

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

ธีรวัฒน์ แสงศรี

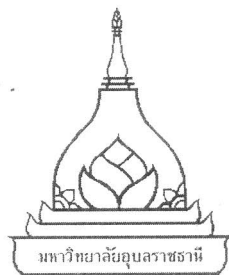
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT AND PROBLEM SOLVING
SKILLS USING POLYA'S PROBLEM SOLVING PROCESS WITH STAD

THEERAWAT SAENGSRİ

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN MATHEMATICS EDUCATION
FACULTY OF SCIENCES
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2017
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ
โพหลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

ผู้วิจัย นายธีรวัฒน์ แสงศรี

คณะกรรมการสอบ

รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรทม สุระพร

กรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร.มนกรณ์ วัฒนทวีกุล

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรทม สุระพร)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรีดา ปุกหุต)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2560

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรทม สุระพร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูง ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์ รองศาสตราจารย์ ดร. มนกรณ์ วัฒนทวีกุล และคณาจารย์ประจำหลักสูตรคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ดูแลและช่วยเหลืออย่างดีเสมอมาตลอดการศึกษาในหลักสูตร

ขอขอบคุณ ครูสุภัทรา บุญยิ่ง ครูปิยะวุฒิ ศรีชนะ ครูสุทธิพงษ์ พึ่งเพ็ง ครูนันทพร พึ่งเพ็ง และครูวลาธน์ ทาสีเพชร ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย อีกทั้งให้คำแนะนำที่มีคุณค่าต่อการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ จนงานสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ และขอขอบใจนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างดียิ่ง ขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่เป็นกำลังใจและมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณภรรยา บุตรชาย และญาติพี่น้องทุกคนที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยน้อมรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา ตลอดจนบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่มีส่วนในการทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จตราบนานเท่านานนี้

ธีรวัฒน์ แสงศรี

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

ผู้วิจัย : อธิวัฒน์ แสงศรี

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : คณิตศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรทม สุระพร

คำสำคัญ : การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา, การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD กับ วิธีสอนแบบปกติ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ ปีการศึกษา 2559 จำนวนนักเรียน 35 คน เครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยการทดสอบที (t-independent samples test)

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

ABSTRACT

TITLE : A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT AND PROBLEM SOLVING SKILLS
USING POLYA'S PROBLEM SOLVING PROCESS WITH STAD

AUTHOR : THEERAWAT SAENGSRİ

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : MATHEMATICS EDUCATION

ADVISOR : ASSI. PROF. BUNTHOM SURAPORN, Ph.D.

KEYWORDS : MATHEMATICAL-PROBLEM SOLVING ACCORDING TO POLYA'S
PROBLEM-SOLVING PROCESS, STAD LEARNING ACTIVITY ORGANIZATION

The purposes of the research were to compare academic achievements and mathematical problem-solving techniques according to Polya's problem-solving process with STAD and traditional instruction. The population used in this study were 34 eleventh grade students of Sri Kaew Prachasan School of 2016 academic year. The tools used in the research were lesson plans, a basic mathematical knowledge measurement tests, pre-learning and post-learning academic achievement measurement test, and a questionnaire regarding satisfaction. The statistics used in for data analysis were mean, standard deviation, and a t-independent samples test, for twisting the differences of means.

The study found that academic achievements and mathematical problem-solving skills regarding trigonometric ratios of students who learned mathematical problem-solving of Polya's problem-solving process with STAD, were higher than those with traditional instruction at .05 significance level. Satisfaction of students those learned the mathematical problem-solving according to Polya's problem-solving process with STAD about trigonometric ratios was at the highest level.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการจากการวิจัย	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	10
2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยา	17
2.3 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	32
2.4 ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	38
2.5 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ	42
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	47
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	54
3.2 กลุ่มเป้าหมาย	55
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	57
3.4 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย	58
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	85

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	95
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	99
4.2 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	101
4.3 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	104
4.4 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	106
4.5 ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	110
4.6 ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนของกลุ่มทดลอง	112
4.7 ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนของกลุ่มควบคุม	115
4.8 ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	117
4.9 ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD	121
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย	123
5.2 ข้อเสนอแนะ	128
เอกสารอ้างอิง	129
ภาคผนวก	
ก การเก็บรวบรวมข้อมูล การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	137
ข การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบที (t-test)	143

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ค แบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ	152
ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	179
จ รายนามผู้เชี่ยวชาญ ผู้ช่วยผู้วิจัย และหนังสือราชการ	213
ประวัติผู้วิจัย	222

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	หน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3	16
2.2	การคิดคะแนนความก้าวหน้าพัฒนาการ	21
2.3	เกณฑ์การคิดหาคะแนนพัฒนาการ (Improvement Point)	22
2.4	ตัวอย่างเกณฑ์การกำหนดกลุ่มที่ได้รางวัล	23
2.5	วิเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ของนักวิชาการต่าง ๆ	24
2.6	เกณฑ์การให้คะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล	26
2.7	เกณฑ์แบ่งกลุ่มระดับความก้าวหน้า	27
2.8	เกณฑ์การให้คะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล	30
2.9	เกณฑ์แบ่งกลุ่มระดับความก้าวหน้า	31
2.10	เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	35
2.11	เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Score	36
2.12	เกณฑ์การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	37
2.13	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	39
2.14	เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบพิจารณาองค์รวม	41
2.15	เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	42
3.1	วิธีดำเนินการวิจัย	55
3.2	คะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย	55
3.3	วิเคราะห์เนื้อหาและจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้	60
3.4	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สำหรับกลุ่มทดลอง	61
3.5	วิเคราะห์เนื้อหาและจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้	66
3.6	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม	67
3.7	สาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์	69
3.8	สาระการเรียนรู้ที่ใช้สอนและการวางแผนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	71

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.9	เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	71
3.10	เกณฑ์การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	77
3.11	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	86
3.12	คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมและ กลุ่มทดลอง	87
3.13	ปฏิทินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	89
3.14	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	90
3.15	คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มควบคุมและ กลุ่มทดลอง	91
3.16	ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เทคนิค STAD	93
4.1	คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	99
4.2	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	100
4.3	คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนของกลุ่มทดลอง	101
4.4	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง	102
4.5	คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนของกลุ่มควบคุม	104
4.6	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม	105
4.7	คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	107
4.8	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	108

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.9	คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
4.10	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
4.11	คะแนนเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง
4.12	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง
4.13	คะแนนเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม
4.14	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม
4.15	คะแนนเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
4.16	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
4.17	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD
ก.1	การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD
ก.2	การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ
ก.3	การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ก.4	การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ก.5	การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อวิธีการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD	141
ข.1	วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	144
ข.2	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	144
ข.3	วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	145
ข.4	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	145
ข.5	วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม	146
ข.6	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	146
ข.7	วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	147
ข.8	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	147
ข.9	วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	148
ข.10	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	148
ข.11	วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	149
ข.12	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	149

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ข.13	วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม	150
ข.14	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม	150
ข.15	วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	151
ข.16	ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	151

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD
2.2	ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา
2.3	การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD
3.1	กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD
3.2	กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ
3.3	ตัวอย่างข้อสอบชนิดอัตนัยข้อที่ 9 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3.4	เฉลยข้อสอบชนิดอัตนัยข้อที่ 9 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3.5	ผลงานนักเรียนที่ตรวจตามเกณฑ์การให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง
3.6	ผลงานนักเรียนที่ตรวจตามเกณฑ์การให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม
3.7	ผลงานนักเรียนที่ตรวจตามเกณฑ์การให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม
3.8	ตัวอย่างข้อสอบชนิดอัตนัยข้อที่ 10 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3.9	เฉลยการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รายการที่ 1 ความเข้าใจปัญหา ตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3.10	เฉลยการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รายการที่ 2 การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา ตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3.11	เฉลยการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รายการที่ 3 การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา ตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3.12	เฉลยการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รายการที่ 4 การตรวจคำตอบ ตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3.13	ผลงานนักเรียนที่ตรวจตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.14	ผลงานนักเรียนที่ตรวจตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มควบคุม	82
3.15	การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	94
4.1	คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	100
4.2	คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	102
4.3	เปรียบเทียบผลงานที่ได้จากการตรวจให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	103
4.4	คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม	104
4.5	เปรียบเทียบผลงานนักเรียนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มควบคุม	106
4.6	คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	107
4.7	ผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่าง กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	109
4.8	คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่าง กลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	110
4.9	ผลงานนักเรียนเขียนตอบการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจให้คะแนนทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	111
4.10	คะแนนเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง	113
4.11	ผลงานนักเรียนเขียนตอบการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจให้คะแนนทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	114
4.12	คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	115

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.13	ผลงานนักเรียนเขียนตอบการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	117
4.14	คะแนนเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	118
4.15	ผลงานนักเรียนเขียนตอบการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนตามเกณฑ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	120
4.16	ผลงานนักเรียนเขียนตอบการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนตามเกณฑ์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	120
จ.1	หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยของนายปิยะวุฒิ ศรีชนะ	217
จ.2	หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยของนางสุภัทรา บุญยิ่ง	218
จ.3	หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยของนายสุทธิพงษ์ พึ่งเพ็ง	219
จ.4	หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยของนางนันทพร พึ่งเพ็ง	220
จ.5	หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยของนางสาวลารัตน์ ทาสีเพชร	221

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาระบบความคิดมนุษย์ โดยเฉพาะด้านการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบและมีระเบียบแบบแผน ความสามารถในการพิสูจน์ความเป็นจริงหรือเท็จ ตลอดจนวิเคราะห์ปัญหาและคาดการณ์สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ความสามารถในการนำทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ยังใช้เป็นพื้นฐานการศึกษาในระดับสูงขึ้น และยังเป็นเครื่องมือเชื่อมโยงสู่การเรียนรู้ศาสตร์สำคัญอื่น ๆ

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสาระพื้นฐานที่กำหนดบทบาทของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ให้สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล คิดได้ ทำได้ แก้ปัญหาได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตได้ ตามนโยบายของการจัดการศึกษาด้านคณิตศาสตร์จำเป็นต้องพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กำหนดไว้ คือ การพัฒนาคุณภาพของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ด้านความรู้และความสามารถในการจัดการเรียนรู้ให้ได้ “มาตรฐานครูคณิตศาสตร์” สามารถพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ทัดเทียมกับนานาชาติและก้าวสู่มาตรฐานสากล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จากผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) Ordinary-National Education Test (O-Net) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2556-2558 พบว่าคะแนนเฉลี่ยในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังอยู่ในระดับต่ำ คือ ร้อยละ 20.48, 21.74, 26.59 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบของ PISA 2012 (Program for International Student Assessment 2012) ที่มีประเทศสมาชิก รวม 65 ประเทศ ผลในภาพรวมนักเรียนไทยกลุ่มอายุ 15 ปี ในด้านคณิตศาสตร์ได้คะแนน 427 คะแนน ซึ่งอยู่อันดับที่ 50 จากโครงการวิจัยประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ใน 63 ประเทศสมาชิก (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของไทยได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 427 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของทั่วประเทศในโครงการประเมิน (ปรีชา เดชศรี, 2558: เว็บไซต์) และจากรายงานผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนของสถาบัน

ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (O-Net) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558 วิชาคณิตศาสตร์โรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ จังหวัดยโสธร ซึ่งผู้วิจัยปฏิบัติหน้าที่สอนนั้น พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย 24.41 ซึ่งต่ำกว่าระดับประเทศที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 26.59 เมื่อพิจารณาตามสาระการเรียนรู้ของหลักสูตรในกลุ่มสาระคณิตศาสตร์พบว่า สาระการเรียนรู้ที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ สาระการเรียนรู้ที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มีคะแนนเฉลี่ย 18.75 (คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศอยู่ที่ 22.54) รองลงมาคือ สาระการเรียนรู้ที่ 2 การวัด มีคะแนนเฉลี่ย 19.85 (คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศอยู่ที่ 21.48) เมื่อจำแนกเป็นรายมาตรฐานการเรียนรู้พบว่า มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าระดับประเทศ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2559: เว็บไซต์) ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ร่วมกับเนื้อหาวิชาที่เห็นว่ามีมีความจำเป็นต่อการพัฒนาทักษะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้นำพื้นฐานการเรียนรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ทางคณิตศาสตร์ และรายวิชาอื่น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยพบว่า สาระการเรียนรู้เรื่องการวัด เป็นสาระการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ควรได้รับการส่งเสริมอย่างเร่งด่วน ซึ่งได้แก่ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบกลุ่มร่วมมือมีหลายรูปแบบ ได้แก่ รูปแบบ Group Investigation: GI รูปแบบ Jigsaw รูปแบบ Student Team Achievement Division: STAD และรูปแบบ Team Games Tournament: TGT เป็นต้น ซึ่งการสอนด้วยวิธีการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือแต่ละรูปแบบมีความเหมาะสมในด้านเนื้อหา และวิธีการสอนที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำการสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มาใช้สอนในรายวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

เนื่องจากการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD นี้จะเป็นการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนด้วยตนเองกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม มีการร่วมกันแสดงความคิดเห็นและช่วยกันหาคำตอบของคำถามที่ครูผู้สอนได้แจกให้ ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนเกิดความเข้าใจกับเนื้อหาและได้รับความรู้อย่างเท่าเทียมกันทุกคน ทั้งยังส่งผลให้ผู้เรียนรู้จักที่จะทำงานร่วมกันกับผู้อื่น มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนร่วมห้อง เมื่อถึงเวลาแยกย้ายทำแบบทดสอบก็สามารถทำคะแนนได้มากขึ้นอีกด้วย

