-group posttest-only design

กลุ่ม	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
<i>E</i>	<i>X</i>	<i>O</i>

เมื่อ *E* แทน กลุ่มทดลอง (Experimental group)
X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Treatment)
O แทน การทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทาง

คณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Posttest)

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

1. ชี้แจงเพื่อทำความเข้าใจให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เพื่อที่จะได้ปฏิบัติได้ถูกต้อง
2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ กับกลุ่มตัวอย่าง เป็นระยะเวลา 11 ชั่วโมง โดยสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนไว้
3. ทำการทดสอบหลังเรียน โดยนำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 2 ชั่วโมง หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
4. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบสมมุติฐาน โดยใช้วิธีทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t -test for one sample

1.2 เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t -test for one sample

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากผลการทำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยจำแนกตามขั้นตอนการแก้ปัญหา และเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

วิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากผลการทำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยตามเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ราตรี นันทสุนทร, 2553, หน้า 191)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ร้อยละ (Percentage) คำนวณได้จากสูตร (ราตรี นันทสุนทร, 2553, หน้า 186)

$$\text{ร้อยละ} = \frac{n}{N} \times 100$$

เมื่อ n แทน จำนวนที่ต้องการ
 N แทน จำนวนทั้งหมด

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 79)

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

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

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยคำนวณจากสูตร (ราตรี นันทสุคนธ์, 2553, หน้า 227)

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

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

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงคะแนนจากน้อยไปมากหรือมากไปน้อย แล้วแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 25% แล้วใช้สูตรคำนวณดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 162-163)

$$p = \frac{S_h + S_l - (n_t)(X_{\min})}{n_t(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ
 S_h แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_l	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
n_l	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน
X_{\min}	แทน คะแนนต่ำสุด
X_{\max}	แทน คะแนนสูงสุด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงคะแนนจากน้อยไปมากหรือมากไปน้อย แล้วแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 25% แล้วใช้สูตรคำนวณดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 166)

$$r = \frac{S_h - S_l}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	r	แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
	S_h	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_l	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	X_{\min}	แทน คะแนนสูงสุด
	X_{\max}	แทน คะแนนต่ำสุด

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยคำนวณจากสูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัก ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 166)

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

เมื่อ	α	แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	s_i^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อหนึ่ง ๆ
	s_t^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง

อัตราส่วนตรีโกณมิติ กับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติสำหรับวิเคราะห์แบบ t -test for one sample (ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม, 2555, หน้า 86)

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

เมื่อ	t	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t -distribution
	\bar{X}	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	μ	แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
	s	แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิจัยเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

t	แทน ค่าสถิติ t
\bar{X}	แทน คะแนนเฉลี่ย
μ	แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
df	แทน ชั้นแห่งความอิสระ
S	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติ t -test one sample เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	μ (70%)	\bar{X}	S	df	t
ทักษะการแก้ปัญหา	40	29.40	32.78	3.26	39	6.46**

**อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{\alpha=.01,df=39} = 2.4258$)

จากตารางที่ 4-1 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ เท่ากับ 32.78 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.05 จากการทดสอบสมมติฐาน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบ ดังนี้

การทำความเข้าใจปัญหา

ในส่วนนี้นักเรียนต้องระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งผลคะแนนของนักเรียนในขั้นการทำความเข้าใจปัญหาเป็นดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในชั้นการทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน		
		0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
การทำความเข้าใจปัญหา (คะแนนเต็ม 2 คะแนน)	1	0	2	38
	2	0	1	39
	3	0	2	38
	4	0	2	38
	5	0	2	38
	6	0	1	39
ร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนน		0	4.17	95.83

จากตารางที่ 4-2 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในชั้นการทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งประกอบด้วยสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 95.83 สามารถเขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ครบถ้วน และนักเรียนร้อยละ 4.17 สามารถเขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องบางส่วน ตัวอย่างผลงานนักเรียนในชั้นการทำความเข้าใจปัญหาตามระดับคะแนนดังนี้

สถานการณ์ปัญหา

นทกับนนยืนอยู่บนพื้นดินที่มีระยะห่างกัน 60 เมตร มีต้นมะขามต้นหนึ่งอยู่ระหว่างเขา ทั้งสองคน ถ้าจุดที่นทและนนยืนนั้นมองเห็นยอดต้นมะขามเป็นมุมเงย 60° และ 30° ตามลำดับ จงหาว่าต้นมะขามต้นนี้สูงเท่าใด

ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถเขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ครบถ้วน

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนด	หนกกับนนยืนอยู่บนพื้นดินที่มีระยะห่างกัน 60 เมตร มีต้นมะขามต้นหนึ่งอยู่ระหว่างเขาทั้งสองคน ถ้าจุดที่นทและนนยืนนั้นมองเห็นยอดต้นมะขามเป็นมุมเมย 60° และ 30° ตามลำดับ
สิ่งที่โจทย์ต้องการ	ต้นมะขามสูงเท่าใด

ภาพที่ 4-1 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถเขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ครบถ้วน

จากภาพที่ 4-1 พบว่านักเรียนสามารถเขียนได้ว่า หนกกับนนยืนอยู่บนพื้นดินที่มีระยะห่างกัน 60 เมตร มีต้นมะขามต้นหนึ่งอยู่ระหว่างเขาทั้งสองคน ถ้าจุดที่นทและนนยืนนั้นมองเห็นยอดต้นมะขามเป็นมุมเมย 60° และ 30° ตามลำดับ ซึ่งเป็นสิ่งที่โจทย์กำหนด และยังสามารถเขียนได้ว่า ต้นมะขามต้นนี้สูงเท่าใด ซึ่งเป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถเขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องบางส่วน

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนด	พื้นดินที่มีระยะห่างกัน 60 เมตร มุมเมย 60° 30°
สิ่งที่โจทย์ต้องการ	ต้นมะขามต้นนี้สูงเท่าใด

ภาพที่ 4-2 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถเขียนข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องบางส่วน

จากภาพที่ 4-2 พบว่า นักเรียนสามารถเขียนได้ว่า ต้นมะขามต้นนี้สูงเท่าใด ซึ่งเป็นสิ่งที่ โจทย์ต้องการ แต่นักเรียนยังเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ไม่ครบถ้วน

การวางแผนแก้ปัญหา

ในส่วนนี้นักเรียนต้องบอกวิธีการแก้ปัญหายังเป็นขั้นตอน เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ โดยอาศัยความรู้และสิ่งที่โจทย์กำหนดในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งผลคะแนนของนักเรียน ในขั้นการวางแผนแก้ปัญหาเป็นดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ในขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน		
		0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
การวางแผนแก้ปัญหา (คะแนนเต็ม 2 คะแนน)	1	0	6	34
	2	0	5	35
	3	0	5	35
	4	0	4	36
	5	0	3	37
	6	0	3	37
ร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนน		0	10.83	89.17

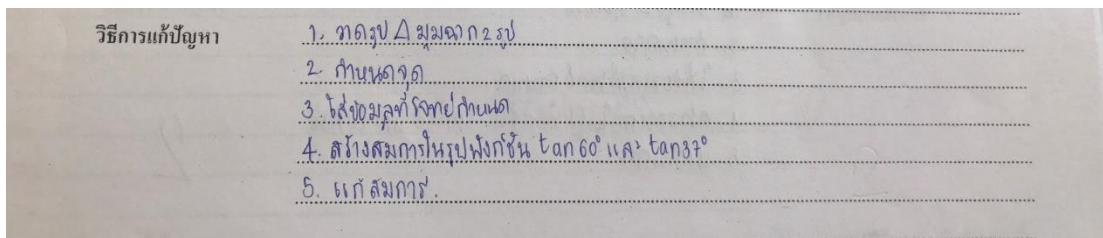
จากตารางที่ 4-3 ทักษะการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลัง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในขั้นการวางแผนแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 89.17 สามารถเลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขใน โจทย์ในการแก้ปัญหา ได้ถูกต้อง และนักเรียนร้อยละ 10.83 สามารถเลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขใน โจทย์ในการแก้ปัญหา ได้ถูกต้องบางส่วน ตัวอย่างผลงานนักเรียนในขั้นการวางแผนแก้ปัญหาดังตามระดับคะแนนดังนี้

สถานการณ์ปัญหา

พิมยืนอยู่บนดาดฟ้าตึกหนึ่งสูง 20 เมตร และเธอมองลงไปที่ฐานของตึกฝั่งตรงข้ามด้วย มุมก้ม 60° และมองยอดตึกหลังเดิมในแนวเดียวกันด้วยมุมเงย 37° จงหาความสูงของตึกฝั่งตรงข้าม

$$\left(\text{กำหนดให้ } \tan 37^\circ = \frac{3}{4} \right)$$

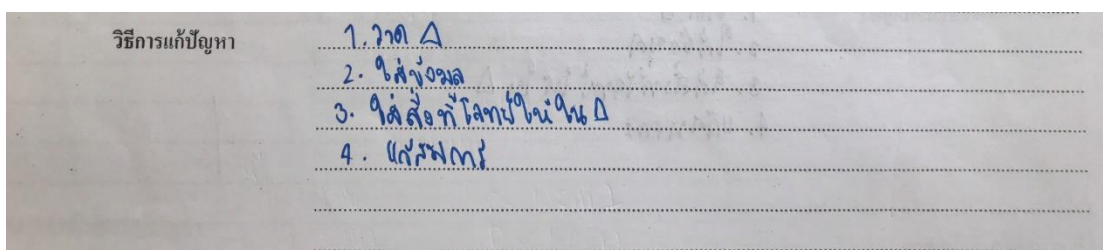
ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถเลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง



ภาพที่ 4-3 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถเลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

จากภาพที่ 4-3 พบว่านักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เป็นขั้นตอนชัดเจน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาแบบเป็นขั้นตอน

ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถเลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน



ภาพที่ 4-4 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถเลือกใช้วิธีการและเงื่อนไขในโจทย์ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน

จากภาพที่ 4-4 พบว่านักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน ถ้าดูจากภาพที่ 4-3 นักเรียนควรเพิ่มการกำหนดจุดตามมุมสามเหลี่ยมมุมเพื่อให้เกิดความชัดเจนในการนำไปแก้ปัญหา

การดำเนินการแก้ปัญหา

ในส่วนนี้นักเรียนต้องแสดงวิธีการแก้ปัญหตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ ในขั้นการวางแผนแก้ปัญหา และแก้ปัญหตามความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งผลคะแนนของนักเรียนในขั้นการทำความเข้าใจปัญหาเป็นดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน		
		0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน
การดำเนินการแก้ปัญหา (คะแนนเต็ม 2 คะแนน)	1	0	8	32
	2	0	6	34
	3	0	9	31
	4	0	7	33
	5	0	12	28
	6	0	9	31
ร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนน		0	21.25	78.75

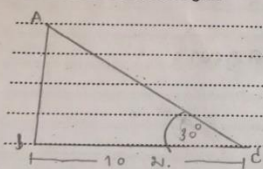
จากตารางที่ 4-4 ทักษะการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในขั้นดำเนินการแก้ปัญหาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 78.75 สามารถดำเนินการแก้ปัญหตามวิธีการที่วางไว้ได้สำเร็จครบถ้วน และนักเรียนร้อยละ 21.25 สามารถดำเนินการแก้ปัญหตามวิธีการที่วางไว้ได้สำเร็จบางส่วน ตัวอย่างผลงานนักเรียนในขั้นการดำเนินการปัญหาตามระดับคะแนนดังนี้

สถานการณ์ปัญหา

แหวนขึ้นรอแพรวอยู่หน้าบ้านของแพรวเพื่อจะไปโรงเรียนด้วยกัน ซึ่งแหวนขึ้นห่างจากบ้านของแพรว 10 เมตร เรอมองหลังคาบ้านของแพรวด้วยมุมเงย 30° จงหาความสูงของบ้านแพรว (ไม่กิตความสูงของแหวน)

ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหตามวิธีการที่วางไว้ได้สำเร็จครบถ้วน

ชั้นการดำเนินการแก้ปัญห



ให้ A แทนνώควงงงงงง
B แทนพ้งงงงงงงง
C แทนพ้งงงงงงง

$$\tan 30^\circ = \frac{AB}{10}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{AB}{10}$$

$$\frac{10}{\sqrt{3}} = AB$$

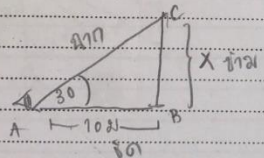
$$AB = \frac{10 \times \sqrt{3}}{\sqrt{3} \times \sqrt{3}} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ เมตร}$$

ภาพที่ 4-5 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหตามวิธีการที่วางไว้ได้สำเร็จครบถ้วน

จากภาพที่ 4-5 พบว่านักเรียนมีการกำหนดจุดต่าง ๆ ตามมุมของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ใส่สิ่งที่โจทย์กำหนดลงไปได้อย่างครบถ้วน และแทนค่าฟังก์ชัน $\tan 30^\circ$ และแก้สมการได้ถูกต้อง

ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหตามวิธีการที่วางไว้ได้สำเร็จบางส่วน

ชั้นการดำเนินการแก้ปัญห



$$\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{X}{10}$$

$$10 = \sqrt{3} X$$

$$\frac{10}{\sqrt{3}} = X$$

$$\frac{10\sqrt{3}}{3} = X$$

ภาพที่ 4-6 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหตามวิธีการที่วางไว้ได้สำเร็จบางส่วน

จากภาพที่ 4-6 พบว่านักเรียนใส่สิ่งที่โจทย์กำหนดลงไปได้อย่างครบถ้วน และแทนค่าฟังก์ชัน $\tan 30^\circ$ และแก้สมการได้ถูกต้อง แต่ไม่มีการกำหนดจุดต่าง ๆ ตามมุมของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ทั้งที่ในชั้นการวางแผนแก้ปัญหนักเรียนได้เขียนไว้

การสรุปคำตอบ

ในส่วนนี้นักเรียนสรุปคำตอบจากการแก้ปัญหาในขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและสิ่งที่โจทย์ต้องการในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งผลคะแนนของนักเรียนในขั้นการทำความเข้าใจปัญหาเป็นดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการสรุปคำตอบ

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน	
		0 คะแนน	1 คะแนน
การสรุปคำตอบ (คะแนนเต็ม 1 คะแนน)	1	10	30
	2	5	35
	3	4	36
	4	2	38
	5	13	27
	6	8	32
ร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนน		17.50	82.50

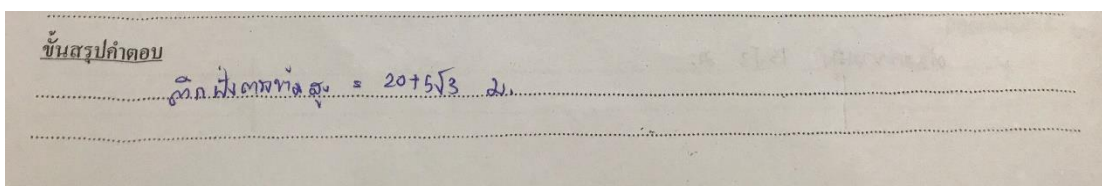
จากตารางที่ 4-5 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในขั้นการสรุปคำตอบ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 82.50 สรุปคำตอบได้ถูกต้อง และนักเรียนร้อยละ 17.50 สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่สรุปคำตอบ ตัวอย่างผลงานนักเรียนในขั้นการดำเนินการปัญหามาระดับคะแนนดังนี้

สถานการณ์ปัญหา

พิมยืนอยู่บนดาดฟ้าตึกหนึ่งสูง 20 เมตร และเขมองลงไปที่ฐานของตึกฝั่งตรงข้ามด้วยมุมก้ม 60° และมองยอดตึกหลังเดิมในแนวเดียวกันด้วยมุมเงย 37° จงหาความสูงของตึกฝั่งตรงข้าม

$$\text{(กำหนดให้ } \tan 37^\circ = \frac{3}{4}\text{)}$$

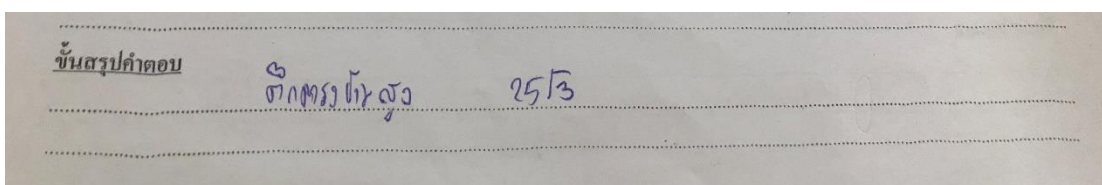
ตัวอย่างนักเรียนที่สรุปคำตอบได้ถูกต้อง



ภาพที่ 4-7 ตัวอย่างนักเรียนที่สรุปคำตอบได้ถูกต้อง

จากภาพที่ 4-7 พบว่านักเรียนสามารถสรุปคำตอบจากการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

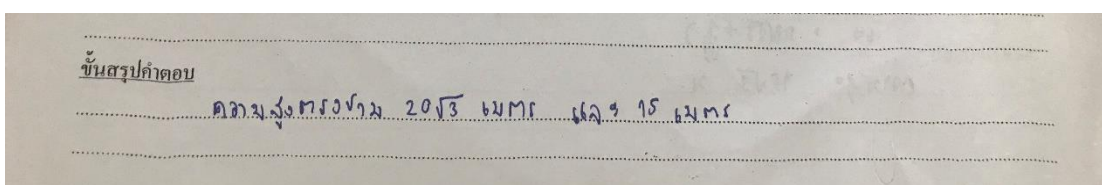
ตัวอย่างนักเรียนที่สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง เนื่องจากคำนวณผิด



ภาพที่ 4-8 ตัวอย่างนักเรียนที่สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง เนื่องจากคำนวณผิด

จากภาพที่ 4-8 พบว่านักเรียนคำนวณค่าในขั้นการดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
ทำให้นักเรียนไม่สามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้อง

ตัวอย่างนักเรียนที่สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง เนื่องจากยังไม่ใช้คำตอบสุดท้าย



ภาพที่ 4-9 ตัวอย่างนักเรียนที่สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง เนื่องจากยังไม่ใช้คำตอบสุดท้าย

จากภาพที่ 4-9 พบว่านักเรียนคำนวณค่าในขั้นการดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้อง แต่นักเรียนไม่สามารถนำคำตอบที่ถูกต้องมาสรุปตามสิ่งที่โจทย์ต้องการในขั้นการทำความเข้าใจปัญหาได้

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติ t -test one sample เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	μ (70%)	\bar{X}	S	df	t
ทักษะการเชื่อมโยง	40	12.60	14.38	2.44	39	4.61**

**อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{\alpha=.01,df=39} = 2.4258$)

จากตารางที่ 4-6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ เท่ากับ 14.38 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.89 จากการทดสอบสมมติฐาน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ผลการให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

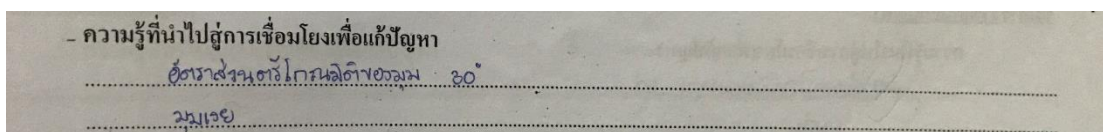
รายการ	ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน			
		0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน
ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	1	3	0	16	21
	2	1	0	13	26
	3	2	0	17	21
	4	0	0	15	25
	5	1	0	14	25
	6	2	0	15	23
ร้อยละของนักเรียนที่ได้คะแนน		3.75	0	37.50	58.75

จากตารางที่ 4-7 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 58.75 สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม นักเรียนร้อยละ 37.50 สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน และนักเรียนร้อยละ 3.75 ไม่มีการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ตัวอย่างผลงานนักเรียนในชั้นการทำงาน ความเข้าใจปัญหาตามระดับคะแนนดังนี้

สถานการณ์ปัญหา

แหวนยื่นรอแพรวอยู่หน้าบ้านของแพรวเพื่อจะไปโรงเรียนด้วยกัน ซึ่งแหวนยื่นห่างจากบ้านของแพรว 10 เมตร เหมองหลังคาบ้านของแพรวด้วยมุมองศา 30° จงหาความสูงของบ้านแพรว (ไม่คิดความสูงของแหวน)

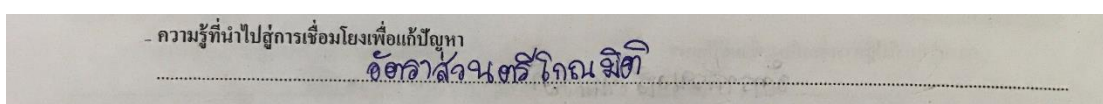
ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม



ภาพที่ 4-10 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม

จากภาพที่ 4-10 พบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ และความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม

ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องเหมาะสมบางส่วน



ภาพที่ 4-11 ตัวอย่างนักเรียนที่สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องเหมาะสมบางส่วน

จากภาพที่ 4-11 พบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ และความรู้ทางคณิตศาสตร์ แต่ยังไม่ชัดเจนและครบถ้วน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดสอบหลังการทดลอง โดยศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2560 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 132 คน โดยกลุ่ม ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) และเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ (สาระการเรียนรู้พื้นฐาน)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 5 แผน โดยมีค่าความ เหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด 2) แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ชุด เป็นข้อสอบ แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.47-0.57 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40-0.81 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.85 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และการทดสอบที (t -test for one sample)

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

2. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง และใช้คำถามหรือปัญหาเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ดังที่วอลตัน และแมททิวส์ (Walton & Matthews, 1998, pp. 456-459) ได้กล่าวไว้ว่าการให้ปัญหาตั้งแต่ต้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และถ้านักเรียนแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนจำเนื้อหาความรู้นั้นได้ง่ายและนานขึ้น เพราะได้รับประสบการณ์ตรงในการแก้ปัญหาด้วยความรู้อย่างกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีทักษะทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น เช่น ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจ การสร้างตัวแบบ ทักษะการให้เหตุผล (Boaler, 1998, pp. 41-62) ซึ่งสอดคล้องกับอีเดนส์ (Edens, 2000) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นรูปแบบการสอนเพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะคิดเป็นและแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และปัญหามีความซับซ้อนซึ่งเป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหา และเกิดทักษะการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับ ทิสนาแจมมณี (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำนักเรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการ