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (mathematical problem solving) ซึ่งถือได้ว่ามีความสำคัญมากต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ดังในหลักสูตรที่ใช้ในปัจจุบัน คือหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้การแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์เป็นมาตรฐานหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนทุกคนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นกับตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 13) เช่นเดียวกับสมาคมศึกษานานาชาติคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (The National Council of Supervisors of Mathematics (NCSM), 1977: Web site) ที่ได้กำหนดให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญอันดับแรกในจำนวนทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น 10 ประการ และได้ระบุไว้ว่า การเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาคือสิ่งสำคัญของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นศักยภาพที่สำคัญในการเรียนรู้และเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ความสามารถของคนเราต่างกัน และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในการวัดระดับสติปัญญาด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ (Maker and Wallace, 2004) อีกทั้งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (Wilson, Fernandez and Hadaway, 1993: Web Site) ซึ่งการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ และความสามารถหลากหลาย เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ความสามารถในการคิด ความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง ประสบการณ์ เจตคติ และความเชื่อของผู้แก้ปัญหา (อัมพร ม้าคะนอง, 2553: 39)

ผู้วิจัยได้ศึกษาพบว่า มีงานวิจัยจำนวนมากที่แสดงให้เห็นว่า สามารถนำกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาไปใช้ในการส่งเสริมทักษะ ความสามารถ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ เช่น งานวิจัยของศิรินุช รัตนประสบ (2550) อนุรักษ สุวรรณสนธิ (2550) รวมถึงในงานวิจัยของ อารมณ จันทร์ลาม (2550) ได้ศึกษาผลการสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโจทย์ปัญหาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยาอยู่ในระดับมาก

ผู้วิจัยจึงเห็นว่าวิธีการสอนเพื่อที่จะเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD จะเป็นวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้และความเข้าใจเนื้อหา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเทคนิคดังกล่าวมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD กับ การสอนแบบปกติ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD กับ การสอนแบบปกติ

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยที่ระดับ .05

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

1.3.3 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ มี 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม แบบความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน ให้มีความสามารถใกล้เคียงกันทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้ผลการสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มทดลองจำนวน 16 คน (แบ่งเป็นกลุ่มละ 4 คน) และกลุ่มควบคุมจำนวน 19 คน

1.4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1.4.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมี 2 วิธี คือ

- 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD
- 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 2) ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3) ความพึงพอใจ

1.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ใช้เวลาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 10 ชั่วโมง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนสิงหาคม

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการเริ่มต้นของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา และระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ซึ่งในการทำความเข้าใจปัญหานั้นนักเรียนต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปซ้ำมา พิจารณาหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระสำคัญของปัญหาลงด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนต้องค้นหาความเชื่อมโยง หรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดแผนหรือแนวทางในการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน โดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น แล้ว

ลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไม่สามารถใช้แก้ปัญหาให้สำเร็จได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีนั้นใหม่อีกครั้ง

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องตรวจสอบผลหรือมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา แล้วพิจารณาว่ามีแนวทาง มีคำตอบหรือมียุทธวิธีอื่น ๆ ในการแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ จะสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

1.5.2 การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือที่มีสมาชิกในกลุ่ม 4 คน ละครความสามารถแบบ เก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกันด้านการเรียนรู้ เนื่องจากผลการเรียนของสมาชิกแต่ละคนจะส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการของกลุ่ม โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

1.5.2.1 นำเสนอเนื้อหา ผู้สอนทบทวนบทเรียนที่เรียนมาแล้วและนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ทั้งชั้น

1.5.2.2 ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ผู้สอนจัดกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน ให้ละครความสามารถกัน โดยในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย นักเรียนเรียนเก่ง 1 คน นักเรียนเรียนปานกลาง 2 คน และนักเรียนเรียนอ่อน 1 คน พร้อมทั้งชี้แจงให้ผู้เรียนทราบถึงบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มที่จะต้องช่วยเหลือกัน และร่วมกันเรียนรู้ เพราะผลการเรียนของสมาชิกแต่ละคนส่งผลต่อผลรวมของกลุ่ม

1.5.2.3 ทดสอบย่อย ให้ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบย่อยเป็นรายบุคคลหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งชั่วโมงที่สอนมา คะแนนที่ได้ของแต่ละคนจะนำไปจัดทำเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม และนำมาคำนวณเป็นคะแนนฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป

1.5.2.4 คัดคะแนนความก้าวหน้า ซึ่งหาได้ดังนี้

1) คะแนนฐาน ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้ง ที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้

2) คะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล ได้จากการนำคะแนนทดสอบย่อยลบด้วยคะแนนฐานของแต่ละคนมาเทียบกับเกณฑ์ (ดังตารางที่ 2.6)

3) คะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคลของสมาชิกในกลุ่มนั้น ๆ โดยคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มจะนำไปเทียบกับเกณฑ์ระดับความก้าวหน้า (ดังตารางที่ 2.7)

1.5.2.5 ชมเชย/ยกย่อง ขั้นตอนนี้เป็นการประกาศผลงานของกลุ่ม โดยการปิดประกาศว่าอยู่ในระดับใด และกลุ่มที่มีระดับความก้าวหน้าเป็นกลุ่มยอดเยี่ยมหรือกลุ่มที่มีระดับความก้าวหน้าสูงสุด จะได้รับรางวัล

1.5.3 วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับ**การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD** หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบ ซึ่งในการเรียนรู้นั้น จะให้ผู้เรียนรวมกลุ่มเรียนรู้ร่วมกันแบบคละความสามารถ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองเท่านั้น หากแต่จะต้องร่วมรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน เรียนปานกลาง 2 คน เรียนอ่อน 1 คน ผลสำเร็จของนักเรียนแต่ละคน คือ ผลสำเร็จของกลุ่ม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และฝึกการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญ 5 ประการคือ

1.5.3.1 นำเสนอเนื้อหา ผู้สอนทบทวนบทเรียนที่เรียนมาแล้วและนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นโดยให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาร่วมกัน

1.5.3.2 ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ผู้สอนจัดกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน ให้คละความสามารถกัน โดยในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย นักเรียนเรียนเก่ง 1 คน นักเรียนเรียนปานกลาง 2 คน และนักเรียนเรียนอ่อน 1 คน พร้อมทั้งชี้แจงให้ผู้เรียนทราบถึงบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มที่จะต้องช่วยเหลือกัน และร่วมกันเรียนรู้ เพราะผลการเรียนของสมาชิกแต่ละคนส่งผลต่อผลรวมของกลุ่ม แล้วให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบคำตอบที่ได้

1.5.3.3 ทดสอบย่อย ให้ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบย่อยเป็นรายบุคคลหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งชั่วโมงที่สอนมา คะแนนที่ได้ของแต่ละคนจะนำไปจัดทำเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม และนำมาคำนวณเป็นคะแนนฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป

1.5.3.4 คัดคะแนนความก้าวหน้า ซึ่งหาได้ดังนี้

1) คะแนนฐาน ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้งที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้

2) คะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล ได้จากการนำคะแนนทดสอบย่อยลบด้วยคะแนนฐานของแต่ละคนมาเทียบกับเกณฑ์ (ดังตารางที่ 2.6)

3) คะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคลของสมาชิกในกลุ่มนั้น ๆ โดยคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มจะนำไปเทียบกับเกณฑ์ระดับความก้าวหน้า (ดังตารางที่ 2.7)

1.5.3.5 ชมเชย/ยกย่อง ขั้นตอนนี้เป็นการประกาศผลงานของกลุ่ม โดยการปิดประกาศว่าอยู่ในระดับใด และกลุ่มที่มีระดับความก้าวหน้าเป็นกลุ่มยอดเยี่ยม หรือมีระดับความก้าวหน้าสูงสุด จะได้รับรางวัล

1.5.4 การสอนแบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยอิงกิจกรรมการเรียนรู้จากคู่มือครู สารการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

1.5.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกฝน และประสบการณ์ต่าง ๆ ของผู้เรียน แล้วมีการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณหรือคุณภาพของความรู้ความสามารถ วัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากเนื้อหาและกิจกรรม เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบซึ่งประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนที่หนึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 6 ข้อ และตอนที่สองเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (ดังตารางที่ 2.15)

1.5.6 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา จากการทำความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และสรุปคำตอบ วัดได้จากการตอบแบบทดสอบตอนที่ 2 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจากเนื้อหาและกิจกรรม เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนจากตารางที่ 2.12

1.5.7 ความพึงพอใจ หมายถึง ทศนคติทางบวกของนักเรียนที่ได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลาร์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ วัดได้ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1.6.1 ได้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.6.2 พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น

1.6.3 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสาระอื่น ๆ หรือวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณ

1.6.4 เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ในสาระอื่น ๆ หรือวิชาอื่น ๆ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา การสอนนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยา
- 2.3 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4 ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.5 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 46–54) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สาระสำคัญของกลุ่มสาระ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ไว้ดังนี้

2.1.1 ความสำคัญของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

2.1.2 สาระสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

2.1.2.1 จำนวนและการดำเนินการ: ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2.1.2.2 การวัด: ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.3 เรขาคณิต: รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

2.1.2.4 พีชคณิต: แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

2.1.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น: การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

2.1.2.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การแก้ปัญหด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

2.1.3.1 จำนวนและการดำเนินการ

1) มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้

1.1) มาตรฐาน ค 1.1 ม.4-6/1 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ในระบบจำนวนจริง สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ จำนวนจริง

1.2) มาตรฐาน ค 1.1 ม.4-6/2 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง

1.3) มาตรฐาน ค 1.1 ม.4-6/3 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ สาระ

การเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ จำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์

2) มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้

มาตรฐาน ค 1.2 ม.4-6/1 เข้าใจความหมายและหาผลลัพธ์ที่เกิดจากการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์

3) มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้

มาตรฐาน ค 1.3 ม.4-6/1 หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสม สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ ค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลัง

4) มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้

มาตรฐาน ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้ สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ สมบัติของจำนวนจริง และการนำไปใช้

2.1.3.2 การวัด

1) มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้

มาตรฐาน ค 2.1 ม.4-6/1 ใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม ในการคาดคะเนระยะทางและความสูง สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ อัตราส่วนตรีโกณมิติและการนำไปใช้

2) มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้

มาตรฐาน ค 2.2 ม.4-6/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูง โดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทาง และความสูง

2.1.3.3 เรขาคณิต

1) มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

2) มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

2.1.3.4 พืชนิต

1) มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และ ฟังก์ชัน ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้

1.1) มาตรฐาน ค 4.1 ม.4-6/1 มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซตและการดำเนินการของเซต สารการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ เซตและการดำเนินการของเซต

1.2) มาตรฐาน ค 4.1 ม.4-6/2 เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย สารการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย

1.3) มาตรฐาน ค 4.1 ม.4-6/3 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน เขียนแสดงความสัมพันธ์และฟังก์ชันในรูปต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ และสมการ สารการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน กราฟของความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

1.4) มาตรฐาน ค 4.1 ม.4-6/4 เข้าใจความหมายของลำดับและหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด สารการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ ลำดับและการหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด

1.5) มาตรฐาน ค 4.1 ม.4-6/5 เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิต หาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต และนำไปใช้ สารการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต

2) มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้

2.1) มาตรฐาน ค 4.2 ม.4-6/1 เขียนแผนภาพเวนน-ออยเลอร์แสดงเซต และนำไปใช้แก้ปัญหาได้ สารการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ แผนภาพเวนน-ออยเลอร์

2.2) มาตรฐาน ค 4.2 ม.4-6/1 ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผลโดยใช้แผนภาพเวนน-ออยเลอร์ สารการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ การให้เหตุผล

2.3) มาตรฐาน ค 4.2 ม.4-6/3 แก่สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง สารการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง

2.4) มาตรฐาน ค 4.2 ม.4-6/4 สร้างความสัมพันธ์หรือฟังก์ชันจากสถานการณ์ หรือปัญหาและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา สารการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

2.5) มาตรฐาน ค 4.2 ม.4-6/5 ใช้กราฟของสมการ อสมการ ฟังก์ชันในการแก้ปัญหา สารการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ กราฟของสมการ อสมการ ฟังก์ชันและการนำไปใช้

2.6) มาตรฐาน ค 4.2 ม.4-6/6 เข้าใจความหมายของผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต หาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

2.1.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

1) มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้

1.1) มาตรฐาน ค 5.1 ม.4-6/1 เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ การสำรวจความคิดเห็น

1.2) มาตรฐาน ค 5.1 ม.4-6/2 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ ค่ากลางของข้อมูล การวัดการกระจายของข้อมูล การหาตำแหน่งที่ของข้อมูล

1.3) มาตรฐาน ค 5.1 ม.4-6/3 เลือกใช้ค่ากลางที่เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ ค่ากลางของข้อมูล การวัดการกระจายของข้อมูล การหาตำแหน่งที่ของข้อมูล

2) มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้

2.1) มาตรฐาน ค 5.2 ม.4-6/1 นำผลที่ได้จากการสำรวจความคิดเห็นไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ การสำรวจความคิดเห็น

2.2) มาตรฐาน ค 5.2 ม.4-6/2 อธิบายการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ และนำผลที่ได้ไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ การทดลองสุ่ม แซมเปิลสเปซ เหตุการณ์ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

3) มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้

3.1) มาตรฐาน ค 5.3 ม.4-6/1 ใช้ข้อมูลข่าวสารและค่าสถิติช่วยในการตัดสินใจ สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ สถิติและข้อมูล

3.2) มาตรฐาน ค 5.3 ม.4-6/2 ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา สาระการเรียนรู้แกนกลาง ได้แก่ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

2.1.3.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1) มาตรฐาน ค 6.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยตัวชี้วัดดังนี้

- 1.1) มาตรฐาน ค 6.1 ม.4-6/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
- 1.2) มาตรฐาน ค 6.1 ม.4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
- 1.3) มาตรฐาน ค 6.1 ม.4-6/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
- 1.4) มาตรฐาน ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน
- 1.5) มาตรฐาน ค 6.1 ม.4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ
- 1.6) มาตรฐาน ค 6.1 ม.4-6/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.1.4 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำอธิบายรายวิชา		
รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
รหัสวิชา ค32101	ภาคเรียนที่ 1	จำนวน 40 ชั่วโมง/ภาคเรียน
จำนวน 1.0 หน่วยกิต	เวลาเรียน 2 ชั่วโมง/สัปดาห์	
ศึกษาและฝึกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อันได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในสาระต่อไปนี้ เลขยกกำลัง รากที่ n ของจำนวนจริง ค่าหลักของรากที่ n ของจำนวนจริง สมบัติของรากที่ n การหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณของจำนวนที่อยู่ในรูปปรณท์ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ สมบัติของเลขยกกำลัง และการนำความรู้เรื่องเลขยกกำลังไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา อัตราส่วนตรีโกณมิติ การหาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมขนาดตั้งแต่ 1 องศาถึง 89 องศา การหาความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้ความรู้เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และอัตราส่วนตรีโกณมิติ การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับการหาระยะทางและความสูง		
รหัสตัวชี้วัด	ค 1.1 ม.4-6/3 ค 1.2 ม.4-6/1 ค 1.3 ม.4-6/1 ค 2.1 ม.4-6/1 ค 2.2 ม. 4-6/1 ค 6.1 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3 ,ม.4-6/4, ม.4-6/5, ม.4-6/6	
รวมทั้งหมด 11 ตัวชี้วัด		

ตารางที่ 2.1 หน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัดที่	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	เลขยก- กำลัง	ค 1.1 ม.4-6/3 ค 1.2 ม.4-6/1 ค 1.3 ม.4-6/1	- รากที่ n ของจำนวนจริง - สมบัติของรากที่ n - การหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณของจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ - สมบัติของเลขยกกำลัง - การนำความรู้เรื่องเลขยกกำลังไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา	25	50
2	อัตราส่วน ตรีโกณมิติ	ค 2.1 ม.4-6/1 ค 2.2 ม.4-6/1	- อัตราส่วนตรีโกณมิติ - การหาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมขนาดตั้งแต่ 1 องศา ถึง 89 องศา - การหาความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสและอัตราส่วนตรีโกณมิติ - การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติเกี่ยวกับการหาระยะทางและความสูง	15	50
รวมตลอดภาคเรียน				40	100

สรุปได้ว่า หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความมุ่งหมายที่จะพัฒนาให้ผู้เรียน มีความรู้ ความสามารถ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปใช้ในการศึกษาต่อ รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ช่วยพัฒนากระบวนการคิดและพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้ดีขึ้น และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยา

2.2.1 การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ (Cooperative Learning)

การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียนรู้ โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ มีการทำงานร่วมกัน ปรึกษากัน มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตัวและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือมีหลายวิธีดังที่มีผู้นำเสนอ ดังนี้ (Slavin, 1995)

2.2.1.1 Student Teams Achievement Division: STAD เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สมาชิกในกลุ่มมี 4 คน กระจายความสามารถแบบ เก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน แล้วครูกำหนดบทเรียนและงานของกลุ่ม ครูสอนบทเรียนแล้วให้งานกลุ่ม สมาชิกภายในกลุ่มต้องช่วยเหลือกันทำงานจนสมาชิกทุกคนเข้าใจเนื้อหา แล้วสอบเป็นรายบุคคล ครูนำคะแนนที่ได้เป็นรายบุคคลมาเปรียบเทียบกับคะแนนเดิมของนักเรียนเอง เพื่อหาคะแนนพัฒนาการ แล้วนำไปคิดเป็นคะแนนของกลุ่ม แล้วครูให้รางวัลกลุ่ม

2.2.1.2 Team Game Tournaments: TGT เป็นเทคนิคหนึ่งที่ต้องประกอบคล้ายคลึงกับ STAD ยกเว้นในเรื่องการสอบย่อย และในเรื่องคะแนนพัฒนาการ ซึ่งได้มาจากเกมการแข่งขันทางวิชาการแทน ดังนั้นในการสอนและทำกิจกรรมกลุ่มก็จะคล้ายกับ STAD จากนั้นสมาชิกกลุ่มไม่ต้องสอบ เพียงแต่มาเล่นเกมการแข่งขันทางวิชาการแทน โดยจัดกลุ่มใหม่ซึ่งกลุ่มใหม่จะเป็นกลุ่มแข่งขันที่สมาชิกกลุ่มมีความสามารถเท่า ๆ กัน กลุ่มละ 3 คน แล้วทำการแข่งขัน กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดจะได้ 6 คะแนน สำหรับกลุ่มที่สองได้ 4 คะแนน และกลุ่มที่สามได้ 2 คะแนน ก็จะได้คะแนนไปรวมกับกลุ่มเดิมเพื่อเป็นคะแนนของกลุ่ม ทุกครั้งต้องมีการแข่งขันใหม่และให้นักเรียนมีความสามารถดีขึ้น (ดูจากคะแนนการแข่งขัน) ไปแข่งขันกับกลุ่มที่เก่งขึ้น ส่วนที่นักเรียนที่มีความสามารถน้อยลงไปแข่งขันกับกลุ่มที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน จากนั้นครูให้คะแนนกลุ่ม (กลุ่มเดิมมิใช่กลุ่มแข่งขัน) แล้วให้รางวัล

2.2.1.3 Team Assisted Individualization: TAI เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับวิชาคณิตศาสตร์ ผสมผสานกับการเรียนเป็นรายบุคคลเข้ากับการเรียนแบบ STAD โดยเริ่มทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วจัดนักเรียนเข้ากลุ่มความสามารถ กลุ่มละ 4 คน ครูทำการอธิบายบทเรียน นักเรียนแต่ละคนจะเริ่มบทเรียนไม่เท่ากัน เพราะมีระดับความสามารถแตกต่างกัน แต่จะทำงานร่วมมือกันเป็นทีม นักเรียนที่มีความสามารถเท่ากันจะเรียนร่วมกัน เมื่อจบเนื้อหาแต่ละครั้งจะกลับมารวมกลุ่มกันทำงาน นักเรียนที่เรียนล้าหน้าไปแล้วจะช่วยนักเรียนที่เรียนไม่ทันในการอธิบาย การทำงาน และช่วยตรวจแบบฝึกหัด ครูอาจจะทยอยเรียกผู้เรียนจากกลุ่มต่าง ๆ ที่มีความสามารถระดับเดียวกันมารวมกลุ่มเพื่อ

สอน อธิบายเนื้อหาให้เข้าใจอีกครั้งแล้วจึงกลับเข้ากลุ่มไปช่วยเพื่อนทำงาน จากนั้นครูทำการทดสอบและให้คะแนนกลุ่มเหมือนแบบ STAD

2.2.1.4 Co-operative Integrated Reading and Composition: CIRC เทคนิคการสอนแบบนี้ใช้สำหรับการสอนในวิชาทางภาษาซึ่งจะเน้นทักษะด้านการอ่าน การเขียน โดยแนวการสอนนั้นจะมีการแบ่งกลุ่มเรียนรู้โดยแต่ละกลุ่มมีสมาชิกจำนวน 4 คน ซึ่งสมาชิกในกลุ่มประกอบด้วยสองคนแรกจะมีความรู้เท่ากัน และอีกสองคนหลังไม่จำเป็นจะต้องมีความรู้เท่ากัน แล้วครูจะให้คู่ตัวแทนนักเรียนจากทุกกลุ่มที่มีระดับความรู้เท่ากันมาสอน ส่วนคนที่เหลือในกลุ่มให้ทำงานกลุ่มตามกำหนด เมื่อครูสอนความรู้ตัวแทนนักเรียนเสร็จแล้วครูก็จะเรียกตัวแทนนักเรียนคู่ต่อไปมาจากทุกกลุ่มมาสอนกลับกัน เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนการสอนจึงทำการทดสอบเป็นรายบุคคลแล้วนำคะแนนที่ได้มารวมเป็นคะแนนกลุ่มหรือผลงานกลุ่ม

2.2.1.5 Jigsaw เป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่สมาชิกในกลุ่มละความสามารถกลุ่มละ 3-6 คน แล้วแบ่งหัวข้อย่อย ๆ ไปให้สมาชิกแต่ละคนศึกษา ให้กลุ่มที่ศึกษาหัวข้อเดียวกันไปศึกษาร่วมกัน (expert group) แล้วจึงกลับมาสอนเพื่อนสมาชิกในกลุ่มเดิม จากนั้นทำการทดสอบเป็นรายบุคคล นำคะแนนที่ได้มารวมเป็นคะแนนกลุ่ม

2.2.1.6 Jigsaw II โดยเทคนิคการสอนแบบนี้จะทำการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน แบบความสามารถกันซึ่งเรียกกลุ่มแบบนี้ว่า กลุ่มบ้าน (Home Group) ซึ่งครูจะให้แต่ละคนในกลุ่มบ้านรับผิดชอบศึกษาในหัวข้อที่แตกต่างกันแล้วแยกย้ายไปเข้ากลุ่มใหม่ในหัวข้อเดียวกัน ซึ่งกลุ่มใหม่นี้เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Group) เมื่อกลุ่มผู้เชี่ยวชาญศึกษาเนื้อหาในหัวข้อและทำงานร่วมกันเสร็จแล้ว ก็จะแยกย้ายกลับไปกลุ่มบ้านของตนเอง แล้วนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมาสอนเพื่อน หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบเป็นรายบุคคลแล้วรวบรวมคะแนนเป็นคะแนนกลุ่มเหมือนกับการสอนแบบ STAD

2.2.1.7 Group Investigation: GI เทคนิคนี้สมาชิกในกลุ่มมี 2-6 คน เป็นรูปแบบที่ซับซ้อน โดยครูแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อยหลายหัวข้อแล้วแบ่งให้แต่ละกลุ่มไปร่วมกันศึกษาค้นคว้าคนละ 1 หัวข้อ แล้วออกมารายงานผลการศึกษานำชั้นเรียน ครูผู้สอนจะให้รางวัลโดยการให้คะแนนเป็นกลุ่ม

2.2.1.8 Learning Together: LT เทคนิคการสอนแบบ LT นี้จะดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งนักเรียนแบบความสามารถออกเป็น 4-5 คนต่อกลุ่ม แล้วให้ทำงานกลุ่มตามที่ครูมอบหมายให้สำเร็จ โดยทุกคนในกลุ่มจะได้คะแนนเท่ากันทุกคน นั่นก็คือคะแนนของกลุ่มนั่นเอง

2.2.1.9 Co-op Co-op เป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่จะคล้ายกับ GI ตรงที่ใช้ภาระงานที่ซับซ้อนมีหลายรูปแบบ นักเรียนควบคุมกันเองว่าจะเรียนอะไร และเรียนอย่างไร นักเรียนทั้งหมดช่วยกันอภิปรายหัวข้อที่จะศึกษา แล้วช่วยกันแบ่งหัวข้อออกเป็นข้อใหญ่ ๆ หลาย ๆ หัวข้อ จากนั้น

แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มที่ละความสามารถ แล้วให้แต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อมาศึกษา กลุ่มแบ่งหัวข้อใหญ่เป็นหัวข้อย่อย ให้สมาชิกแต่ละคนเลือกหัวข้อย่อยไปศึกษา รวบรวมความรู้และจัดหาสื่อการสอนในหัวข้อย่อยนั้น แล้วกลับมาอธิบายให้สมาชิกฟังจนครบทุกคน กลุ่มช่วยกันอภิปรายในกลุ่มแล้วรวบรวมสรุปผลงานกลุ่มแล้วนำเสนอต่อชั้นเรียน การประเมินผลได้มาจากการประเมินการนำเสนอของนักเรียน และรายงานของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม เป็นผลงานของกลุ่ม

2.2.1.10 Think Pair Share เป็นเทคนิคที่เริ่มจากปัญหาที่ครูกำหนด นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบตัวเองก่อน แล้วนำคำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนที่เป็นคู่ จากนั้นนำคำตอบของแต่ละคู่มาอภิปรายพร้อมกัน 4 คน เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของแต่ละคนถูกต้องหรือดีที่สุดจึงนำคำตอบมาเล่าให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

2.2.1.11 Send-A-Problem เป็นเทคนิคการสอนที่เรียกว่า เกมส่งปัญหา โดยให้นักเรียนแต่ละคนตั้งปัญหาของตนเองขึ้นมาคนละ 1 ปัญหา แล้วเขียนปัญหานั้นไว้ที่ด้านหน้าของบัตรปัญหา และเขียนคำตอบหรือคำเฉลยปัญหาไว้ที่ด้านหลังของบัตร เมื่อนักเรียนทุกคนในกลุ่มได้ทำบัตรปัญหาครบแล้ว จะมีการเวียนกันศึกษาปัญหาของเพื่อนโดยให้นักเรียนคนที่ 1 ส่งปัญหาให้คนที่ 2 คนที่สองส่งปัญหาให้คนที่ 3 หมุนเวียนกันไปจนครบทุกคนในกลุ่ม

2.2.1.12 Circle of Learning เทคนิคของวิธีนี้ทำได้หลายรูปแบบ วิธีที่นิยมมากที่สุดคือครูแบ่งกลุ่มเป็น 2-6 คน โดยละความสามารถและเพศ แล้วครูให้เรื่องที่จะศึกษา 1 ชุดต่อกลุ่มให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มทำความเข้าใจเนื้อหาแล้วครูทดสอบเป็นรายบุคคล การให้คะแนนพิจารณารายบุคคล แต่ถ้าเป็นคะแนนกลุ่มจะเน้นทักษะการช่วยเหลือกันและกันในการเรียน

2.2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่ง ที่มีชื่อเต็มว่า Student Teams Achievement Divisions ซึ่งได้รับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดย Johns Hopkins University (Slavin, 1980) โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.2.2.1 ขั้นนำเสนอเนื้อหา โดยการทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม จากนั้นครูผู้สอนจะสอนเนื้อหาใหม่กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ทั้งชั้น