แก้ปัญหาต่าง ๆ และยังคงคล้องกับงานวิจัยของพรรณพร นามโนรินทร์ (2554) ที่ได้ทำการวิจัย การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่านักเรียน ที่ได้เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัย สังเคราะห์ขึ้นประกอบด้วย 1) กำหนดปัญหา 2) ทำความเข้าใจปัญหา 3) กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา 4) ลงมือปฏิบัติ 5) สรุปคำตอบ และ 6) ประเมินผลการเรียนรู้ พบว่าในขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่กระตุ้นความ สนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนอยากที่จะแก้สถานการณ์ปัญหา จากนั้นในขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจ ปัญหา เป็นขั้นที่ครูต้องการให้นักเรียนให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจปัญหา โดยนักเรียน จะได้ใช้เวลามากขึ้นในการอ่านและวิเคราะห์ปัญหา ครูให้นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อเปิดโอกาส ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของอดัม และแฮมม (Adams & Hamm., 1990, p. 33) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มจะส่งผลให้ นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหามากกว่าการที่นักเรียนแก้ปัญหาเพียงลำพัง ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ที่ได้ศึกษามา วางแผนแก้ปัญหา ครูให้นักเรียนได้วางแผนแก้ปัญหาแบบเป็นขั้นตอนก่อนลงมือแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหตามแนวทางในการแก้ปัญหที่นักเรียนได้ ร่วมกันวางแผนไว้ ซึ่งจะนำไปสู่ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้มองย้อนกลับไปไปในขั้น ของกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อตรวจสอบว่าได้ดำเนินการแก้ปัญหถูกต้องครบถ้วนหรือยัง ก่อนสรุปคำตอบตามสิ่งที่โจทย์ต้องการ และในขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนรู้ นักเรียนได้ฝึกฝน กระบวนการแก้ปัญหาจนเกิดความชำนาญ

อย่างไรก็ตามในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2) ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รวมถึง กระบวนการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นการวางแผน แก้ปัญหา 3) ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นสรุปคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่ยังคุ้นเคยสอน ปกติ โดยมีครูเป็นผู้อธิบายบนกระดานและนักเรียนจดตาม ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานนั้นจะต่างออกไป เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ ด้วยตัวเองผ่านกระบวนการกลุ่ม โดยผู้วิจัยเริ่มจากการให้สถานการณ์ปัญหาที่ดึงดูดความสนใจของ นักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ช่วยเพื่อนภายในกลุ่มวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเป็นอย่างดี และจะมี นักเรียนบางคนที่จะคอยตอบคำถามแทนเพื่อนภายในกลุ่ม เมื่อพิจารณาถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหา

ในขั้นที่ 1 ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนลองเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการด้วยตัวเอง พบว่านักเรียนยังไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ ถูกต้องทั้งหมด นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจว่าควรเขียนออกมาในลักษณะอย่างไรถึงจะถูกต้องครบถ้วน เนื่องจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือชิ้นงานที่ทำโดยยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ ในทันทีในการหาคำตอบ นักเรียนจะต้องใช้ประโยชน์จากความรู้ที่มีอยู่เหล่านั้นเพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อที่จะพัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายในการหาคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการของการกระทำให้ได้มาของคำตอบ นักเรียนจะต้องหาโอกาสฝึกฝนอยู่เป็นประจำ รวมทั้งได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนแนวคิดในการแก้ปัญหานั้นออกมาด้วย (NTCM, 2000) ขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนเขียนได้ไม่ถูกต้องมากที่สุด เนื่องจากนักเรียนไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นวางแผนแก้ปัญหาแบบเป็นขั้นตอนอย่างไร และมีนักเรียนบางคนเขียนขั้นการวางแผนแก้ปัญหาได้ไม่สัมพันธ์กับขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา

ช่วงที่สองของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-4) ผู้วิจัยพบว่า พัฒนาการในการแก้ปัญหาของนักเรียนมีการพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไป เริ่มจากขั้นที่ 1 ขั้นการทำ ความเข้าใจปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ ถูกต้องครบถ้วนมากยิ่งขึ้น ขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างเป็น ขั้นตอนได้ดีขึ้น มองได้ว่าจะวางแผนอย่างไรจึงจะได้คำตอบ โดยผู้วิจัยให้ความช่วยเหลือน้อยลง ผู้วิจัยเห็นพัฒนาการได้จากการที่นักเรียนเริ่มซักถามเพื่อนภายในกลุ่ม โดยแสดงแนวคิดตาม ความเข้าใจของตัวเองก่อนที่จะขอคำแนะนำจากผู้วิจัย

ช่วงสุดท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5) ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยในขั้นที่ 1 ขั้นการทำความเข้าใจ ปัญหา นักเรียนเกือบทุกคนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้อง และขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเกือบทุกคน นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน โดยผู้วิจัยเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกและ สังเกต

จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้ทักษะการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของเบลแลนด์ แกเซลสกี และอีทเมอร์ (Belland, Glazewski & Ertmer, 2009) พบว่า นักเรียนมีความเชื่อมั่นว่าคำตอบที่ผ่านกระบวนการกลุ่มของพวกเขามี

ความถูกต้อง และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เพิ่มแรงจูงใจในการแก้ปัญหาของพวกเขา สอดคล้องกับผลการวิจัยของวาสนา กิมเทิง (2553) พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของพิจิตร อุดตะโปน (2550) พบว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

2. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง เน้นประสบการณ์ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้า และแก้ปัญหา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นทั้งยุทธวิธีที่ใช้ในการเรียนการสอนและใช้เป็นแนวทางในการจัดหลักสูตร ซึ่งมีลักษณะดึงดูดให้นักเรียนเข้าไปแก้ปัญหา ครูเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ สนับสนุนให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและบูรณาการสิ่งต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน (Torp & Sage, 1998) ซึ่งสอดคล้องกับเวทฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2555) กล่าวว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงโดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือเป็นบริบทให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ได้คิดวิเคราะห์ และแสวงหาองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง รวมทั้งบูรณาการความรู้ใหม่ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีการเชื่อมโยงความรู้ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ ดังที่ดอสเซย์ และคณะ (Dossey & other, 2002) ได้กล่าวไว้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สามารถสร้างขึ้นได้ในขณะเรียนรู้ โดยสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้อีกส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยที่นักเรียนที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงได้อย่างหลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่า การเชื่อมโยงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นประกอบด้วย 1) กำหนดปัญหา 2) ทำความเข้าใจปัญหา 3) กำหนดแนวทางใน

การแก้ปัญหา 4) ลงมือปฏิบัติ 5) สรุปคำตอบ และ 6) ประเมินผลการเรียนรู้ พบว่าขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ครูจะกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและคิดเชื่อมโยงสถานการณ์กับชีวิตจริงและความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของเคนเนดี และทิปส์ (Kennedy & Tipps, 1994) กล่าวว่า การเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์นั้นนักเรียนจำเป็นต้องทำการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ป็นรูปธรรม รูปภาพ แผนผัง สัญลักษณ์ และภาษา รูปแบบการแสดงมโนทัศน์และความเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ให้รวมกันเป็นหลักการทางคณิตศาสตร์ พวกเขาจำเป็นต้องทำการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์และโลกแห่งความเป็นจริง ส่วนในขั้นที่ 3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทั้งความรู้ที่เคยได้ศึกษาและความรู้ใหม่ที่ต้องศึกษาเพิ่มเติมนำมาวางแผนแก้ปัญหา ก่อนลงมือแก้ปัญหา

อย่างไรก็ตามในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2) ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนบางคนสามารถบอกความรู้ที่นำมาช่วยในการแก้ปัญหาได้ แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถระบุได้อย่างถูกต้อง และบางคนไม่สามารถระบุได้ว่าต้องนำความรู้อะไรมาช่วยในการแก้ปัญหาบ้าง ผู้วิจัยต้องคอยให้คำแนะนำ เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้ที่ถูกต้องครบถ้วนมาช่วยในการแก้ปัญหา

ช่วงที่สองของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-4) ผู้วิจัยพบว่า พัฒนาการในการเชื่อมโยงของนักเรียนมีการพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยนักเรียนส่วนใหญ่เริ่มเขียนความรู้ที่นำมาช่วยในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ในบางข้อนักเรียนบางคนยังเชื่อมโยงความรู้ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเนื้อหาเริ่มมีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งมีนักเรียนที่มีสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่เขียนความรู้ที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ครบถ้วน

ช่วงสุดท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5) ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่นำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมากขึ้นและนักเรียนมีความรู้ครบถ้วนเพียงพอที่จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เหล่านั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของอัมพร ม้าคอง (2547) กล่าวว่าการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงอาจเริ่มต้นง่าย ๆ จากการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกัน จึงทำให้นักเรียนเกือบทุกคนเชื่อมโยงความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมกับสถานการณ์ ไม่ต้องให้ผู้วิจัยแนะนำหรือชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหา

จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของวาสนา กิมเทิง (2553) พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของนันธิยา ไชยสะอาด (2557) พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และจะต้องเรียนรู้ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด โดยครูคอยให้คำแนะนำและไม่ให้นักเรียนรีบร้อนที่จะสรุปบทเรียน ซึ่งจะทำให้กิจกรรมมีความน่าสนใจและนักเรียนแสดงศักยภาพของตัวเองออกมาได้อย่างเต็มที่
2. การที่นักเรียนจะแก้ปัญหาได้นั้น นักเรียนต้องมีพื้นฐานความรู้ที่เพียงพอ มีเวลาในการคิด เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถในการสร้างความเข้าใจอย่างเต็มที่
3. เมื่อนักเรียนเรียนจบเนื้อหาหนึ่ง ในเนื้อหาต่อไปควรให้นักเรียนเปลี่ยนกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนได้สร้างความสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนความคิด ความคุ้นเคยกับเพื่อนคนอื่น ๆ ในห้อง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในห้องมากขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ ได้แก่ ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย ทักษะการให้เหตุผล และทักษะความคิดสร้างสรรค์

2. ควรมีนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ในเนื้อหาในระดับอื่น ๆ
3. ควรมีการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อให้เห็นชัดเจนว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานพัฒนาความสามารถของนักเรียน
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต้องให้ความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2539). *การประเมินจากสภาพจริง*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- ฉวีวรรณ เสวตมาลย์. (2542). "การแก้ปัญหา" เอกสารประกอบการอบรมกิจกรรมคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สาขาวิชามัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์), คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม. (2555). เอกสารประกอบการสอน: สถิติเพื่อการวิจัยทางการศึกษา (*Statistics for educational research*). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม และคณะ. (2547). ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*, 50-51
- ทิสนา เขมมณี. (2542). การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง: โมเดลชิปปา (CIPPA MODEL). *วารสารวิชาการ*, 3-20.
- ทิสนา เขมมณี. (2558). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนาวุฒิ สุคนธ์ทรัพย์. (2560, 22 กุมภาพันธ์). อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิต "พิบูลบำเพ็ญ" มหาวิทยาลัยบูรพา. สัมภาษณ์.
- นันทิยา ไชยสะอาด. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรีชา เนาว่าเอ็นผล. (2537). หน่วยที่ 12 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมรักษา.