2.2.2.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม โดยนักเรียนในกลุ่ม 3-5 คน ร่วมกันศึกษาเป็นกลุ่มย่อยแบบละความสามารถในการเรียนรู้ประกอบด้วย นักเรียนเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยนักเรียนที่เรียนเก่งในกลุ่มจะอธิบายเนื้อหาและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนที่เรียนระดับปานกลางและอ่อน ตลอดจนมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำกิจกรรมกลุ่ม

2.2.2.3 ขั้นทดสอบย่อย นักเรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่มีการช่วยเหลือกัน

2.2.2.4 ขั้นคิดคะแนนความก้าวหน้า ขั้นนี้ดำเนินการโดยครูทำหน้าที่ตรวจผลการสอนของนักเรียน โดยคะแนนที่นักเรียนทำได้ในการทดสอบจะถือเป็นคะแนนรายบุคคล แล้วนำคะแนนรายบุคคลไปแปลงเป็นคะแนนกลุ่ม

2.2.2.5 ชมเชย/ยกย่อง บุคคลหรือกลุ่มที่มีคะแนนยอดเยี่ยม นักเรียนคนใดทำคะแนนได้มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การทดสอบครั้งที่ผ่านมาจะได้รับคำชมเชยเป็นรายบุคคล และกลุ่มใดทำคะแนนดีกว่าเดิมก็จะได้รับการชมเชยทั้งกลุ่มเช่นเดียวกัน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551: 170-175) ได้ให้ความหมายและหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ไว้ดังนี้

(1) ความหมาย

การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD (Student Teams Achievement Divisions) หมายถึง การจัดกลุ่มเรียนรู้ที่ให้นักเรียนในกลุ่มประมาณ 4-5 คน แบบละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยลำดับแรกครูจะเป็นผู้สอนความรู้แล้วให้แต่ละกลุ่มทำงานร่วมกัน นักเรียนที่เรียนเก่งในกลุ่มจะสอนสมาชิกในกลุ่มให้เข้าใจเนื้อหา เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมกลุ่มแล้วให้นักเรียนทำการสอบเป็นรายบุคคลแล้วนำคะแนนที่ได้จากการสอบของนักเรียนทุกคนในกลุ่มมาบวกกัน กลายเป็นคะแนนหรือผลงานของทีม ผู้สอนจะต้องใช้เทคนิคการเสริมแรง เช่น ให้รางวัล คำชมเชย เป็นต้น ดังนั้น สมาชิกกลุ่มจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

(2) วัตถุประสงค์

(2.1) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

(2.2) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางสังคม เช่น ทักษะกระบวนการกลุ่ม ทักษะการเป็นผู้นำ และฝึกความรับผิดชอบ

(3) ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ประกอบด้วย

(3.1) การเสนอเนื้อหา ผู้สอนทบทวนบทเรียนที่เรียนมาแล้ว และนำเสนอเนื้อหาสาระหรือความคิดรวบยอดใหม่

(3.2) การทำงานเป็นทีมหรือกลุ่ม ผู้สอนจัดผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกัน จัดให้คละกันและชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มที่จะต้องช่วยเหลือกันและร่วมกันเรียนรู้ เพราะผลการเรียนของสมาชิกแต่ละคนส่งผลต่อผลรวมของกลุ่ม

(3.3) การทดสอบย่อย สมาชิกหรือผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบย่อยเป็นรายบุคคล หลังจากเรียนรู้หรือทำกิจกรรมแล้ว

(3.4) คะแนนพัฒนาการของนักเรียน เป็นคะแนนพัฒนาการหรือความก้าวหน้าของสมาชิกแต่ละคน ซึ่งผู้สอนและนักเรียนอาจร่วมกันกำหนดคะแนนพัฒนาการเป็นเกณฑ์ขึ้นมาก็ได้ เช่น

ตารางที่ 2.2 การคิดคะแนนความก้าวหน้าพัฒนาการ

คะแนนจากการทดสอบย่อย	คะแนนความก้าวหน้า
1. ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนฐานมากกว่า 10 คะแนน	0
2. ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนฐาน 1-10 คะแนน	10
3. ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนฐาน 0-10 คะแนน	20
4. ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนฐาน 10 คะแนนขึ้นไป	30

(3.5) การรับรองผลงานและเผยแพร่ชื่อเสียงของทีม เป็นการประกาศผลงานของทีมเพื่อรับรองและยกย่องชมเชยในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ปิดประกาศ ให้รางวัล ลงจดหมายข่าว ประกาศเสียงตามสาย เป็นต้น

(4) ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

(4.1) ข้อดี

(4.1.1) นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบต่อตัวเองและต่อกลุ่มของตัวเอง เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

(4.1.2) นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันในกลุ่มสามารถเรียนรู้ร่วมกันได้อย่างมีความสุข และเต็มประสิทธิภาพเพื่อส่งเสริมให้บรรลุเป้าหมายคือคะแนนผลสัมฤทธิ์ของกลุ่ม

(4.1.3) นักเรียนในกลุ่มมีการสลับสับเปลี่ยนบทบาทและภาระหน้าที่ของตนเอง เช่น บทบาทของหัวหน้ากลุ่ม ผู้นำเสนอ ผู้จัดบันทึก เป็นต้น

(4.1.4) นักเรียนในกลุ่มได้มีการฝึกและเรียนรู้ทักษะทางสังคมหรือการอยู่ร่วมกันในสังคมโดยตรง

(4.1.5) นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีความสนุกสนานในการเรียนรู้ เพราะนอกจากจะได้รับความรู้จากครูผู้สอนแล้ว ยังได้รับการเติมเต็มจากเพื่อนในกลุ่มอีกด้วย

(4.2) ข้อจำกัด

(4.2.1) ถ้าหากนักเรียนขาดความรับผิดชอบ จะทำให้ผลงานกลุ่มออกมาไม่มีประสิทธิภาพหรือไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

(4.2.2) ครูผู้สอนจะต้องใช้เวลาในการเตรียมการสอนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งต้องกำกับดูแลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างใกล้ชิดจึงจะทำให้การจัดการเรียนรู้นั้นเกิดผลดีและมีประสิทธิภาพ

(4.2.3) ครูผู้สอนจะมีภาระงานในการเตรียมการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นเพิ่มขึ้น ทำให้มีเวลาว่างน้อยลง

วัชรรา เล่าเรียนดี (2545: 10-11) ได้เสนอกระบวนการและกิจกรรมในการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ประกอบด้วย

(1) การจัดการเรียนรู้โดยครู เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมไปถึงชั้นสอนเนื้อหาใหม่ โดยครูต้องสอนอย่างมีลำดับขั้นตอน มีการสาธิตและยกตัวอย่างให้ชัดเจน

(2) การร่วมมือกันเรียนรู้ของนักเรียน โดยขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนให้นักเรียนศึกษาและฝึกปฏิบัติร่วมกันในกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่มมาจากความรับผิดชอบร่วมกันของทุกคน สื่อการสอนที่ใช้ในขั้นตอนนี้คือ ใบความรู้ ใบงาน หรือใบกิจกรรม และสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีการฝึกปฏิบัติในการเรียนรู้ร่วมกันดังนี้

(2.1) สมาชิกในกลุ่มทุกคนต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเองและเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม โดยมีการตรวจสอบเพื่อนสมาชิกในกลุ่มถึงความเข้าใจในเรื่องที่เรียนและการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันอย่างแท้จริง

(2.2) ฝึกถามเพื่อนสมาชิกในกลุ่มก่อนที่จะถามครู

(2.3) สมาชิกในกลุ่มต้องตั้งใจอธิบายความรู้ให้กันและกันอย่างเต็มที่

(3) การทดสอบความรู้ความเข้าใจ เป็นการทดสอบรายบุคคล การตรวจให้คะแนนอาจให้นักเรียนช่วยกันตรวจ แล้วนำคะแนนของแต่ละคนมารวมเป็นคะแนนกลุ่มและนำมาคำนวณเป็นคะแนนพัฒนาการของกลุ่ม โดยมีการยกย่องชมเชยหรือให้รางวัลกับกลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสูงสุด เพื่อเป็นกำลังใจในการเรียนรู้ครั้งต่อไป ควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกคะแนนฐานและคะแนนพัฒนาการของแต่ละกลุ่มทุกครั้ง โดยให้นำคะแนนจากการทดสอบครั้งที่ผ่านมานำมาเฉลี่ยเป็นคะแนนฐานซึ่งในการทดสอบแต่ละครั้งต้องมีคะแนนเต็มเท่ากัน เช่น ถ้าสมมติทำการทดสอบ 4 ครั้ง ซึ่งมีคะแนนเต็ม 100 คะแนน ได้คะแนนดังนี้ 80, 86, 78, และ 92 คะแนน ตามลำดับ สมมติที่จะมีคะแนนฐาน 84 คะแนน แล้วนำคะแนนฐานไปเปรียบเทียบกับคิดหาคะแนนพัฒนาการ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนพัฒนาการดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การคิดหาคะแนนพัฒนาการ (Improvement Point)

ส่วนต่างของคะแนนทดสอบย่อยกับคะแนนฐานแต่ละคน	คะแนนพัฒนาการ
- ได้ต่ำกว่าคะแนนฐานมากกว่า 10 คะแนน	0
- ได้ต่ำกว่าคะแนนฐาน 1-10 คะแนน	10
- ได้เท่ากับคะแนนฐานหรือมากกว่า 1-10 คะแนน	20
- ได้สูงกว่าคะแนนฐานมากกว่า 10 คะแนน	30

(4) รางวัลหรือเป้าหมายของกลุ่ม ในการจัดการเรียนการสอนครูจะมีการตั้งรางวัลไว้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความพยายามในการเรียนรู้มากขึ้น และพยายามปรับพฤติกรรมของตนเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม รางวัลที่กำหนดอาจจะเป็นสิ่งของ ประกาศนียบัตร คำชมเชย ฯลฯ แต่อย่างไรก็ตาม ครูควรชี้ให้นักเรียนทราบว่าแต่ละกลุ่มไม่ควรแข่งขันเพียงเพื่อต้องการรางวัลเพียงอย่างเดียว เกณฑ์การให้รางวัลแสดงได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างเกณฑ์การกำหนดกลุ่มที่ได้รางวัล

คะแนนพัฒนาเฉลี่ยของกลุ่ม	ระดับการพัฒนา
0-15	กลุ่มเก่ง
16-25	กลุ่มเก่งมาก
26-30	กลุ่มยอดเยี่ยม

ทิสนา แคมมณี (2545: 66–67) ได้เสนอกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เทคนิค STAD โดยมีขั้นตอนดังนี้

- (1) จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-ปานกลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน
- (2) สมาชิกในกลุ่มจะได้รับเนื้อหาสาระและมีการศึกษาเนื้อหานั้นร่วมกัน ครูอาจให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบในแต่ละตอน และเก็บคะแนนของตนไว้
- (3) ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบครั้งสุดท้าย ซึ่งเป็นการทดสอบรวบยอดและนำคะแนนของตนไปหาคะแนนพัฒนาการ ซึ่งหาได้ดังนี้
 - (3.1) คะแนนฐาน ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้ง ที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้

(3.2) คะแนนที่ได้ ได้มาจากการนำคะแนน ทดสอบครั้งสุดท้ายลบด้วยคะแนนฐาน

(3.3) คะแนนพัฒนาการ การให้คะแนนพัฒนาการจะให้คะแนนตามเกณฑ์ต่อไปนี้
ถ้าคะแนนที่ได้ คือ

น้อยกว่า -10 คะแนนพัฒนาการที่ได้เท่ากับ 0 คะแนน

-1 ถึง -10 คะแนนพัฒนาการที่ได้เท่ากับ 10 คะแนน

1 ถึง 10 คะแนนพัฒนาการที่ได้เท่ากับ 20 คะแนน

มากกว่า 10 คะแนนพัฒนาการที่ได้เท่ากับ 30 คะแนน

- (4) สมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม นำคะแนนพัฒนาการมารวมกันจะกลายเป็นคะแนนพัฒนาการของกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนพัฒนาการของกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นจะได้รางวัล

วัฒนาพร ระจับทุกซ์ (2542: 37-38) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ไว้ดังนี้

(1) ครูนำเสนอประเด็น หรือเนื้อหาใหม่ โดยอาจนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจ ใช้การสอนโดยตรง หรือตั้งประเด็นให้ผู้เรียนอภิปราย

(2) จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คนให้สมาชิกมีความสามารถในการเรียนรู้ลักษณะกันประกอบด้วย ความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ

(3) แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา ทบทวนเนื้อหาที่ครูนำเสนอจนเข้าใจ

(4) ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มทำแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

(5) ตรวจสอบคำตอบของผู้เรียน นำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

(6) กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด จะได้รับคำชมเชยโดยการติดประกาศไว้ที่ป้ายนิเทศของห้องเรียน

จากการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ของนักวิชาการต่าง ๆ สามารถทำการวิเคราะห์ถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 วิเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ของนักวิชาการต่าง ๆ

ขั้นตอน การ สอนที่	กิจกรรมการสอนของนักวิชาการ				
	Johns Hopkins University	สุวิทย์ มูลคำ	วัชร เล่าเรียนดี	ทิตนา แซมมณี	วัฒนาพร ระจับทุกซ์
1	- นำเสนอ เนื้อหา	- นำเสนอเนื้อหา ใหม่โดยครู	- ชี้นำเข้าสู่ บทเรียน - สอนเนื้อหา ใหม่	- จัดกลุ่มการ เรียนรู้	- นำเสนอ เนื้อหาใหม่ โดยครู
2	- ปฏิบัติ กิจกรรมกลุ่ม	- ทำงานเป็น กลุ่มแบบละ ความสามารถ - เรียนรู้ร่วมกัน	- กิจกรรมกลุ่ม และร่วมมือ กันเรียนรู้	- ศึกษาเนื้อหา เป็นกลุ่ม - ทดสอบย่อย เป็นรายบุคคล	- จัดผู้เรียนเป็น กลุ่มแบบละ ความสามารถ