- พรรณพร นามโนรินทร์. (2554). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PROBLEM-BASED LEARNING) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิจิตร อุตตะโปน. (2550). ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มัญจรา ธรรมบุศย์. (2545). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL. วารสารวิชาการ, 5(2), 11-18.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2539). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราตรี นันทสุคนธ์. (2553). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: บริษัท จุดทอง จำกัด.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วราภรณ์ มีหนัก. (2545). การตั้งคำถาม “ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนการสอน. วารสารคณิตศาสตร์, 46(524-526), 58-59.
- วาสนา กิมเทิง. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2555). ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอน และการวิจัย. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษา. (2559). ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2558. เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: หจก.ส. เจริญการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: 3 คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ Research methods in behavioral and social sciences*. ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2552 ก). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2552 ข). *เอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผล การเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). *ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม*. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมนวัตกรรมการเรียนรู้ของครูและบุคลากรทางการศึกษา สำนักมาตรฐานและพัฒนาการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *รายงานความก้าวหน้าการจัดการเรียนรู้ ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปี 2551-2552*. กรุงเทพฯ: เพลิน สตูดิโอ.

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สุจิตรา เขียวศรี. (2555). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอนบนเว็บวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุชาดา ปัทมวิภาค. (2557). การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015. *นิตยสาร สสวท.*, 42(188), 35-39.
- สุรสาธ ภาสุข. (2546). การศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. *ปริญญาานิพนธ์การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- องอาจ นัยพัฒน์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สามลดา.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*, 101-102.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เอมอร จรัสพันธ์. (2550). การสร้างชุดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- Adams, D. M., & Hamm, M. E. (1990). *Cooperative learning: Critical thinking and collaboration across the curriculum*. Illinois: Charles C. Thomas.
- Belland, B. R., Glazewski, K. D., & Ertmer, P. A. (2009). Inclusion and problem-based learning: roles of students in a mixed-ability group. *Research in middle level education online*, 32(9). Retrieved from http://www.nmsa.org/portals/0/pdf/publications/RMLE/rmle_vol32_no9.pdf
- Beringer, J. (2007). Application of problem based learning through research investigation. *Journal of Geography in Higher Education*, 31(3), 445-457.
- Bitter, G. G. (1990). *Mathematic method for the middle school: A comprehensive approach*. Boston: Allyn and Bacon.
- Boaler, J. (1998). Open and closed mathematics: Student experiences and understanding. *Journal for research in mathematics education*, 29, 41-62.

- Charles, R., & Lester, F. K. (1982) *Teaching problem solving what, why & how*. Dale seymour publications.
- Delisle, R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom*. Alexandria, Virginia: Association for supervision and curriculum development.
- Dossey, J. A., & others. (2002). Pacific grove: Books/Cole. *Mathematics methods and modeling for today's mathematics classroom: A contemporary approach to teaching Grades, 7-12*.
- Edens, K. M. (2000). *Preparing problem solvers for the 21st Century through problem-based learning*. Retrieved from <http://www.highbeam.com/doc/1G1-62924843.html>
- Gooddrich. (1997). Understanding rubrics. *Education leadership (Teaching for authentic student performance)*, 54(4), 14-17.
- Illinois Mathematics and Science and Academy. (2001). *Introduction to problem based learning*. Retrieved from <http://pbln.imsa.edu/model/intro/index.html>
- Kennedy, L. M., & Tipps, S. (1994). *Guiding children's learning of mathematics*. California: Wadsworth publishing company.
- King, M. S. (2005). Implementing problem solving in the intermediate mathematics classroom. *Proquest dissertation and theses 2005*. M.Ed. Dissertation (Mathematics Education). Canada: Memorial University of Newfoundland (Canada). Retrieved from <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1163216061&Fmt=2&clientId=61839&RQT=309&VName=PQ>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, Virginia: NCTM, Inc.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Va: NCTM.
- O'Connor, S. (2003). Connecting algebra & Chemistry. *The science teacher*, 70(1), 38-40.
- Polya, G. (1957). *How to solve it a new aspect of mathematical method*. Garden city, New York: Doubleday and Company.

- Polya, G. (1985). *How to solve it* (2nd ed.). Princeton: University press.
- Smith, P. L., & Ragan, T. J. (2005). *Instructional design* (3rd ed.). USA: John Wiley & Sons.
- Stepien, W., & Gallagher, S. (1993). Problem-based learning: As authentic as it gets. *Educational leadership*, 7(50), 25-28.
- Thomas, C. D., & Santiago, C. (2002). *Building mathematically powerful students through connections*. National council of teachers of mathematics teaching in the middle school.
- Torp, L., & Sage, S. (1998). *Problem as possibilities: Problem-based learning for K-12*. Alexandria, Virginia: Association for supervision and curriculum development.
- Vacher, H. L., & Mylroie, J. E. (2001). Connecting with geology: Where's the end of cave?. *Mathematics teacher*, 94(8), 640-641.
- Walton, H. J., & Matthews, M. B. (1998). Essentials of problem-based learning. *Medical education*, 23, 456-459.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ
เพื่อทำการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของ
เครื่องมือการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.คงรัฐ นวลแบ่ง
 อาจารย์ประจำสาขาการสอนคณิตศาสตร์
 ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.วสิน วิพิศมากุล
 อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์
 ภาควิชาคณิตศาสตร์
 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ดร.พาวา พงษ์พันธุ์
 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
4. นายชนาวุฒิ สุคนธ์ทรัพย์
 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา
5. นายมงคล มีสมภพ
 ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชี่ยวชาญ
 ข้าราชการบำนาญ



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
 ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว.๙๔๕๕ วันที่ ๒๕ เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๐
 เรื่อง ขออนุมัติโครงการในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน ดร.คงรัฐ นวลแปง

ด้วยนางสาวอสิริยาภรณ์ เศรษฐพรนิต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.คมสัน ตรีพิบูลย์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุมัติโครงการจากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
 รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
 ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว.๙๔๕ วันที่ ๒๕ เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๐
 เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย
 เรียน ดร.วศิน วิพิศมากุล

ด้วยนางสาวอิสริยาภรณ์ เศรษฐพรนิต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
 มหามบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์
 เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะ
 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ
 ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้
 คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความ
 อนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความ
 อนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
 รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
 ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว.๙๔๕ วันที่ ๒๕ เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๐
 เรื่อง ขออนุมัติโครงการในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย
 เรียน ดร.พาวา พงษ์พันธุ์

ด้วยนางสาวอิสริยาภรณ์ เศรษฐพรนิต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
 มหามบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์
 เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะ
 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ
 ดร.คมสัน ตรีพิบูลย์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้
 คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความ
 อนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ
 ความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)
 รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
 ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว.๙๕๕ วันที่ ๒๕ เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๐
 เรื่อง ขออนุมัติโครงการในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย
 เรียน อาจารย์ธนาวุฒิ สุนทรทรัพย์

ด้วยนางสาวอิสริยาภรณ์ เศรษฐพรนิต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
 มหามบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์
 เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะ
 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ
 ดร.คมสัน ตรีพิบูลย์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้
 คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความ
 อนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ
 ความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ สิริสวัสดิ์)
 รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ ศธ ๒๒๑๘/๗๗๒

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๕ เมษายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นายมงคล มีสมภพ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงยอวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวอิสริยาภรณ์ เศวทรพนิต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหและทักษะ
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ
ดร.คมสัน ศรีไพบุลย์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้
คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความ
อนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘-๐๑๐๙-๙๔๓๖



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
 ที่ ศธ ๖๒๑๘/๑๖๒๐ วันที่ ๓๑ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

ด้วยนางสาวอิสริยาภรณ์ เศรษฐพรนิต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
 มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
 “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะ
 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” ในความควบคุมดูแลของ
 ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนาจความสะดวกในการเก็บ
 รวบรวมข้อมูลจากนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕/๓ จำนวน ๓๖ คน โรงเรียนสาธิต
 “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา” โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง
 ระหว่างวันที่ ๑ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๙ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้
 ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่ง
 ว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
 รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙
 ที่ ศธ ๖๒๑๘/๑๖๒๑ วันที่ ๓๑ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐
 เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
 เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

ด้วยนางสาวอิสริยาภรณ์ เสวตรพนิต นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
 มหาลัยบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
 “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะ
 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” ในความควบคุมดูแลของ
 ดร.คมสัน ตรีพิบูลย์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวม
 ข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕/๒ จำนวน ๔๐ คน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวม
 ข้อมูลด้วยตนเองระหว่างวันที่ ๑๒ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๗ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ อนึ่ง
 โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่าง
 ยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
 รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 รหัส ค 32101	กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	รายวิชา พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1/2560 จำนวนชั่วโมง 2 ชั่วโมง
เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับระยะทาง		

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค. 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ค. 2.2 ม.4-6/1 แก้ไขปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ค. 6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค. 6.1 ม.4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถหาระยะทางจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติได้

ด้านทักษะและกระบวนการ

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับระยะทาง โดยใช้ความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติได้

2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับระยะทางในชีวิตจริงได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนใฝ่เรียนรู้
2. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

สาระสำคัญ

การหาระยะทางไม่สามารถหาได้โดยตรง จึงต้องใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติมาช่วยในการหาคำตอบ

สาระการเรียนรู้

การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับระยะทาง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

1. ครูถามนักเรียนว่า ครูยืนอยู่บนยอดตึกสูง 20 เมตร แล้วมองลงไปที่โคนเสาธงหน้าตึกด้วยมุมก้ม 30° ครูจะสามารถหาระยะทางระหว่างตึกกับเสาธงได้หรือไม่ อย่างไร
2. ครูนำเสนอปัญหาในใบกิจกรรมที่ 3 ที่มีความสัมพันธ์กับคำถามในข้อที่ 1 กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา ดังนี้

สถานการณ์ “เที่ยวภูเก็ต”

ชวนไปเที่ยวภูเก็ตกับครอบครัวและไปแหลมพรหมเทพเพื่อชมวิว จากจุดชมวิวที่ชุนยืนอยู่นั้นสูงจากระดับน้ำทะเล 16 เมตร เขามองเห็นเรือลำหนึ่งจอดอยู่ เขามองเรือลำนั้นด้วยมุมก้ม 30° เขาจึงอยากรู้ว่าเรือลำนั้นอยู่ห่างจากจุดที่เขาขึ้นชมวิวอยู่เป็นระยะทางเท่าใด

สถานการณ์ “ตะลอนญี่ปุ่น”

กรไปพักผ่อนช่วงปิดเทอมฤดูร้อนกับพี่สาวที่ประเทศญี่ปุ่น เขาพักอยู่บนโรงแรมชั้น 8 แต่ละชั้นของโรงแรมห่างกัน 1.5 เมตร เมื่อถึงห้องพักเขาไปยืนชมบรรยากาศเมืองภายนอกตรงระเบียงห้องพัก กรมองเห็นร้านไอศกรีมที่มีคนต่อแถวเป็นจำนวนมากเป็นมุมก้ม 30° จงหาว่าจากจุดที่เขาขึ้นอยู่ห่างจากร้านไอศกรีมเท่าใด

สถานการณ์ “ทัศนศึกษา”

แคนดี้ไปทัศนศึกษาโครงการชั่งหัวมัน ตามพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรีกับโรงเรียน เธอและเพื่อน ๆ ไปเดินเล่นแถว ๆ กังหันลมในโครงการ แคนดี้มองกังหันลมต้นหนึ่งสูง 5 เมตร และมองเห็นยอดกังหันลมเป็นมุมเฉย 60° จงหาระยะห่างระหว่างแคนดี้กับยอดกังหันลม