ตารางที่ 2.5 วิเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ของ
นักวิชาการต่าง ๆ (ต่อ)

ขั้นตอน การ สอนที่	กิจกรรมการสอนของนักวิชาการ				
	Johns Hopkins University	สุวิทย์ มูลคำ	วัชร เล่าเรียนดี	ทิตนา แซมมณี	วัฒนาพร ระจับทุกซ์
3	- ทดสอบย่อย	- ทดสอบย่อย เป็นรายบุคคล	- ทดสอบ ความรู้ ความเข้าใจ - ตรวจให้ คะแนน - คิดคะแนน ฐาน และ คะแนน พัฒนาการ	- ทดสอบครึ่ง สุดท้าย - คำนวน คะแนน รายบุคคล ได้แก่ คะแนน ฐาน คะแนนที่ ได้ และคะแนน พัฒนาการ	- กิจกรรมกลุ่ม - ร่วมกัน ทบทวน เนื้อหาที่ ครูสอน
4	- คิดคะแนน ความก้าวหน้า	- คำนวนให้ คะแนนฐาน เป็นรายบุคคล - คำนวน คะแนน พัฒนาการ ของกลุ่ม	- ให้รางวัล	- คำนวน คะแนน พัฒนาการ ของกลุ่ม - ให้รางวัล	- ทดสอบวัด ความรู้ ความเข้าใจ เป็นรายบุคคล
5	- ชมเชย/ ยกย่อง	- รับรองผลงาน - เผยแพร่ ชื่อเสียง ของทีม - ยกย่องชมเชย			- ตรวจสอบคำตอบ - รวมคะแนน สมาชิก ทุกคนเป็น คะแนนกลุ่ม
6					- ชมเชย - ให้รางวัล

จากการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ซึ่งเรียบเรียงโดย Johns Hopkins University (Slavin, 1980); สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551: 170-175); วัชรรา เล่าเรียนดี (2545: 10-11); ทิศนา แคมมณี (2545: 66-67) และวัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542: 37-38) ซึ่งผู้วิจัยยึดหลักการจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ของ Johns Hopkins University และปรับปรุงขั้นตอนที่ 4 การคิดคะแนนความก้าวหน้า จากวัชรรา เล่าเรียนดี (2545: 10-11) โดยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD (Student Teams Achievement Divisions) คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอเนื้อหา ผู้สอนทบทวนบทเรียนที่เรียนมาแล้วและนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ทั้งชั้น

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ผู้สอนจัดกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน ให้แต่ละความสามารถกัน โดยในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย นักเรียนเรียนเก่ง 1 คน นักเรียนเรียนปานกลาง 2 คน และนักเรียนเรียนอ่อน 1 คน พร้อมทั้งชี้แจงให้ผู้เรียนทราบถึงบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มที่จะต้องช่วยเหลือกันและร่วมกันเรียนรู้ เพราะผลการเรียนของสมาชิกแต่ละคนส่งผลต่อผลรวมของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ทดสอบย่อย ให้ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบย่อยเป็นรายบุคคลหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งชั่วโมงที่สอนมา คะแนนที่ได้ของแต่ละคนจะนำไปจัดทำเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม และนำมาคำนวณเป็นคะแนนฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป

ขั้นที่ 4 คิดคะแนนความก้าวหน้า ซึ่งหาได้ดังนี้

1) คะแนนฐาน ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้งที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้

2) คะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล ได้จากการนำคะแนนทดสอบย่อย ลบด้วย คะแนนฐานของแต่ละคนแล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ตารางที่ 2.6 เกณฑ์การให้คะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล

ผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบย่อยกับคะแนนฐาน	คะแนนความก้าวหน้า
น้อยกว่า -3	0
-3 ถึง -2	2
-1 ถึง 0	4
1 ถึง 2	6
ตั้งแต่ 3 ขึ้นไป	8

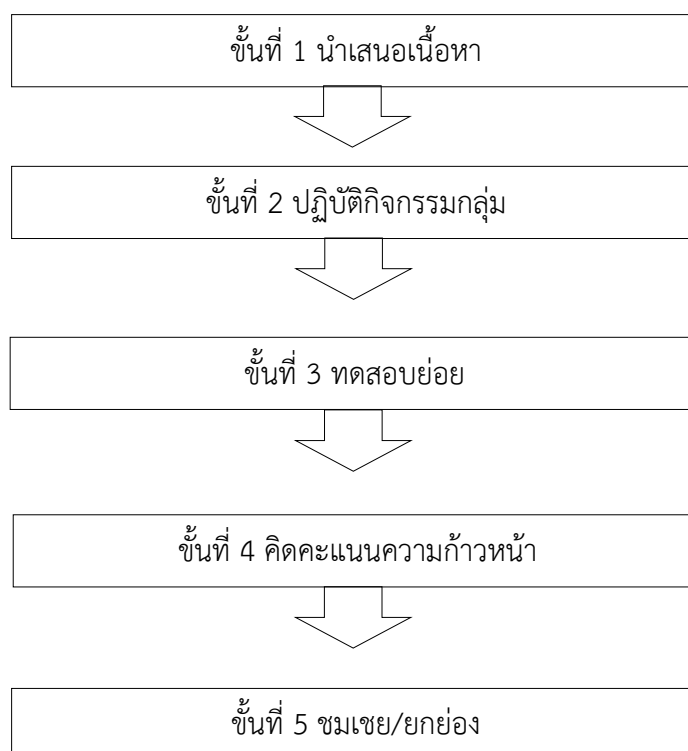
3) คะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล ของสมาชิกในกลุ่มนั้น ๆ โดยคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มจะนำไปเทียบกับเกณฑ์ระดับความก้าวหน้า ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 เกณฑ์แบ่งกลุ่มระดับความก้าวหน้า

คะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม	ระดับความก้าวหน้า
0-2	กลุ่มแก่ง
3-5	กลุ่มแก่งมาก
6-8	กลุ่มยอดเยี่ยม

ขั้นที่ 5 ชมเชย/ยกย่อง ขั้นตอนนี้เป็นการประกาศผลงานของกลุ่ม โดยการปิดประกาศว่า อยู่ในระดับใด และกลุ่มที่มีระดับความก้าวหน้าเป็นกลุ่มยอดเยี่ยมหรือกลุ่มที่มีระดับความก้าวหน้า สูงสุด จะได้รับรางวัล

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ดังกล่าว สามารถสรุปเป็น แผนภาพ ได้ดังนี้



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

2.2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

โพลยา (Polya, 1957: 1-5) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งมีจุดประสงค์ในการช่วยเหลือนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากในบางครั้งนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เอง ครูผู้สอนจะคอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำเพื่อให้นักเรียนค้นพบหนทางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เอง โดยครูตั้งคำถามชี้แนะขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เหมือน ๆ กัน ในปัญหาลักษณะต่าง ๆ กัน เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาได้ว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และอะไรคือสิ่งที่โจทย์ถามหา มีเงื่อนไขอะไรบ้าง ซึ่งในการตั้งคำถามและให้คำแนะนำนักเรียนมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ ประการแรกต้องการช่วยเหลือนักเรียนให้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ และประการที่สอง ต้องการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองตลอดไป เพราะถ้านักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ผ่านการซึมซับคำถามและคำแนะนำซึ่งครูผู้สอนเตรียมไว้อย่างเป็นขั้นตอนแล้ว นักเรียนจะเกิดแรงจูงใจในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ก้าวหน้าต่อไปซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (Polya, 1957: 5-36) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการเริ่มต้นของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา และระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ซึ่งในการทำเข้าใจปัญหานั้นนักเรียนต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปซ้ำมา พิจารณาหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระสำคัญของปัญหาด้วยถ้อยคำของนักเรียนเอง

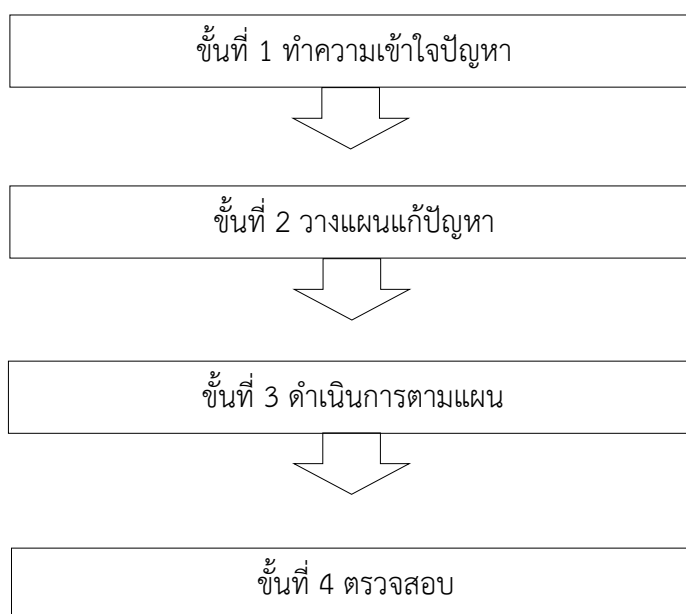
ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนต้องค้นหาความเชื่อมโยง หรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดแผนหรือแนวทางในการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน คือ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไม่สามารถใช้แก้ปัญหาให้สำเร็จได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีนั้นใหม่อีกครั้ง

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องตรวจสอบผลหรือมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา แล้วพิจารณาว่ามีแนวทาง มีคำตอบหรือมียุทธวิธีอื่น ๆ ในการแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่

สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ จะสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

จากการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา สามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

2.2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

จากการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ซึ่งเรียบเรียงโดย Johns Hopkins University (Slavin, 1980); สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551: 170-175); วิชา เล่าเรียนดี (2545: 10-11); ทิศนา ขัมมณี (2545: 66-67) และวัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542: 37-38) ซึ่งผู้วิจัยยึดหลักการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ของ Johns Hopkins University (Slavin, 1980) และปรับปรุงขั้นตอนที่ 4 การคิดคะแนนความก้าวหน้า จากวิชา เล่าเรียนดี (2545: 10-11) และจากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1957: 1-5) ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มาใช้ในการจัดกิจกรรมร่วมกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.2.4.1 นำเสนอเนื้อหา ผู้สอนทบทวนบทเรียนที่เรียนมาแล้วและนำเสนอเนื้อหาสาระใหม่กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นโดยให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาร่วมกัน

2.2.4.2 ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ผู้สอนจัดกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน ให้แต่ละความสามารถกัน โดยในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย นักเรียนเรียนเก่ง 1 คน นักเรียนเรียนปานกลาง 2 คน และนักเรียนเรียนอ่อน 1 คน พร้อมทั้งชี้แจงให้ผู้เรียนทราบถึงบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มที่จะต้องช่วยเหลือกันและร่วมกันเรียนรู้ เพราะผลการเรียนของสมาชิกแต่ละคนส่งผลต่อผลรวมของกลุ่ม แล้วให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบคำตอบที่ได้

2.2.4.3 ทดสอบย่อย ให้ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบย่อยเป็นรายบุคคลหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งชั่วโมงที่สอนมา คะแนนที่ได้ของแต่ละคนจะนำไปจัดทำเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม และนำมาคำนวณเป็นคะแนนฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป

2.2.4.4 คัดคะแนนความก้าวหน้า ซึ่งหาได้ดังนี้

- 1) คะแนนฐาน ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้ง ที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้
- 2) คะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล ได้จากการนำคะแนนทดสอบย่อย ลบด้วยคะแนนฐานของแต่ละคนมาเทียบกับเกณฑ์ (ดังตารางที่ 2.6 โดยนำมาแสดงอีกครั้ง ดังตารางที่ 2.8)

ตารางที่ 2.8 เกณฑ์การให้คะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล

ผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบย่อยกับคะแนนฐาน	คะแนนความก้าวหน้า
น้อยกว่า -3	0
-3 ถึง -2	2
-1 ถึง 0	4
1 ถึง 2	6
ตั้งแต่ 3 ขึ้นไป	8

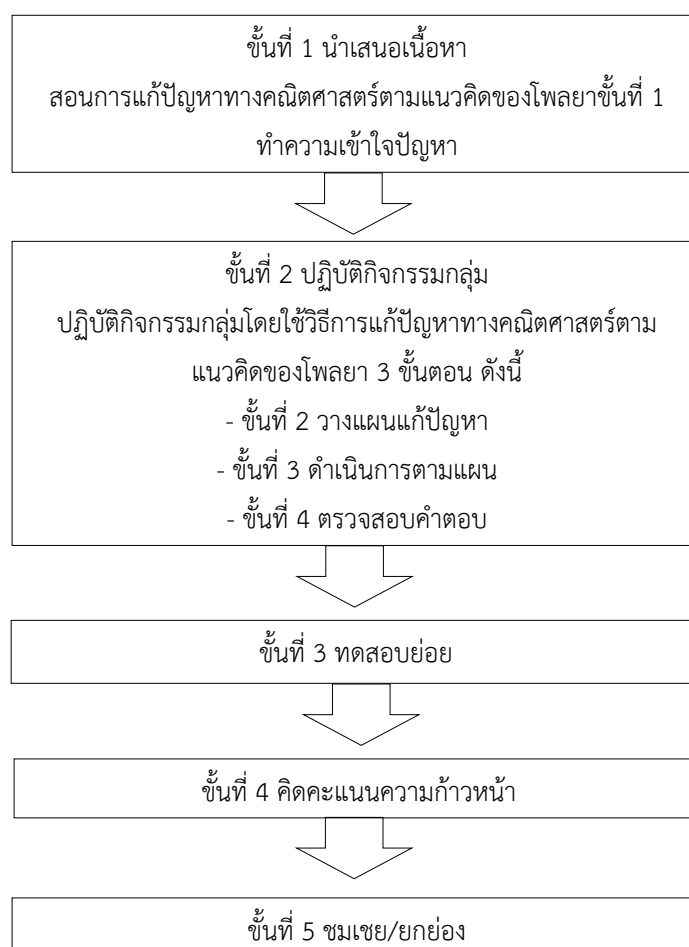
3) คะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคลของสมาชิกในกลุ่มนั้น ๆ โดยคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มจะนำไปเทียบกับเกณฑ์ระดับความก้าวหน้า (ดังตารางที่ 2.7 โดยนำมาแสดงอีกครั้งดังตารางที่ 2.9)

ตารางที่ 2.9 เกณฑ์แบ่งกลุ่มระดับความก้าวหน้า

คะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม	ระดับความก้าวหน้า
0-2	กลุ่มเก่ง
3-5	กลุ่มเก่งมาก
6-8	กลุ่มยอดเยี่ยม

2.2.4.5 ชมเชย/ยกย่อง ขั้นตอนนี้เป็นการประกาศผลงานของกลุ่ม โดยการเปิดเผยว่าอยู่ในระดับใด และกลุ่มที่มีระดับความก้าวหน้าเป็นกลุ่มยอดเยี่ยมกลุ่มที่มีระดับความก้าวหน้าสูงสุดจะได้รับรางวัล

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ดังกล่าว สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังนี้



ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

2.3 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3.1 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสนับสนุนการแก้ปัญหาในศาสตร์อื่น ๆ เช่น การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐกิจ และชีวิตจริง ได้มีผู้ให้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้หลายท่านที่สำคัญ ได้แก่

พัชรี ปิยภักดิ์ (2555: 7) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาซึ่งปัญหานั้นอาจเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยแต่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 77) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา

กมลฉัตร กล่อมอิม (2556: 12) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจในทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินการหาคำตอบของปัญหา ด้วยกระบวนการที่เหมาะสมกับปัญหานั้น ได้แก่ การวิเคราะห์ตีความหมายโจทย์ปัญหา วางแผนและกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือคำตอบของปัญหานั้นอย่างสมเหตุสมผล

จากการให้ความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยการทำความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และสรุปคำตอบ

2.3.2 องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 175–176) ได้เสนอพื้นฐานที่เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลต่อทักษะหรือความสามารถของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

2.3.2.1 องค์ประกอบเกี่ยวกับภาษา ได้แก่ คำและความสามารถของคำบางคำที่ใช้ในคณิตศาสตร์ ความหมายของประโยคหรือข้อความที่กำหนดให้ในโจทย์ปัญหา คำที่ใช้ในคณิตศาสตร์อาจมีความหมายแตกต่างจากความหมายที่ใช้ในการสื่อสารและสื่อความหมายกันทั่ว ๆ ไป เช่นคำว่า “หรือ/และ” ต้องเข้าใจว่าทางคณิตศาสตร์ใช้อย่างไร คำอนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบท ถ้าแล้ว ก็ต่อเมื่อ ฯลฯ คำเหล่านี้เป็นคำที่ใช้ในคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจะต้องเข้าใจอย่างชัดเจนว่าหมายถึงอะไรในขอบเขตเพียงใด นอกจากคำต่าง ๆ แล้ว ยังมีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ และการหาร การยกกำลัง การหารค่าราก นักเรียนต้องเข้าใจถึงความหมายของการดำเนินการ

ต่าง ๆ เหล่านี้ และการนำไปใช้ในการแปลความหมายโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง

2.3.2.2 องค์ประกอบเกี่ยวกับความเข้าใจ ได้แก่ ความรู้ความสามารถในการตีความและแปลความหมายข้อความทั้งหมดของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่นำไปสู่การหาคำตอบด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่ง ซึ่งนักเรียนต้องคิดได้ด้วยตนเอง ถ้านักเรียนสามารถแปลความหมายจากโจทย์ปัญหานั้นเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง ก็มีโอกาสูงที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหานั้น

2.3.2.3 องค์ประกอบเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ได้แก่ ทักษะในการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

2.3.2.4 องค์ประกอบเกี่ยวกับการแสดงวิธีทำ ได้แก่ ความสามารถในการเขียนแสดงการแก้ปัญหาที่มีความสมบูรณ์ทั้งแนวคิด เหตุผล และลำดับขั้นตอน นักเรียนต้องมีทักษะในการนำเสนอสิ่งเหล่านี้ด้วยวิธีการที่เหมาะสม ครูควรให้ความสำคัญกับการเขียนวิธีทำของนักเรียน โดยเฉพาะในเรื่องสมการที่ต้องแสดงขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบให้ปรากฏด้วยความชัดเจนของคำตอบเกี่ยวกับหน่วยของคำตอบ ความละเอียดลออเกี่ยวกับการใช้เครื่องหมาย $=$ หรือ $\approx$ ที่ถูกต้องและเหมาะสมกับปัญหานั้น ๆ

2.3.2.5 องค์ประกอบในการฝึกทักษะ ได้แก่ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสอนให้นักเรียนมีความชำนาญในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นเรื่องยากและท้าทาย ครูผู้สอน ครูจำเป็นต้องศึกษาถึงยุทธวิธีให้หลากหลาย เพื่อนำมาถ่ายทอดประสบการณ์ให้นักเรียนได้ค้นเคยและเลือกใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเริ่มต้นของครูควรเริ่มจากปัญหาง่าย ๆ ไปสู่ปัญหาที่ยากซับซ้อนขึ้น ให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม อภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดของกันและกัน ครูอาจแนะนำยุทธวิธีที่เหมาะสมให้นักเรียนลองนำไปใช้แก้ปัญหาได้บ้างในโจทย์ปัญหาได้บ้างในบางโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางข้อ ครูอาจต้องให้ตัวอย่างที่เห็นแนวคิดหรือยุทธวิธีที่มีได้มากกว่า 1 แบบ เพื่อให้นักเรียนเห็นวิธีการและทำความเข้าใจกับยุทธวิธีเหล่านั้น ที่สำคัญครูต้องให้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาแก่นักเรียนเพื่อให้ได้ฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ เมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาแก่นักเรียนเพื่อให้ได้ฝึกฝนสม่ำเสมอ เมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้เองมากขึ้น ความหวาดกลัวที่ต้องเผชิญกับโจทย์ปัญหาจะลดลง และเจตคติที่มีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเป็นไปในทางบวกมากยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การเข้าใจภาษาหรือความหมายของประโยคที่กำหนดให้ในโจทย์ปัญหา มีความสามารถในการตีความและแปลความหมาย มีความสามารถในการคิดคำนวณ และการฝึกทักษะให้เกิดความชำนาญในการแก้โจทย์ปัญหาและเพิ่มพูนประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาอยู่เสมอ

2.3.3 แนวทางในการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 205–206) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้การสอนแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น สามารถสรุปเป็นข้อมูลที่ครูนำไปปฏิบัติได้ดังนี้

2.3.3.1 ครูจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนความคิดในการสอนคณิตศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเองมากกว่าที่จะทำตามขั้นตอนที่ครูบอก

2.3.3.2 ในการสอนแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนครูควรให้เวลานักเรียนในการคิดด้วยตนเอง โดยการใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพเป็นตัวกระตุ้น และไม่ควรเน้นเรื่องคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าเหตุผลในการหาคำตอบของนักเรียน เพื่อครูจะได้รู้ว่าคุณนักเรียนคิดอย่างไร ครูควรเปลี่ยนพฤติกรรมจากการเป็นผู้สอนและอธิบาย มาเป็นผู้กำกับให้นักเรียนคิดหาเหตุผลและใช้เหตุผล

2.3.3.3 ควรสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากคิดและอยากแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจใช้กิจกรรมการเล่นเกมหรือแข่งขันในบางครั้ง

2.3.3.4 ในช่วงขั้นต้น ๆ ครูไม่ควรคาดหวังกับการแสดงวิธีทำของนักเรียน นักเรียนอาจจะหาได้เฉพาะคำตอบเพียงอย่างเดียว สิ่งที่ครูควรทำคือถามนักเรียนว่าคำตอบเหล่านั้นได้มาอย่างไรและทำไมจึงได้เช่นนั้น

2.3.3.5 การเลือกโจทย์ปัญหาที่จะนำมาสอน ครูควรคำนึงถึงความยากง่าย โดยเลือกให้มีความเหมาะสมกับวัยและสติปัญญาของนักเรียน ไม่ควรใช้โจทย์ที่ยากเกินไป แต่ควรเป็นโจทย์ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันให้มาก อาจเพิ่มลักษณะโจทย์ที่ทำหายสติปัญญา สำหรับนักเรียนบางคนที่มีความถนัด

2.3.3.6 ครูควรเป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียนค้นคว้าและแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง

2.3.3.7 ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างทั่วถึง โดยใช้วิธีการต่าง ๆ อย่างหลากหลาย

2.3.3.8 ควรฝึกให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อเสริมทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ฝึกการสังเกต ฝึกการบันทึก ฝึกการฟัง ฝึกการถาม ฝึกการตอบ ฝึกการตั้งข้อสันนิษฐาน ฝึกการค้นคว้าหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ และฝึกทำโครงการ

2.3.3.9 ครูไม่ควรรีบเฉลยปัญหา แต่อาจชี้แนะแบบกว้าง ๆ ให้นักเรียนหาคำตอบด้วยตนเองก่อน และค่อย ๆ เสริมรายละเอียดมากขึ้นตามความเหมาะสม

2.3.3.10 ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย เกิดปัญหาและอยากค้นคว้าหาคำตอบ

2.3.3.11 ครูควรสนับสนุนให้เกิดปฏิสัมพันธ์ ระหว่างนักเรียนโดยการแบ่งกลุ่มช่วยกันในการแก้โจทย์ปัญหา หรือช่วยกันหาโจทย์ปัญหาหรือสร้างโจทย์จากสถานการณ์ต่าง ๆ

และสำหรับครูที่มีประสบการณ์ไม่มากในด้านการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนเรียน การพยายามแก้ปัญหาอย่างใคร่ครวญ การพยายามขอคำแนะนำจากครูผู้มีประสบการณ์ ศึกษาวิธีการจากตำราและการสาธิตการสอนของครูผู้ชำนาญ แล้วนำมาปรับใช้กับนักเรียนของตนเองให้เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ก็จะสามารถแก้ปัญหาในเรื่องนี้ได้

2.3.4 การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 30) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในกรณีผู้ประเมินต้องการตรวจสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละประเด็นย่อยตามกระบวนการการแก้ปัญหา โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยที่มีการกำหนดระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นย่อยเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ดังนี้

ตารางที่ 2.10 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาได้น้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถ เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้

ตารางที่ 2.10 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
3. การใช้ยุทธวิธี แก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดง การแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดง ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดง ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบ ไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

สุนันทา แสงสุข (2556: 224) ได้ระบุเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Score

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1. ทำความเข้าใจปัญหา	
- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง	2
- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง	1
- เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมาก หรือไม่เข้าใจเลย	0
2. การวางแผนแก้ปัญหา	
- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูก	3
- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูก แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง	2
- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ลำดับขั้นตอน ไม่ถูกต้อง	1

ตารางที่ 2.11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Score (ต่อ)

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
3. การดำเนินการตามแผน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องและมีคำตอบที่ถูกต้อง - นำวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้องและมีคำตอบถูกต้อง - ใช้วิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือมีคำตอบที่ผิด หรือไม่ได้ ระบุคำตอบ	3 2 1
4. การตรวจสอบหรือการตรวจสอบคำตอบ - ใช้วิธีการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ - ใช้วิธีการตรวจสอบคำตอบที่ไม่สมบูรณ์ หรือใช้สัญลักษณ์ผิด - ไม่ได้ระบุวิธีการตรวจคำตอบ หรือระบุแต่ไม่ถูกต้อง	3 2 1

จากเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 30) และเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Score ของสุนันทา แสงสุข (2556: 224) สามารถนำมาปรับปรุงเป็นเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 เกณฑ์การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- มีการทำความเข้าใจปัญหาโดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	2 (พอใช้)	- มีการทำความเข้าใจปัญหาโดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- มีการทำความเข้าใจปัญหาโดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา

ตารางที่ 2.12 เกณฑ์การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับ ปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง หรือไม่ครอบคลุม ประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถ เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธี แก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดง การแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจนจน สามารถได้คำตอบที่ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การ แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจนและได้ คำตอบที่ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดง ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา และไม่มีการตอบ
4. การตรวจคำตอบ	3 (ดี)	- แสดงวิธีการตรวจคำตอบอย่างเป็นขั้นตอน ชัดเจน และสรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- แสดงวิธีการตรวจคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนแต่ยังไม่ ครบถ้วน และสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือ สรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- แสดงวิธีการตรวจคำตอบไม่ถูกต้อง และไม่มีการ สรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

2.4 ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2544: 124) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่ได้จากการเรียนรู้ของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณหรือคุณภาพของความรู้ ความสามารถ พฤติกรรม หรือลักษณะทางจิตใจ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเป็นไปในทิศทางที่พึง

ประสงค์ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร อันเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดขึ้น เรียกว่า ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามสูตร

อารมณฺ์ เพชรชื่น (2527: 46) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

สุรชัย ขวัญเมือง (2522: 232) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นความรู้ที่ได้จากการสอนหรือการฝึกปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนในวิชาต่าง ๆ โดยใช้วิธีการวัดพฤติกรรมที่แสดงออกมาโดยใช้เครื่องมือในหลาย ๆ รูปแบบ แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ แบบทดสอบ

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกฝน และประสบการณ์ต่าง ๆ ของผู้เรียน แล้วมีการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณหรือคุณภาพของความรู้ความสามารถ พฤติกรรม หรือลักษณะทางจิตใจ ซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