3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 5-6 คน แบบคละความสามารถ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา

4. เมื่อครูนำเสนอปัญหาพร้อมทั้งแจกใบกิจกรรมที่ 3 สถานการณ์ “เที่ยวภูเก็ต” สถานการณ์ “ตะลอนญี่ปุ่น” และสถานการณ์ “ทัศนศึกษา” แล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดความรู้เดิมจากปัญหา สิ่งที่ยังไม่รู้หรือความรู้เพิ่มเติมที่สถานการณ์ปัญหา และให้นักเรียนมีอิสระในการร่วมกันเสนอแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 3 ครูอาจใช้คำถามแนะแนวทางระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากสถานการณ์ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับเรื่องอะไร สามารถใช้ความรู้เดิมที่เคยเรียนมาได้หรือไม่ อย่างไร
- ความรู้เพิ่มเติมที่นักเรียนต้องศึกษาค้นคว้าคืออะไร
- จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นั้น นักเรียนควรแปลง โจทย์ให้อยู่ในรูปของอะไร เพื่อง่ายต่อการแก้ปัญหา

- สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้คืออะไร และสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร

- สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ นั้น นักเรียนควรทำอย่างไร เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บ้าง

5. ครูคอยตรวจสอบความถูกต้องในการทำความเข้าใจที่สถานการณ์ปัญหา ถ้ากลุ่มใดยังระบุมเกี่ยวกับปัญหาไม่ชัดเจน ครูจะใช้คำถามกระตุ้นและให้ความช่วยเหลือ

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันอภิปรายแสดงความคิดเห็น เพื่อสรุปเป็นข้อมูลของกลุ่ม หากมีประเด็นใดที่นักเรียนบางคนในกลุ่มไม่เข้าใจ ครูจะให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยเหลือให้มีความเข้าใจตรงกัน

7. ครูชี้แจงเพิ่มเติมว่า การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหานั้น นักเรียนต้องอาศัยเหตุผลและพื้นฐานความรู้เดิม เพื่อให้ได้ความรู้ที่ต้องการ

8. นักเรียนจะต้องแบ่งประเด็นที่จะศึกษาดังนี้

- ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ หรือความรู้เดิมที่เคยรู้มาแล้ว ครูอาจใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้นักเรียนรู้อะไรแล้วบ้าง ความรู้เกี่ยวกับสถานการณ์นี้คืออะไร เคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนี้หรือไม่

- ข้อมูลที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม เป็นข้อมูลที่ต้องนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนยังไม่รู้ ครูอาจใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้นักเรียนยังไม่ทราบอะไรบ้าง และต้องศึกษาอะไรเพิ่มเติม

ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

9. หลังจากที่แต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลจากปัญหาเรียบร้อยแล้ว ครูจะให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้งก่อนลงมือค้นคว้า โดยครูจะคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

10. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าข้อมูลตามประเด็นที่วางไว้ โดยสมาชิกแต่ละกลุ่มจะมีหน้าแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมที่สถานการณ์ปัญหา ซึ่งสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น เอกสารแนะนำแนวทาง แต่เนื่องจากเรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับระยะทาง ไม่จำเป็นต้องศึกษาความรู้เพิ่มเติมหรือใช้เอกสารแนะนำแนวทาง ครูจะใช้เพียงคำถามกระตุ้นเพื่อเป็นการทบทวนความรู้เท่านั้น

11. ในการวางแผนการแก้ปัญหา นั้น ครูให้นักเรียนนำความรู้มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการบอกวิธีการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่ละขั้นตอนที่ชัดเจนที่สถานการณ์ปัญหา ลงใบกิจกรรมที่ 4 ก่อนลงมือแก้ปัญหา

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ

12. ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแนวทางไว้ที่สถานการณ์ปัญหา

13. ครูจะคอยสังเกตพฤติกรรมนักเรียนแต่ละกลุ่มว่าแก้ปัญหาได้ถูกต้องและตรงตามแนวทางที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยครูอาจจะมีการแนะนำและคอยช่วยเหลือ

ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ

14. เมื่อนักเรียนลงมือแก้ปัญหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งส่งตัวแทนกลุ่มมาสรุปคำตอบของแต่ละสถานการณ์ ปัญหาของกลุ่มตนเองว่าไปแนวทางเดียวกับกลุ่มอื่นหรือไม่ อาจมีการแลกเปลี่ยนปัญหาที่แต่ละกลุ่มพบ และร่วมกันสรุปคำตอบที่ถูกต้องอีกครั้ง

15. ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปประเด็นทั้งหมดอีกครั้งของทั้ง 3 สถานการณ์ปัญหา โดยครูจะคอยช่วยแนะนำให้นักเรียนสรุปคำตอบไปในทิศทางเดียวกัน

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนรู้

16. ครูแจกใบงานที่ 3 ให้นักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียน โดยครูได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาในชีวิตของนักเรียนได้ ดังนี้

สถานการณ์ “ชมนกชมไม้”

เพชรออกมาเดินเล่นสนามหญ้าหน้าบ้าน เธอสังเกตเห็นนกตัวหนึ่งเกาะอยู่บนต้นไม้ เพชรมองนกตัวนั้นด้วยมุมเงย 30° และเพชรอยู่ห่างจากต้นไม้ 15 ฟุต จงหาระยะห่างระหว่างเพชรกับนกที่เกาะอยู่บนต้นไม้

การวัดและประเมินผล (ด้านความรู้, ด้านกระบวนการ, ด้านคุณลักษณะ)

รายการ	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัด
ด้านความรู้ (Knowledge) 1. นักเรียนสามารถหาความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	การตรวจ ใบกิจกรรมที่ 3 ใบงานที่ 3	ใบกิจกรรมที่ 3 ใบงานที่ 3	นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3 และใบงานที่ 3 ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านกระบวนการ (Process) 1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากในชีวิตจริงได้	การตรวจ ใบกิจกรรมที่ 3 ใบงานที่ 3	ใบกิจกรรมที่ 3 ใบงานที่ 3	นักเรียนผลการประเมินทักษะแก้ปัญหาและเชื่อมโยงในใบกิจกรรมที่ 3 และใบงานที่ 3 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ (Attribute) 1. นักเรียนใฝ่เรียนรู้ 2. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	การสังเกต พฤติกรรม	แบบสังเกต คุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีถึงดีมาก

สื่อ/ อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 3
2. ใบงานที่ 3

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้

.....นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้ปัญหาพร้อมทั้งอธิบายสิ่งที่โจทย์ที่กำหนดและสิ่งที่
.....โจทย์ถามได้ดีขึ้น เข้าใจหลักการของอัตราส่วนตรีโกณมิติ สามารถนำความรู้มาเชื่อมโยงเพื่อ
.....ช่วยในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น และนำมาประยุกต์กับการหาระยะทางได้ ซึ่งมีนักเรียนที่ตอบผิด
.....ในบางข้อ แต่โดยรวมนักเรียนตอบได้ค่อนข้างถูกต้องเกือบทั้งหมดทุกข้อ

2. ปัญหา/ อุปสรรค

.....นักเรียนบางคนไม่พยายามที่จะคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ใน
.....ใบกิจกรรม จะรอเวลาเพื่อนในกลุ่มทำเสร็จแล้วหรือรอคำตอบจากเพื่อนภายในกลุ่ม

3. ข้อเสนอแนะ/ แนวทางแก้ไข

.....ครูควรกระตุ้นและสร้างบรรยากาศในการคิด วิเคราะห์ให้นักเรียนสนใจที่จะแก้ปัญหา
.....ด้วยตนเอง โดยครูอาจใช้คำถามนำนักเรียนให้แสดงความคิดเห็นตามความเข้าใจของตนเองออกมา
.....และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย

ลงชื่อ..... ผู้ชี้แผนการจัดการเรียนรู้

(นางสาวอิสริยาภรณ์ เสวตรพนิต)

แบบสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	รายการที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1. ใฝ่เรียนรู้	ให้ความร่วมมือและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	✓			
2. มุ่งมั่นในการทำงาน	มีความตั้งใจในการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างซื่อสัตย์		✓		
	มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อทำงานให้สำเร็จ	✓			
รวมคะแนน		11			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวอิสริยาภรณ์ เสวตรพนิต)

เกณฑ์การให้คะแนน

ผู้ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	4	คะแนน
ผู้ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	3	คะแนน
ผู้ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	2	คะแนน
ผู้ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10-12	ดีมาก
7-9	ดี
4-6	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

ใบกิจกรรมที่ 3

สถานการณ์ “เที่ยวภูเก็ต”

ชวนไปเที่ยวภูเก็ตกับครอบครัวและไปแหลมพรหมเทพเพื่อชมวิว จากจุดชมวิวที่ชวนยืนอยู่นั้น สูงจากระดับน้ำทะเล 16 เมตร เขามองเห็นเรือลำหนึ่งจอดอยู่ เขามองเรือลำนั้นด้วยมุมก้ม 30° เขาจึงอยากรู้ว่าเรือลำนั้นอยู่ห่างจากจุดที่เขาขึ้นชมวิวยู่เป็นระยะทางเท่าใด

ความรู้เดิมคือ อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° และมุมก้ม.....

ความรู้เพิ่มเติมคือ -

สถานการณ์ “ตะลอนญี่ปุ่น”

กรไปพักผ่อนช่วงปิดเทอมฤดูร้อนกับพี่สาวที่ประเทศญี่ปุ่น เขาพักอยู่บน โรงแรมชั้น 8 แต่ละชั้นของโรงแรมห่างกัน 1.5 เมตร เมื่อถึงห้องพักเขาไปขึ้นชมบรรยากาศเมืองภายนอกตรงระเบียงห้องพัก กรมองเห็นร้านไอศกรีมที่มีคนต่อแถวเป็นจำนวนมากเป็นมุมก้ม 30° จงหาว่า จากจุดที่เขาขึ้นอยู่ห่างจากร้านไอศกรีมเท่าใด

ความรู้เดิมคือ อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° และมุมก้ม.....

ความรู้เพิ่มเติมคือ -

สถานการณ์ “ทัศนศึกษา”

แคนดี้ไปทัศนศึกษาโครงการชั่งหัวมัน ตามพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรีกับโรงเรียน เธอและเพื่อนๆ ไปเดินเล่นแถวๆ กังหันลมในโครงการ แคนดี้มองกังหันลมต้นหนึ่งสูง 5 เมตร และมองเห็นยอดกังหันลมเป็นมุมเงย 60° จงหาระยะห่างระหว่างแคนดี้กับยอดกังหันลม

ความรู้เดิมคือ อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 60° และมุมเงย.....

ความรู้เพิ่มเติมคือ -

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ
สถานการณ์ “เที่ยวภูเก็ต”

ชวนไปเที่ยวภูเก็ตกับครอบครัวและไปแหลมพรหมเทพเพื่อชมวิว จากจุดชมวิวที่ชวนยืนอยู่นั้น สูงจากระดับน้ำทะเล 16 เมตร เขามองเห็นเรือลำหนึ่งจอดอยู่ เขามองเรือลำนั้นด้วยมุมก้ม 30° เขาจึงอยากรู้ว่าเรือลำนั้นอยู่ห่างจากจุดที่เขาขึ้นชมวิวอยู่เป็นระยะทางเท่าใด

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด จุดชมวิวเขาพรหมเทพซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 16 เมตร
เขามองเห็นเรือลำหนึ่งจอดอยู่ทำมุมก้ม 30°

สิ่งที่โจทย์ต้องการ เรือลำนั้นอยู่ห่างจากจุดที่ชวนขึ้นชมวิวอยู่เป็นระยะทางเท่าใด

ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

ความรู้ที่นำไปสู่การเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหา

อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° และมุมก้ม

วิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 1 วาดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

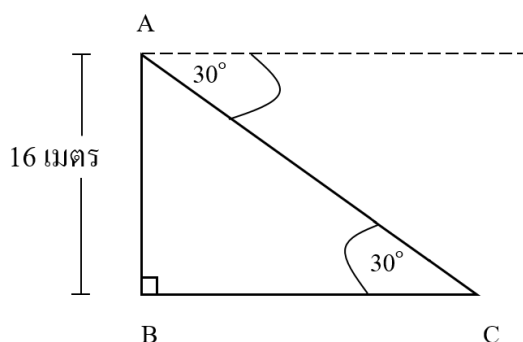
ขั้นที่ 2 กำหนดจุดตามมุม

ขั้นที่ 3 ใส่ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนด

ขั้นที่ 4 สร้างสมการในรูปฟังก์ชัน $\sin 30^\circ$

ขั้นที่ 5 แก้สมการ

ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา



กำหนดให้ A แทนจุดที่ชวนขึ้นชมวิว

B แทนแนวตั้งจากจุดที่ชวนขึ้นชมวิวตั้งฉากกับผิวน้ำทะเล

C แทนตำแหน่งเรือที่จอดอยู่

จากรูปจะได้ว่า $\sin 30^\circ = \frac{16}{AC}$

$$\frac{1}{2} = \frac{16}{AC}$$

$$AC = 32$$

ขั้นสรุปคำตอบ

เรือลำนั้นอยู่ห่างจากจุดที่ชุมชนชมวิวยู่เป็นระยะทาง 32 เมตร

สถานการณ์ “ทะเลอนัญปุณ”

กรไปพักผ่อนช่วงปิดเทอมฤดูร้อนกับพี่สาวที่ประเทศญี่ปุ่น เขาพักอยู่บนโรงแรมชั้น 8 แต่ละชั้นของโรงแรมห่างกัน 1.5 เมตร ขณะที่เก็บของเราไปยืนชมบรรยากาศเมืองภายนอกตรงหน้าต่างห้องพัก กรรมองเห็นร้านไอศกรีมที่มีคนต่อแถวเป็นจำนวนมาก เขามองร้านไอศกรีมเป็นมุมก้ม 30° จงหาว่าจากจุดที่เขาอยู่ห่างจากร้านไอศกรีมเท่าใด

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด กรพักอยู่บนโรงแรมชั้น 8 แต่ละชั้นของโรงแรมห่างกัน 1.5 เมตร เขามองร้านไอศกรีมเป็นมุมก้ม 30°

สิ่งที่โจทย์ต้องการ จากจุดที่กรอยู่ห่างจากร้านไอศกรีมเท่าใด

ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

ความรู้ที่นำไปสู่การเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหา

อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° และมุมก้ม

วิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 1 วาดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

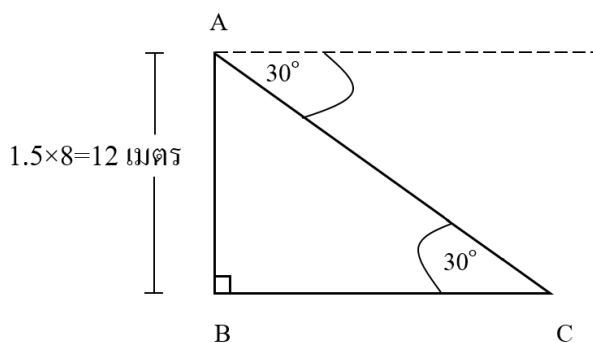
ขั้นที่ 2 กำหนดจุดตามมุม

ขั้นที่ 3 ใส่ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนด

ขั้นที่ 4 สร้างสมการในรูปฟังก์ชัน $\sin 30^\circ$

ขั้นที่ 5 แก้สมการ

ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา



กำหนดให้ A แทนจุดที่กรขึ้นชมวิว

B แทนความสูงของตึกตั้งฉากกับพื้นราบ

C แทนตำแหน่งของร้านไอศกรีม

จากรูปจะได้ว่า $\sin 30^\circ = \frac{12}{AC}$

$$\frac{1}{2} = \frac{12}{AC}$$

$$AC = 24$$

ขั้นสรุปคำตอบ

จากจุดที่กรอยู่ห่างจากร้านไอศกรีม 24 เมตร

สถานการณ์ “ทัศนศึกษา”

แคนดี้ไปทัศนศึกษาโครงการชั่งหัวมัน ตามพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรีกับโรงเรียน เธอและเพื่อนๆ ไปเดินเล่นแถวๆ กังหันลมในโครงการ แคนดี้มองกังหันลมต้นหนึ่งสูง 5 เมตร และมองเห็นยอดกังหันลมเป็นมุมเงย 60° จงหาระยะห่างระหว่างแคนดี้กับยอดกังหันลม

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

แคนดี้มองกังหันลมต้นหนึ่งสูง 5 เมตร และมองเห็น

ยอดกังหันลมเป็นมุมเงย 60°

สิ่งที่โจทย์ต้องการ

จงหาระยะห่างระหว่างแคนดี้กับยอดกังหันลม

ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

ความรู้ที่นำไปสู่การเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหา

อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 60° และมุมเงย

วิธีการแก้ปัญหา

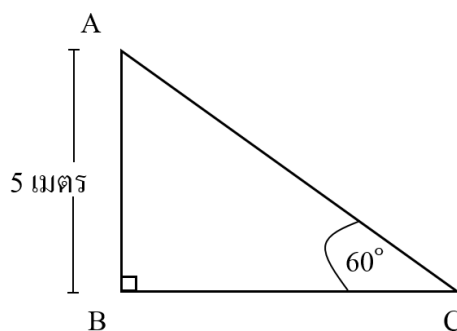
ขั้นที่ 1 วาดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ขั้นที่ 2 กำหนดจุดตามมุม

ขั้นที่ 3 ใส่ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนด

ขั้นที่ 4 สร้างสมการในรูปฟังก์ชัน $\sin 60^\circ$

ขั้นที่ 5 แก้สมการ

ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา

กำหนดให้ A แทนยอดกังหันลม

B แทนความสูงของกังหันลมตั้งฉากกับพื้นดิน

C แทนจุดที่แคนดี้ยืนอยู่

จากรูปจะได้ว่า $\sin 60^\circ = \frac{5}{AC}$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{5}{AC}$$

$$AC = \frac{10}{\sqrt{3}} = \frac{10\sqrt{3}}{3}$$

ขั้นสรุปคำตอบ

แคนดี้ อยู่ห่างจากยอดกังหันลม $\frac{10\sqrt{3}}{3}$ เมตร

ใบงานที่ 3

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ
สถานการณ์ “ชมนกชมไม้”

เพชรออกมาเดินเล่นสนามหญ้าหน้าบ้าน เธอสังเกตเห็นนกตัวหนึ่งเกาะอยู่บนต้นไม้ เพชรมองนกตัวนั้นด้วยมุมเงย 30° และเพชรอยู่ห่างจากต้นไม้ 15 ฟุต จงหาระยะห่างระหว่างเพชรกับนกที่เกาะอยู่บนต้นไม้

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด เพชรมองนกตัวนั้นด้วยมุมเงย 30° และเพชรอยู่ห่างจาก
ต้นไม้ 15 ฟุต

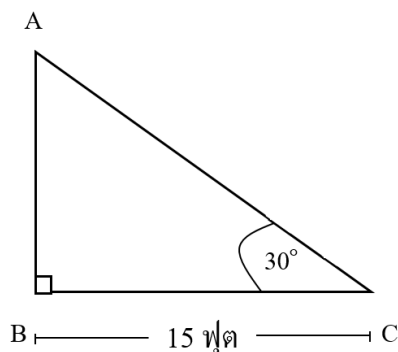
สิ่งที่โจทย์ต้องการ จงหาระยะห่างระหว่างเพชรกับนกที่เกาะอยู่บนต้นไม้

ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

ความรู้ที่นำไปสู่การเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหา
..... อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° และมุมเงย

วิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 1 วาดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
ขั้นที่ 2 กำหนดจุดตามมุม
ขั้นที่ 3 ใส่ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนด
ขั้นที่ 4 สร้างสมการในรูปฟังก์ชัน $\cos 30^\circ$
ขั้นที่ 5 แก้สมการ

ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา



กำหนดให้ A แทนตำแหน่งของนกที่เกาะอยู่บนต้นไม้

B แทนความสูงของต้นไม้ตั้งฉากกับพื้นดิน

C แทนจุดที่เพรียยืนอยู่

จากรูปจะได้ว่า $\cos 30^\circ = \frac{15}{AC}$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{15}{AC}$$

$$AC = 10\sqrt{3}$$

ขั้นสรุปคำตอบ

เพรียอยู่ห่างจากนกที่เกาะอยู่บนต้นไม้ $10\sqrt{3}$ เมตร

แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

จำนวน 6 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ

ข้อที่ 1 หมากต้องการขึ้นไปตัดกิ่งไม้ที่ยาวออกไปนอกรั้วบ้าน เขาเลยไปเตรียมบันไดสำหรับขึ้นไปตัดกิ่งไม้ดังกล่าว เขาพาดบันไดไปที่กิ่งไม้กิ่งหนึ่ง ได้ค่าโคไซน์ของมุมปลายล่างของบันไดเท่ากับ $\frac{3}{5}$ จงหาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมที่ปลายล่างของบันไดที่เหลือ และถ้าระยะกิ่งไม้ที่หมากต้องการขึ้นไปตัดกิ่งไม้สูงจากพื้นดิน 3 เมตร เขาจะสามารถขึ้นไปตัดกิ่งไม้ได้หรือไม่ โดยใช้บันไดอันเดิม

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

หมากต้องการขึ้นไปตัดกิ่งไม้ที่ยาวออกไปนอกรั้วบ้าน เขา
เลยไปเตรียมบันไดสำหรับขึ้นไปตัดกิ่งไม้ดังกล่าว
เขาพาดบันไดไปที่กิ่งไม้หนึ่ง ได้ค่าโคไซน์ของมุมปลายล่าง
ของบันไดเท่ากับ $\frac{3}{5}$

สิ่งที่โจทย์ต้องการ

หาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมที่ปลายล่างของบันไดที่
เหลือ และถ้าระยะกิ่งไม้ที่หมากต้องการขึ้นไปตัดกิ่งไม้
สูงจากพื้นดิน 3 เมตร เขาจะสามารถขึ้นไปตัดกิ่งไม้ได้
หรือไม่ โดยใช้บันไดอันเดิม

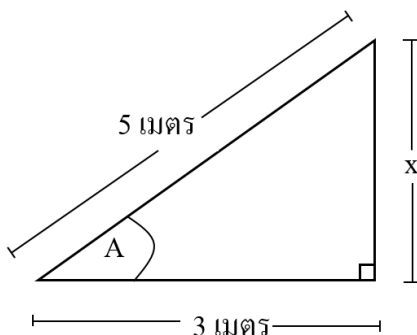
ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