2.4.2 การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 127) กล่าวว่า การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีรายการประเมินที่แสดงถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหา และจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดเพียงพอที่จะใช้ประเมินผลผู้เรียน นอกจากนี้ควรมีการบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่ผู้เรียนแสดงความสามารถในการมองปัญหาย้อนกลับ โดยการตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ ตลอดจนการขยายผลจากการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไปได้ สำหรับเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหายทางคณิตศาสตร์พิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 ประเด็น คือ 1) ความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา 3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา 4) การสรุปคำตอบ ทั้งนี้จากกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมที่พิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหายของผู้เรียนในภาพรวม โดยกำหนดระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหายทางคณิตศาสตร์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหายได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหาย นำวิธีการแก้ปัญหายไปใช้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหายเป็นลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายได้ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์

ตารางที่ 2.13 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
(ต่อ)

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 311) ระบุถึงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนพิจารณาองค์รวม ดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบพิจารณาองค์รวม

คะแนน/ความหมาย	การแสดงผลการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4 ยอดเยี่ยม	- ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ได้คำตอบของปัญหาถูกต้อง สมบูรณ์
3 ดี	- ดำเนินการตามยุทธวิธีแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจบางส่วนของปัญหาผิดไป โดยเงื่อนไขบางอย่างของปัญหาของปัญหา หรือ - เลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสม หาคำตอบถูกต้อง แต่ดำเนินการตามยุทธวิธีได้ไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม และแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา
2 พอใช้	- ใช้ยุทธวิธีไม่เหมาะสม และได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งที่แสดงถึงการมีความเข้าใจปัญหา หรือ - ใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบ หรือ - ใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง และนำไปสู่การหาคำตอบที่ผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา
1 ยังต้องปรับปรุง	- แสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหาบางประการ และมีแนวทางที่จะไม่นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ - พยายามแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีไม่เหมาะสม เพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และไม่คิดหายุทธวิธีอื่น หรือ - มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่จะหาเป้าหมายย่อย ๆ ของปัญหา แต่ไม่ดำเนินการต่อ - มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่จะหาเป้าหมายย่อย ๆ ของปัญหา แต่ไม่ดำเนินการต่อ
0 ไม่พยายาม	- ไม่แสดงผลการแก้ปัญหา หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหา คัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

เมื่อพิจารณาเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 127) และปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 311) สามารถสรุปเป็นเกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ดังตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ยอดเยี่ยม)	- ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้อง ได้คำตอบถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	- ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องไม่สมบูรณ์ ได้คำตอบถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้อง แต่ตอบไม่ถูกต้อง
2 (พอใช้)	- ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอน ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาย่อย ๆ ที่แบ่งจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดแต่ดำเนินการต่อไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดวิธีการแก้ปัญหา
1 (ต้องปรับปรุง)	- ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งบ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหาบางประการ ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องเพียงบางส่วน ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ได้คำตอบถูกต้อง
0 (ไม่พยายาม)	- ไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - คัดลอกข้อมูลจากโจทย์ปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

2.5 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนให้เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งความพึงพอใจเกิดขึ้นจากการได้รับการตอบสนองต่อแรงจูงใจหรือความต้องการของผู้เรียนในแนวทางที่ผู้เรียนแต่ละคนพึงประสงค์ ได้มีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้หลายท่านที่สำคัญ ได้แก่

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542: 775) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ถูกใจ ยินดี พอใจ ชอบใจ

Good (1973: 7) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ คือ สภาพหรือระดับความพอใจที่เป็นผลมาจากความสนใจและเจตคติของบุคคลที่มีต่องาน

Wallerstein (1971: 256) กล่าวถึงความพึงพอใจว่า เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับความสำเร็จตามความมุ่งหมาย และเป็นกระบวนการทางจิตวิทยาไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน แต่สามารถคาดคะเนได้ว่ามีหรือไม่มีจากการสังเกตพฤติกรรมของคนเท่านั้น การที่ทำให้เกิดความพึงพอใจจะต้องศึกษาปัจจัย และองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุแห่งความพึงพอใจนั้น

Morse (1955: 27) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจคือ ทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถผ่อนคลายความเครียดของผู้ที่ทำงานให้ลดน้อยลง ถ้าเกิดความเครียดมากจะทำให้เกิดความไม่พอใจในการทำงาน และความเครียดนี้มีผลมาจากความต้องการของมนุษย์เมื่อมนุษย์มีความต้องการมาก จะเกิดปฏิกิริยาเรียกร้องหาวิธีตอบสนองความเครียดก็จะลดน้อยลงหรือหมดไปความพอใจก็จะมากขึ้น

เดือนฉาย จงสมชัย (2554) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดี ชอบ ยินดี เต็มใจ มีเจตคติที่ดีต่อสิ่งที่ได้ปฏิบัติ และสามารถตอบสนองความต้องการของบุคคลนั้นได้ ดังนั้นความพึงพอใจในการเรียนรู้จึงหมายถึง ความรู้สึกที่ดี ชอบ รู้สึกยินดี มีความเต็มใจและมีเจตคติที่ดีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียน และกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นสนองความต้องการของผู้เรียนได้ ทำให้ผู้เรียนมุ่งหวังที่จะทำงานให้ประสบผลสำเร็จ

เพ็ญจมาศ คำธนะ, มาลินี จำเนียร และพรทิพย์ สีนประเสริฐ (2553: 30-31) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกหรือทัศนคติทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการให้บุคคลนั้นได้ แต่ทั้งนี้ความพึงพอใจของแต่ละบุคคลย่อมมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับค่านิยมและประสบการณ์ที่ได้รับ

อมรรัตน์ สว่างเกตุ (2553) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกในทางที่ดีต่อสิ่งต่าง ๆ เมื่อบุคคลสามารถปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี และเกิดความสมดุลระหว่างความต้องการของบุคคล และการได้รับการตอบสนอง

โกเมนทร์ พร้อมจะบก (2552: 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกที่เกิดจากความสมดุลหรือความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่คาดหวังและสิ่งที่ได้รับจริง หรือจากการที่ความต้องการได้รับการตอบสนอง หรือจากประสบการณ์ที่เข้าไปใช้บริการและประสบการณ์นั้นตรงตามความคาดหวัง

จากการให้ความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติทางบวกเมื่อได้รับความสำเร็จตามความมุ่งหมายที่วางไว้ ซึ่งเป็นกระบวนการทางจิตวิทยาที่ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน แต่สามารถคาดคะเนได้จากการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก

2.5.1 ทฤษฎีการสร้างความพึงพอใจ

ทฤษฎีความพึงพอใจมีหลายทฤษฎี ซึ่งได้มีนักวิชาการได้เสนอไว้ดังนี้

Korman (1977: 122) ได้แบ่งทฤษฎีความพึงพอใจออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

(1) ทฤษฎีการสนองความต้องการ (Need Fulfillment Theory) ทฤษฎีในกลุ่มนี้ถือว่าความพึงพอใจจากการทำงานนั้น เกิดมาจากการตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลประสบผลสำเร็จจากการปฏิบัติงานตามเป้าหมายที่วางไว้

(2) ทฤษฎีการอ้างอิงกลุ่ม (Reference-Group Theory) ทฤษฎีความพึงพอใจในกลุ่มนี้ถือว่า การประสบผลสำเร็จต่อเป้าหมายของกลุ่มจะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและเป็นแนวทางในการประเมินผลงานของตนเอง

ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับและมีชื่อเสียงมากคือ ทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of Needs) ที่กล่าวว่า ความปรารถนาของมนุษย์นั้น ติดตัวมาแต่กำเนิดและความปรารถนาเหล่านี้จะเรียงลำดับขั้นของความปรารถนา ตั้งแต่ขั้นแรกไปสู่ ความปรารถนาขั้นสูงขึ้นไปเป็นลำดับดังนี้

(1) ความต้องการด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการเบื้องต้นเพื่อความอยู่รอดของชีวิต เช่น ความต้องการในเรื่องของอาหาร น้ำ อากาศ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรคที่อยู่อาศัย และความต้องการทางเพศ ความต้องการทางด้านร่างกายจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของคนที่ต่อเมื่อความต้องการทั้งหมดของคนยังไม่ได้มีการตอบสนอง

(2) ความต้องการด้านความปลอดภัยหรือความมั่นคง (Security of safety Needs) ถ้าความต้องการทางด้านร่างกายได้รับการตอบสนองตามสมควรแล้ว มนุษย์จะต้องการในขั้นสูงต่อไป คือ เป็นความรู้สึกที่ต้องการความปลอดภัยหรือความมั่นคงในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งรวมถึงความก้าวหน้าและความอบอุ่นใจ

(3) ความต้องการด้านสังคม (Social or Belonging Needs) หลังจากที่มนุษย์ได้รับการตอบสนองในสองขั้นดังกล่าวแล้วก็จะมีความต้องการสูงขึ้นอีก คือ ความต้องการทางสังคมเป็นความต้องการที่จะเข้าร่วมและได้รับการยอมรับในสังคม ความเป็นมิตรและความรักจากเพื่อน

(4) ความต้องการที่จะได้รับการยอมรับนับถือ (Esteem Needs) เป็นความต้องการให้คนอื่นยกย่อง ให้เกียรติ และเห็นความสำคัญของตนเอง อยากเด่นในสังคม รวมถึงความสำเร็จ ความรู้ความสามารถ ความเป็นอิสระและเสรีภาพ

(5) ความต้องการความสำเร็จในชีวิต (Self-Actualization) เป็นความต้องการระดับสูงสุดของมนุษย์ ส่วนมากจะเป็นการอยากจะเป็น อยากจะได้ตามความคิดของตนหรือต้องการจะเป็นมากกว่าที่ตัวเองเป็นอยู่ในขณะนั้น

จากสาระสำคัญของทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ สรุปได้ว่า ความต้องการ 5 ขั้นของมนุษย์มีความสำคัญไม่เท่ากัน การมุ่งใจตามทฤษฎีนี้จะต้องพยายามตอบสนองความต้องการในแต่ละขั้นที่มนุษย์ต้องการต่างกันไปและความต้องการในแต่ละขั้นจะมีความสำคัญแก่บุคคลมากน้อยเพียงใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับความพึงพอใจที่ได้รับจากการตอบสนองความต้องการในลำดับนั้น ๆ

2.5.2 การวัดความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ เป็นทัศนคติในทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การที่จะวัดความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจของบุคคล จึงมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างเครื่องมือที่ช่วยในการวัดความพึงพอใจ ซึ่งนักวิชาการหลายคนได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจไว้ดังนี้

วิโรชา ปาธะรัตน์ (2543: 24; อ้างอิงจาก Vroom, 1967) กล่าวว่า โดยทั่ว ๆ ไปนั้น การวัดความพึงพอใจจะวัดโดยใช้แบบสอบถามหรือการสัมภาษณ์ ซึ่งการที่จะเลือกใช้วิธีใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับสิ่งที่จะวัดหรือกลุ่มตัวอย่างนั่นเอง

ถวัลย์ ธาราโภชน (2536: 77) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจเป็นการวัดทัศนคติหรือความรู้สึก โดยจะวัดออกมาในลักษณะของทิศทาง (direction) ได้แก่ ทางบวกหรือทางลบ และการวัดในลักษณะปริมาณ (magnitude) ซึ่งเป็นการวัดระดับทัศนคติในทิศทางที่พึงประสงค์ หรือไม่พึงประสงค์นั่นเอง โดยใช้วิธีการวัดที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) การใช้แบบสอบถาม เป็นการใช้แบบสอบถามเพื่อให้ทุกคนตอบออกมาเป็นแบบแผนเดียวกัน วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดในการวัดความพึงพอใจของบุคคล ซึ่งเป็นข้อความที่ถามระดับความรู้สึกออกเป็น 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด

(2) การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจอีกวิธีหนึ่งโดยจะต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่จะสามารถดึงข้อมูลที่เป็นจริงออกมาจากบุคคลนั้น ๆ ซึ่งการสัมภาษณ์นี้จะต้องมีการเตรียมบทสัมภาษณ์และผู้สัมภาษณ์มาเป็นอย่างดี จึงจะเก็บข้อมูลได้ตรงและใกล้เคียงความจริงมากที่สุด

(3) การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจอีกอย่างหนึ่ง โดยผู้ที่ทำหน้าที่สังเกตจะต้องใช้ประสาทสัมผัสเช่น ตา และ หู เพื่อสังเกตพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายที่แสดงออกจากการกระทำทาง การพูด การเล่น หรือการเรียนรู้สิ่งที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งการวัดความพึงพอใจโดยวิธีสังเกตนี้ จะต้องทำอย่างมีระเบียบแบบแผนและกระทำอย่างจริงจัง

โยธิน ศันสนยุทธ (2530: 6) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจของบุคคลนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธี แต่เครื่องมือที่ใช้วัดความพึงพอใจที่ง่ายที่สุดและรวดเร็วที่สุด คือการใช้แบบสอบถาม โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งประกอบด้วยชุดคำถาม และมีตัวเลือก 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด และสามารถนำคะแนนมาวิเคราะห์ได้ว่ามีความพึงพอใจด้านใดสูง และด้านใดต่ำโดยใช้วิธีทางสถิติ

ดังนั้นสรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจเป็นการตรวจสอบทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีทั้งทางบวกและทางลบ โดยใช้เครื่องมือได้หลายแบบ เช่น การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการสังเกต

2.5.3 เครื่องมือวัดความพึงพอใจ

เครื่องมือวัดความพึงพอใจเป็นแบบสอบถาม ที่ประกอบด้วยข้อคำถามต่าง ๆ ที่ครอบคลุมเรื่องที่ต้องการศึกษา และเป็นข้อความที่สามารถกระตุ้นให้ผู้ตอบแสดงความรู้สึก และแสดงความคิดเห็นในทางบวกและทางลบ ทั้งสามารถบอกปริมาณด้วยพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจมากน้อยเพียงใด หรือมีความรู้สึกเช่นใดต่อข้อความนั้น เรียกเครื่องมือนี้ว่า มาตรวัดความพึงพอใจ วิธีการสร้างมาตรวัดความพึงพอใจมีหลายแบบ เช่น แบบวัดความพึงพอใจของเธอร์สโตน (Thurstone) กัตแมน (Guttman) หรือลิเคิร์ต (Likert) เป็นต้น ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้มาตรวัดความพึงพอใจของลิเคิร์ต ซึ่งวิธีการสร้างมาตรวัดความพึงพอใจของลิเคิร์ต ดังนี้

ไพศาล หวังพานิช (2526: 149-150) ได้กล่าวถึงการสร้างและการใช้มาตรวัดความพึงพอใจของลิเคิร์ตไว้ดังนี้

(1) วิธีสร้าง

(1.1) เขียนข้อความเกี่ยวกับคุณค่า คุณลักษณะต่าง ๆ ของเรื่องที่ต้องการวัดให้ครอบคลุมลักษณะที่สำคัญให้ครบถ้วนทุกแง่มุม โดยให้มีข้อความที่แสดงคุณค่าหรือลักษณะของเรื่องนั้น ทั้งด้านบวกและด้านลบ

(1.2) กำหนดระดับ (Scale) ของการตอบสนองในแต่ละข้อความโดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

(1.3) ให้ผู้ตอบอ่านข้อความที่กำหนดขึ้นในแต่ละข้อ แล้วแสดงความรู้สึกว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความมากน้อยในระดับใด หรืออีกนัยหนึ่งให้พิจารณาว่าแต่ละข้อความนั้นกล่าวถึงเรื่องต่าง ๆ ตรงกับความรู้สึกของผู้ตอบในระดับใดใน 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

(2) การตรวจให้คะแนน

การให้น้ำหนักหรือคะแนนเพื่อแทนระดับความพึงพอใจตามวิธีของลิเคิร์ต สามารถให้ได้ 3 วิธีคือ วิธีใช้หลักของคะแนนมาตรฐาน (Standard Score Weighting Method) วิธีกำหนดค่าน้ำหนัก (Arbitrary Weighting Method) และวิธีหาผลรวมค่าน้ำหนักความเบี่ยงเบน (Sigma Deviate Weighting Method) ในเชิงปฏิบัตินิยมวิธีกำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น คือ มากที่สุด ให้ 5 หรือ 4 คะแนน มาก ให้ 4 หรือ 3 คะแนน ปานกลาง ให้ 3 หรือ 2 คะแนน น้อย ให้ 2 หรือ 1 คะแนน และน้อยที่สุด ให้ 1 หรือ 0 คะแนน

การให้น้ำหนักหรือคะแนนความเห็นในแต่ละระดับด้วยวิธีดังกล่าว ทำให้มาตรวัดความพึงพอใจตามวิธีของลิเคิร์ต ใช้ได้สะดวก ถ้าข้อความใดกล่าวในลักษณะลบ การให้น้ำหนักความเห็นของข้อความนั้นจะกลับกันเป็น 1, 2, 3, 4, 5 หรือ 0, 1, 2, 3, 4 เมื่อแต่ละระดับความเห็นของแต่ละข้อความวัดความพึงพอใจมีค่าตายตัว การที่จะหาว่าบุคคลใดมีความพึงพอใจเป็นอย่างไรก็ใช้

วิธีการรณมนน้ำหนก หรือคะแนนจากการตอบทุกข้อความของแต่ละคน ถ้าน้ำหนกรณมนจากการตอบข้อความทั้งหมดมีค่าสูงหรือได้คะแนนสูง แสดงว่าความพึงพอใจของบุคคลนั้นมีลักษณะพอใจ หรือคล้อยตาม แต่ถ้าได้คะแนนหรือน้ำหนกรณมนต่ำย่อมแสดงว่าบุคคลนั้นมีความพึงพอใจไม่ดีตอสิ่งนั้น หรือมีความรู้สีกไม่พอใจหรือคัดค้านในสิ่งนั้น ๆ เครื่องมือที่ใช้วัดความพึงพอใจ หรือมาตราวัดความพึงพอใจจะประกอบด้วยข้อความ หรือข้อความถามที่จะกระตุ้นให้ผู้ถูกวัดแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกออกมา ดังนั้นการวัดจะถูกตองและเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กบคุณภาพของข้อความที่ใช้ถาม หรือใช้เร้าการเขียนข้อความนั้น ไพศาล หวังพานิช (2526: 148) ได้เสนอแนะวิธีเขียนไว้ดังนี้

(2.1) ใช้ข้อความที่กล่าวถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวในปัจจุบัน จะทำให้ทราบความพึงพอใจของบุคคลนั้นในปัจจุบัน การกล่าวถึงเหตุการณ์ในอดีตอาจไม่สามารถวัดความพึงพอใจของบุคคลนั้นในอดีต เนื่องจากความพึงพอใจในเรื่องปัจจุบันอาจเปลี่ยนไปแล้ว

(2.2) หลีกเลียงข้อความที่ถามข้อเท็จจริง (Fact) เพราะจะเป็นการตอบตามความจริงมากกว่าความรู้สึกนึกคิด

(2.3) ข้อความที่ถามตองได้คำตอบที่สามารถแปลความได้ คือสามารถบอกทิศทางและระดับความคิดเห็นได้

(2.4) ข้อความที่ถามตองเป็นปรนัยชัดเจน ไม่กำกวม

(2.5) ข้อความหนึ่งควรถามความคิดเห็นเพียงเรื่องเดียวหรือประเด็นเดียว

(2.6) ใช้ข้อความที่มีลักษณะเป็นกลาง ๆ ไม่น้อมเอียงไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง หลีกเลียงการใช้คำบางคำ เช่น เสมอ ทั้งหมด เท่านั้น เพียงแต่

(2.7) ไม่ถามนอกเรื่องที่จะศึกษา

จากการศึกษาด้านความพึงพอใจจะเห็นว่าการวัดความพึงพอใจจะสามารถทำได้โดยการใช้เครื่องมือ คือแบบสอบถามเพราะการวัดความพึงพอใจนั้น เป็นการวัดความรู้สึกภายในที่มีตอสิ่งนั้น ๆ ผู้วิจัยจึงได้นำแบบสอบถามวัดความพึงพอใจตอการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มาใช้กับนักเรียนเพื่อวัดความพึงพอใจตอวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังจากที่นักเรียนได้เรียนโดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค STAD เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ

Guluzar eymur and Omer Geban (2016) ได้ทำการวิจัยเรื่องการให้ความช่วยเหลือและเพิ่มพูนทักษะนักเรียนที่มีความเข้าใจผิดพลาดด้านความคิดรวบยอดเรื่องพันธะเคมีโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 72 คนและเคยได้รับ

การสอนแบบปกติเรื่องพันธะเคมีมาแล้วและมีผลการเรียนต่ำ ในการศึกษาได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มโดยวิธีการสุ่มเลือก ประกอบด้วยนักเรียน จำนวน 35 คนเป็นกลุ่มควบคุม จะได้รับการสอนเรื่องพันธะเคมีอีกครั้งโดยใช้การสอนแบบปกติ และส่วนที่เหลืออีก 37 คน เป็นกลุ่มทดลอง จะได้รับการสอน แบบการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ซึ่งใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นเครื่องมือวัดผล และสุ่มเลือกนักเรียน จำนวน 12 คน จากกลุ่มควบคุม 6 คน และกลุ่มทดลอง 6 คน มาสัมภาษณ์ด้วยแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ ANCOVA พบว่า การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD จะช่วยพัฒนาความคิดรวบยอดเรื่องพันธะเคมี ได้ดีกว่า การสอนแบบปกติ และจากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลอง เรียนรู้สิ่งที่ไม่เข้าใจเรื่องพันธะเคมีได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม

Dilek Isik and Kamuran Tarim (2009) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับทฤษฎีพหุปัญญา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประเทศตุรกี โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทน ผู้เข้าร่วมในการวิจัยเป็นนักเรียนจำนวน 150 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม (ใช้วิธีสอนแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับทฤษฎีพหุปัญญา) และกลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม (ใช้วิธีสอนแบบปกติ) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบร่วมมือร่วมกับทฤษฎีพหุปัญญา สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ถ้าพิจารณาคะแนนด้านความคงทนพบว่า การเรียนการสอนแบบร่วมมือร่วมกับทฤษฎีพหุปัญญา ไม่มีผลต่อความคงทนอย่างมีนัยสำคัญ

Kamuran Tarim and Fikri Akdeniz (2007) ได้ออกแบบเพื่อศึกษาผลกระทบจากการเรียนรู้ทางด้านผลสัมฤทธิ์และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยเทคนิค TAI และ STAD ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีอยู่ 7 ห้องเรียน โดยสุ่มเลือกมาใช้ในการทดลองในครั้งนี้แบ่งเป็นจำนวน 2 ห้องเรียนให้ทำการสอนแบบ TAI จำนวน 2 ห้องเรียนให้ทำการสอนแบบ STAD และจำนวน 3 ห้องเรียนให้ทำการสอนโดยวิธีปกติใช้เป็นกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มที่ทำการสอนด้วยเทคนิค TAI และ STAD จะตอบสนองทางด้านผลสัมฤทธิ์ในเชิงบวก ($d = 1.003$ สำหรับการสอนแบบ TAI และ $d = 0.40$ สำหรับการสอนแบบ STAD) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการสอนแบบ TAI มีการตอบสนองเชิงบวกได้มากกว่าเทคนิคการสอนแบบ STAD อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลการวิเคราะห์ทางด้านเจตคตินั้นพบว่าการสอนทั้งสองเทคนิคไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อนำเทคนิคการเรียนรู้แบบ TAI และ STAD มาเปรียบเทียบกับวิธีการเรียนรู้แบบปกติพบว่า วิธีการเรียนรู้แบบ TAI และ STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

บรรทม สุระพร (2558) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาสถิติเบื้องต้น ระหว่างนักศึกษาที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกลุ่มเรียนรู้เป็นทีมแบบ STAD เปรียบเทียบกับการเรียน

แบบบรรยายปกติ ประชากรในการวิจัยคือนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาสถิติเบื้องต้น ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 3 กลุ่ม ซึ่งมีนักศึกษาทั้งหมด 205 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาสถิติเบื้องต้น ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 กลุ่มจาก 3 กลุ่ม จำนวนนักศึกษา 52 คน โดยเลือกสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลางภาคและปลายภาคของวิชาสถิติเบื้องต้น และแบบวัดความพึงพอใจของนักศึกษาที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นทีมเทคนิค STAD สถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าเฉลี่ยแบบอิสระกันด้วยที (t-test independent samples) และการทดสอบไคสแควร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนักศึกษากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกลุ่มเรียนรู้เป็นทีมเทคนิค STAD สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนักศึกษากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกลุ่มเรียนรู้เป็นทีมแบบ STAD มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับพึงพอใจมาก และความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้นักศึกษากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกลุ่มเรียนรู้เป็นทีมเทคนิค STAD

เดือนฉาย จงสมชัย (2554) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ จำนวนอย่างละ 5 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน จำนวน 20 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาความพึงพอใจพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด

จารุวรรณ เยาว์จ้อย (2553: 37) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสร้างความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมปฏิบัติการร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง ความร้อน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 38 คน โรงเรียนไชยาวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 2 ปีการศึกษา 2553 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ชุดกิจกรรมปฏิบัติการเรื่องความร้อน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสำรวจความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที และ normalized gain ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการใช้ ชุดกิจกรรมปฏิบัติการร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์รายชั้นอยู่ในระดับสูง (average normalized gain, $\langle g \rangle = .72$) และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

นาฬิกาสาทิ เจาะและ (2553) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง หน้าที่พลเมืองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนเทศบาล 5 อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 60 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD เรื่องหน้าที่พลเมือง และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบเป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องหน้าที่พลเมืองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติของนักเรียนที่เรียนเรื่องหน้าที่พลเมืองในกลุ่มการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่า นักเรียนในกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดของโพลยา

Sukoriyanto Toto, Nusantara Subanji and Tjang, (2016) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาความผิดพลาดจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยาในการตรวจสอบ ผู้เข้าร่วมวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษา จำนวน 25 คน ซึ่งสมัครเข้าร่วมโดยสมัครใจ ประกอบด้วยชาย 8 คน (คิดเป็นร้อยละ 32) และหญิง 17 คน (คิดเป็นร้อยละ 68) ในการวิจัยครั้งนี้ได้ให้นักศึกษาแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ข้อ ได้แก่ ปัญหาวิธีเรียงสับเปลี่ยน 2 ข้อ และปัญหาการจัดหมู่อีก 2 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ยังอยู่ในระดับต่ำ ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหาอยู่ในระดับต่ำ ถึงแม้ว่านักศึกษาที่ทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างถูกต้องแล้ว แต่ก็ยังประสบปัญหาในการเลือกใช้สูตรเพื่อวางแผนแก้ปัญหาจึงส่งผลให้การดำเนินการตามแผนการอยู่ในระดับต่ำ และความสามารถในการมองย้อนกลับเพื่อตรวจสอบคำตอบก็อยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน

Akhsanul In'am (2014) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตแบบยูคลิดตามแนวคิดของโพลยา ของนักศึกษาที่เรียนคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่สอง มหาวิทยาลัยมุฮัมมาดิยาธมาลา

ประเทศอินโดนีเซีย ประจำปีการศึกษา 2012/2013 โดยศึกษาจากวิธีทำในกระดาษคำตอบของนักศึกษาโดยใช้แนวทางการวิเคราะห์ตามขั้นตอนของโพลยา ผลการศึกษาพบว่า การทำความเข้าใจปัญหาของนักศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี การวางแผนในการแก้ปัญหาและการดำเนินการตามแผนของนักศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี แต่การมองย้อนกลับของนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้ทำการตรวจสอบคำตอบใด ๆ

สุนิตย์ สัจจา (2554) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านโนนเกษตร จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 12 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหา เรื่อง การบวกและการลบตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การบวกและการลบตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ The Willcoxon Matched Pairs Signed-Ranks Test ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง การบวกและการลบตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความพึงพอใจ

เพ็