ความรู้ที่นำไปสู่การเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหา

..... ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

- วิธีการแก้ปัญหา**
- ขั้นที่ 1 กำหนดมุมปลายล่างของบันไดและความยาวปลายบนของบันไดถึงพื้นดิน
- ขั้นที่ 2 วาดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากและใส่ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดลง
- ขั้นที่ 3 หาความยาวปลายบนของบันไดถึงพื้นดินโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหา



กำหนดให้ A แทนมุมปลายล่างของบันได

x แทนความยาวปลายบนของบันไดถึงพื้นดิน

จากค่าโคไซน์ของมุมปลายล่างของบันไดเท่ากับ $\frac{3}{5}$ จะได้ว่า

$$\text{จากทฤษฎีบทพีทาโกรัสจะได้ว่า } 5^2 = x^2 + 3^2$$

$$x^2 = 5^2 - 3^2$$

$$x^2 = 25 - 9 = 16$$

$$x = 4$$

ขั้นสรุปคำตอบ

$$\sin A = \frac{4}{5}, \tan A = \frac{4}{3}, \cot A = \frac{3}{4}, \sec A = \frac{5}{3} \text{ และ } \operatorname{cosec} A = \frac{5}{4}$$

ถ้าระยะกึ่งไม้ที่มากต้องการขึ้นไปตัดกิ่งไม้สูงจากพื้นดิน 3 เมตร เขาจะสามารถขึ้นไปตัดกิ่งไม้ได้

ข้อที่ 2 ทอยยืนอยู่บนยอดเขาแห่งหนึ่งสูง 50 เมตร เขามองเห็นเรือ 2 ลำแล่นจอดอยู่ในแนวเดียวกันด้วยมุมก้ม 30° และ 45° จงหาค่าของ $\sqrt{3} \cot 30^\circ \cdot \cos 45^\circ \cdot \sin 30^\circ \cdot \sin 45^\circ$ และทอยสามารถหาระห่างระหว่างเรือ 2 ลำนี้ได้หรือไม่

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด ทอยยืนอยู่บนยอดเขาแห่งหนึ่งสูง 50 เมตร เขามองเห็นเรือ 2 ลำจอดอยู่ในแนวเดียวกันด้วยมุมก้ม 30° และ 45°

สิ่งที่โจทย์ต้องการ จงหาค่าของ $\sqrt{3} \cot 30^\circ \times \cos 45^\circ \times \sin 30^\circ \times \sin 45^\circ$ และทอยสามารถหาระห่างระหว่างเรือ 2 ลำนี้ได้หรือไม่

ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

ความรู้ที่นำไปสู่การเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหา

..... อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° และ 45°

วิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 1 หาค่าของ $\cot 30^\circ$, $\cos 45^\circ$, $\sin 30^\circ$ และ $\sin 45^\circ$

..... ขั้นที่ 2 แทนค่าใน $\sqrt{3} \cot 30^\circ \times \cos 45^\circ \times \sin 30^\circ \times \sin 45^\circ$

..... ขั้นที่ 3 คำนวณ

ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา

$$\begin{aligned} \text{..... ค่าของ } \cot 30^\circ &= \sqrt{3}, \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}, \sin 30^\circ = \frac{1}{2} \text{ และ } \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{} \\ \text{..... ดังนั้น } &\sqrt{3} \cot 30^\circ \times \cos 45^\circ \times \sin 30^\circ \times \sin 45^\circ \text{} \\ &= \sqrt{3} \times \sqrt{3} \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} \text{} \\ &= \frac{3}{4} \text{} \end{aligned}$$

ขั้นสรุปคำตอบ

$$\begin{aligned} \text{..... } \sqrt{3} \cot 30^\circ \times \cos 45^\circ \times \sin 30^\circ \times \sin 45^\circ &= \frac{3}{4} \text{} \\ \text{..... ทอยสามารถหาระห่างระหว่างเรือ 2 ลำนี้ได้} &\text{} \end{aligned}$$

ข้อที่ 3 ตูมตาม ไปเที่ยวภูกระดึงกับเพื่อนๆ เมื่อถึงยอดภูกระดึง เขาก็ได้ถ่ายรูปเป็นที่ระลึกร่วมกัน ตูมตามมองลงไปที่ยอดเขาอีกลูกด้านล่างด้วยมุมก้ม 60° ซึ่งยอดภูกระดึงสูงกว่า 20 เมตร เขาจึงอยากรู้ว่าเขาอยู่ห่างจากยอดเขาดังกล่าวเป็นระยะทางเท่าไร

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด ตูมตามอยู่บนยอดภูกระดึงมองลงไปที่ยอดเขาอีกลูกด้านล่างด้วยมุมก้ม 60° ซึ่งยอดภูกระดึงสูงกว่า 20 เมตร

สิ่งที่โจทย์ต้องการ ตูมตามอยู่ห่างจากยอดเขาดังกล่าวเป็นระยะทางเท่าไร

ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

ความรู้ที่นำไปสู่การเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหา

..... อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 60° และมุมก้ม

วิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 1 วาดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

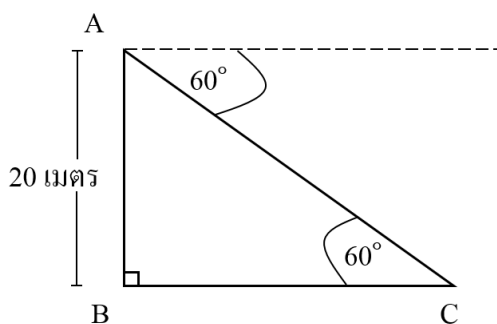
..... ขั้นที่ 2 กำหนดจุดตามมุม

..... ขั้นที่ 3 ใส่ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนด

..... ขั้นที่ 4 สร้างสมการในรูปฟังก์ชัน $\sin 60^\circ$

..... ขั้นที่ 5 แก้สมการ

ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา



กำหนดให้ A แทนจุดที่ตูกตามยืน

..... B แทนจุดที่ภูกระดึงสูงเท่ากับภูเขาคูมตามอง

..... C แทนยอดเขาอีกลูกที่ตูกตามอง

จากรูปจะได้ว่า $\sin 60^\circ = \frac{20}{AC}$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{20}{AC}$$

$$AC = \frac{40}{\sqrt{3}} = \frac{40}{3}\sqrt{3}$$

ขั้นสรุปคำตอบ

ตมตามอยู่ห่างจากยอดเขาดังกล่าวเป็นระยะทาง $\frac{40}{3}\sqrt{3}$ เมตร

ข้อที่ 4 แหวนยื่นรอแพรวอยู่หน้าบ้านของแพรวเพื่อจะไปโรงเรียนด้วยกัน ซึ่งแหวนยื่นห่างจากบ้านของแพรว 10 เมตร เหมองหลังคาบ้านของแพรวด้วยมุมเงย 30° จงหาความสูงของบ้านแพรว (ไม่คิดความสูงของแหวน)

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด แหวนยื่นห่างจากบ้านของแพรว 10 เมตร เหมองหลังคาบ้านของแพรวด้วยมุมเงย 30°

สิ่งที่โจทย์ต้องการ จงหาความสูงของบ้านแพรว

ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

ความรู้ที่นำไปสู่การเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหา

อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 60° และมุมเงย

วิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 1 วาดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

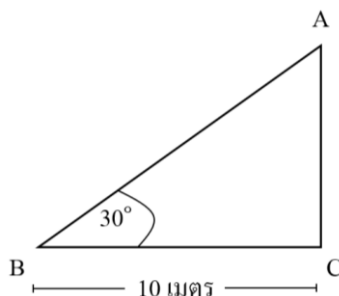
ขั้นที่ 2 กำหนดจุดตามมุม

ขั้นที่ 3 ใส่ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนด

ขั้นที่ 4 สร้างสมการในรูปฟังก์ชัน $\tan 30^\circ$

ขั้นที่ 5 แก้สมการ

ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา



กำหนดให้ A แทนหลังคาบ้านแพรว

B แทนจุดที่แหวนยื่น

C แทนความสูงของบ้านตั้งฉากกับกับพื้น

จากรูปจะได้ว่า $\tan 30^\circ = \frac{AC}{10}$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{AC}{10}$$

$$AC = \frac{10}{\sqrt{3}} = \frac{10}{3}\sqrt{3}$$

ขั้นสรุปคำตอบ

บ้านของแพรวสูง $\frac{10}{3}\sqrt{3}$ เมตร

ข้อที่ 5 นทกับนนยืนอยู่บนพื้นดินที่มีระยะห่างกัน 60 เมตร มีต้นมะขามต้นหนึ่งอยู่ระหว่างเขาทั้งสองคน ถ้าจุดที่นทและนยืนนั้นมองเห็นยอดต้นมะขามเป็นมุมเงย 60° และ 30° ตามลำดับ จงหาว่าต้นมะขามต้นนี้สูงเท่าใด

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

นทกับนนยืนอยู่บนพื้นดินที่มีระยะห่างกัน 60 เมตร มีต้นมะขามต้นหนึ่งอยู่ระหว่างเขาทั้งสองคน ถ้าจุดที่นทและนยืนนั้นมองเห็นยอดต้นมะขามเป็นมุมเงย 60° และ 30° ตามลำดับ

สิ่งที่โจทย์ต้องการ

จงหาว่าต้นมะขามต้นนี้สูงเท่าใด

ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

ความรู้ที่นำไปสู่การเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหา

อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° และ 60° และมุมเฉย

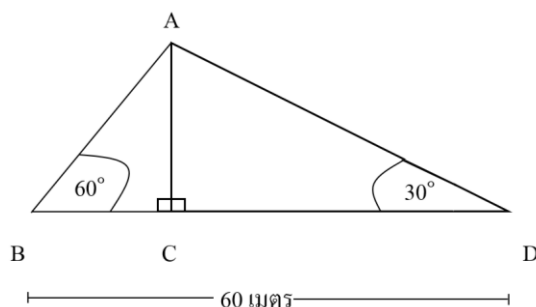
วิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 1 วาดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ขั้นที่ 2 กำหนดจุดตามมุม

ขั้นที่ 3 ใส่ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนด

ขั้นที่ 4 สร้างสมการในรูปฟังก์ชัน $\tan 30^\circ$ และ $\tan 60^\circ$

ขั้นที่ 5 แก้สมการ

ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา

กำหนดให้ A แทนยอดดั้นมะขาม

B แทนจุดที่ขึ้น

C แทนโคนดั้นมะขาม

D แทนจุดที่ขึ้น

จากรูปสามเหลี่ยม ACD จะได้ว่า

$$\tan 30^\circ = \frac{AC}{60 - BC}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{AC}{60 - BC}$$

$$60 - BC = AC\sqrt{3} \text{ -----(1)}$$

จากรูปสามเหลี่ยม ABC จะได้ว่า

$$\tan 60^\circ = \frac{AC}{BC}$$

$$\sqrt{3} = \frac{AC}{BC}$$

$$AC = BC\sqrt{3} \text{ -----(2)}$$

นำไปแทนใน (1) จะได้ว่า

$$60 - BC = 3BC$$

$$4BC = 60$$

$$BC = 15$$

นำไปแทนใน (1) จะได้ว่า $AC = 15\sqrt{3}$

ขั้นสรุปคำตอบ

ต้นมะขามต้นนี้สูง $15\sqrt{3}$ เมตร

ข้อที่ 6 พิมยืนอยู่บนคาบฟ้าตึกหนึ่งสูง 20 เมตร และเขมองไปที่ฐานของตึกฝั่งตรงข้ามด้วยมุมก้ม 60° และมองยอดตึกหลังเดิมในแนวเดียวกันด้วยมุมเงย 37° จงหาความสูงของตึกฝั่งตรงข้าม (กำหนดให้ $\tan 37^\circ = \frac{3}{4}$)

ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด พิมยืนอยู่บนคาบฟ้าตึกสูง 20 เมตร และเขมองไปที่ฐานตึกหลังหนึ่งเป็นมุมก้ม 60° และมองยอดตึกหลังเดิมเป็นมุมเงย 37°

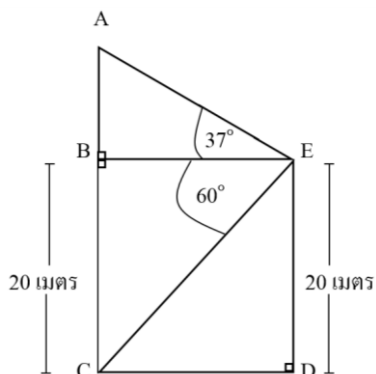
สิ่งที่โจทย์ต้องการ จงหาความสูงของตึกที่พิมมอง

ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

ความรู้ที่นำไปสู่การเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหา
อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 37° และ 60° มุมเงย และมุมก้ม

วิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 1 วาดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
ขั้นที่ 2 กำหนดจุดตามมุม
ขั้นที่ 3 ใส่ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนด
ขั้นที่ 4 สร้างสมการในรูปฟังก์ชัน $\tan 37^\circ$ และ $\tan 60^\circ$
ขั้นที่ 5 แก้สมการ

ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา



กำหนดให้ A แทนยอดตึกฝั่งตรงข้าม

B แทนจุดที่ตึกฝั่งตรงข้ามสูงเท่ากับตึกที่พินยีน

C แทนฐานตึกฝั่งตรงข้าม

D แทนฐานตึกที่พินยีน

E แทนจุดที่พินยีน

จากรูปสามเหลี่ยม ABE จะได้ว่า

$$\tan 37^\circ = \frac{AB}{BE}$$

$$\frac{3}{4} = \frac{AB}{BE}$$

$$AB = \frac{3}{4} BE \text{ -----(1)}$$

จากรูปสามเหลี่ยม BCE จะได้ว่า

$$\tan 60^\circ = \frac{20}{BE}$$

$$\sqrt{3} = \frac{20}{BE}$$

$$BE = \frac{20}{\sqrt{3}}$$

แทนค่าใน (1) จะได้ว่า $AB = \frac{3}{4} \times \frac{20}{\sqrt{3}} = \frac{15}{\sqrt{3}} = 5\sqrt{3}$

ขั้นสรุปคำตอบ

ตึกที่พินยีนมองสูง $20 + 5\sqrt{3}$ เมตร

ภาคผนวก ค

- ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ
- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ
- ค่า X และ X^2 ในการหาความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient)
- ค่า s_t^2 ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ตารางที่ ค-1 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สารสำคัญ	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
5. สารการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6.2 ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจ ปัญหา	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
6.3 ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทาง ในการแก้ปัญหา	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6.4 ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6.5 ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6.6 ขั้นที่ 6 ประเมินผล การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
8. สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	4	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.68	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ ค-1 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$ และ $S = 0.45$) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ค-2 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สารสำคัญ	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
5. สารการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจ ปัญหา	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
6.3 ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทาง ในการแก้ปัญหา	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6.4 ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
6.5 ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
6.6 ขั้นที่ 6 ประเมินผล การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
8. สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.74	0.44	มากที่สุด

จากตารางที่ ค-2 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.74$ และ $S = 0.44$) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากถึงมากที่สุด

ตารางที่ ค-3 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สารสำคัญ	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
5. สารการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจ ปัญหา	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
6.3 ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทาง ในการแก้ปัญหา	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6.4 ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
6.5 ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6.6 ขั้นที่ 6 ประเมินผล การเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
8. สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	4	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.72	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ ค-3 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.72$ และ $S = 0.45$) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากถึงมากที่สุด

ตารางที่ ค-4 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจ ปัญหา	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
6.3 ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทาง ในการแก้ปัญหา	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6.4 ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
6.5 ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มาก
6.6 ขั้นที่ 6 ประเมินผล การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
8. สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	4	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.74	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ ค-4 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.74$ และ $S = 0.45$) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากถึงมากที่สุด

ตารางที่ ค-5 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจ ปัญหา	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6.3 ขั้นที่ 3 กำหนดแนวทาง ในการแก้ปัญหา	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6.4 ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ	5	5	4	4	4	4.40	0.55	มาก
6.5 ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ	5	5	4	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6.6 ขั้นที่ 6 ประเมินผล การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
8. สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	4	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.72	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ ค-5 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.72$ และ $S = 0.45$) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากถึงมากที่สุด

ตารางที่ ค-6 สรุปค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	\bar{X}	S	ระดับความเหมาะสม
1	อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	4.68	0.45	มากที่สุด
2	อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60°	4.74	0.44	มากที่สุด
3	การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับระยะทาง	4.72	0.45	มากที่สุด
4	การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับความสูง	4.74	0.45	มากที่สุด
5	การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับระยะทางและความสูง	4.72	0.45	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย		4.72	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ ค-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.72$ และ $S = 0.45$)

ตารางที่ ค-7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและ
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
8	-1	+1	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
11	+1	0	+1	+1	0	0.6	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้

จากตารางที่ ค-7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 12 ข้อ พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ 0.6-1 จากผลการวิเคราะห์ พบว่าข้อสอบทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ ค-8 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด
ทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	ผลการคัดเลือก
1	0.52	0.44	ใช้ได้	คัดเลือก
2	0.56	0.44	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
3	0.51	0.44	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
4	0.57	0.56	ใช้ได้	คัดเลือก
5	0.51	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก
6	0.56	0.44	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
7	0.54	0.49	ใช้ได้	คัดเลือก
8	0.52	0.47	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
9	0.54	0.81	ใช้ได้	คัดเลือก
10	0.47	0.78	ใช้ได้	คัดเลือก
11	0.57	0.47	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
12	0.54	0.47	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก

จากตารางที่ ค-8 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ พบว่า มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.47-0.57 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40-0.81

เลือกข้อสอบข้อที่ 1, 4, 5, 7, 9 และ 10 ที่มีค่าความยากง่าย 0.52, 0.57, 0.51, 0.54, 0.54, 0.47 และมีค่าอำนาจจำแนก 0.44, 0.56, 0.40, 0.49, 0.81, 0.78 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.2 จากนั้นคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบัก

ตารางที่ ค-9 ค่า $\sum x_i$, $\sum x_i^2$ และ S_i^2 ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient) รายข้อ

ข้อที่	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	S_i^2
1	282	2244	1.00
4	272	2132	2.20
5	273	2117	1.34
7	279	2223	1.74
9	266	2056	2.59
10	275	2171	2.01
รวม			10.88

ตารางที่ ค-10 ค่า $\sum x$ และ $\sum x^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คนที่	x	x^2
1	55	3025
2	52	2704
3	53	2809
4	54	2916
5	52	2704
6	50	2500
7	52	2704
8	53	2809
9	54	2916
10	52	2704
11	35	2809
12	50	2500

ตารางที่ ค-10 (ต่อ)

คนที่	x	x^2
13	48	2304
14	49	2401
15	46	2116
16	49	2401
17	43	1849
18	46	2116
19	45	2025
20	46	2116
21	43	1849
22	47	2209
23	44	1936
24	41	1681
25	45	2025
26	43	1849
27	44	1936
28	41	1681
29	42	1764
30	39	1521
31	39	1521
32	36	1296
33	35	1225
34	37	1369
35	34	1156
36	35	1225
รวม	1647	76671

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าดังนี้

$$\begin{aligned} s_t^2 &= \frac{n \sum x_t^2 - (\sum x_t)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{36(76671) - (1647)^2}{36(36-1)} \\ &= 37.74 \end{aligned}$$

ค่าความเชื่อมั่น (α -Coefficient) ของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าดังนี้

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right) \\ &= \frac{6}{6-1} \left(1 - \frac{10.88}{37.74} \right) \\ &= 0.85 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ง

- คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตารางที่ ง-1 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน

คนที่	คะแนน (X) (คะแนนเต็ม 42 คะแนน)	X ²
1	31	961
2	34	1156
3	29	841
4	31	961
5	30	900
6	29	841
7	32	1024
8	37	1369
9	34	1156
10	32	1024
11	30	900
12	30	900
13	29	841
14	29	841
15	29	841
16	31	961
17	31	961
18	36	1296
19	31	961
20	35	1225
21	33	1089
22	31	961
23	30	900

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

คนที่	คะแนน (X)	X ²
24	30	900
25	35	1225
26	30	900
27	39	1521
28	38	1444
29	30	900
30	36	1296
31	30	900
32	35	1225
33	37	1369
34	38	1444
35	36	1296
36	39	1521
37	39	1521
38	33	1089
39	31	961
40	31	961
รวม	1311	43383

เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (29.4 คะแนน) โดยใช้สูตร t -test for one sample ดังนี้

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

$$= \frac{32.78 - 29.4}{\frac{3.26}{\sqrt{40}}}$$

$$= 6.56 ; df = 39$$

ค่าวิกฤตจากการเปิดตาราง t เท่ากับ 2.4258 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01,
 $df = 39$

จะเห็นว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t จากการเปิดตาราง ($6.56 > 2.4258$) สรุปได้ว่า
 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัด
 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ ง-2 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
 ปัญหาเป็นฐาน

คนที่	คะแนน (X) (คะแนนเต็ม 18 คะแนน)	X ²
1	13	169
2	14	196
3	17	289
4	17	289
5	16	256
6	18	324
7	13	169
8	17	289
9	15	225
10	16	256
11	14	196
12	18	324

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

คนที่	คะแนน (X) (คะแนนเต็ม 18 คะแนน)	X ²
13	14	196
14	13	169
15	11	121
16	10	100
17	11	121
18	17	289
19	14	196
20	16	256
21	17	289
22	18	324
23	8	64
24	12	144
25	18	324
26	15	225
27	14	196
28	14	196
29	12	144
30	12	144
31	12	144
32	13	169
33	15	225
34	12	144
35	14	196
36	17	289

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

คนที่	คะแนน (X) (คะแนนเต็ม 18 คะแนน)	X ²
37	17	289
38	13	169
39	14	196
40	14	196
รวม	575	8497

เปรียบเทียบคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (12.6 คะแนน) โดยใช้สูตร t -test for one sample ดังนี้

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1 \\
 &= \frac{14.38 - 12.6}{\frac{2.44}{\sqrt{40}}} \\
 &= 4.61 ; df = 39
 \end{aligned}$$

ค่าวิกฤตจากการเปิดตาราง t เท่ากับ 2.4258 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01,

$$df = 39$$

จะเห็นว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t จากการเปิดตาราง ($4.61 > 2.4258$) สรุปได้ว่าคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวอิสริยาภรณ์ เสวตรพนิต
วัน เดือน ปีเกิด	6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2535
สถานที่เกิด	ตำบลปากเพรียว อำเภอเมืองสระบุรี จังหวัดสระบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	700/7 ถนนพิชัยณรงค์สงคราม ตำบลปากเพรียว อำเภอเมืองสระบุรี จังหวัดสระบุรี 18000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2558	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2560	การศึกษามหาบัณฑิต (การสอนคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา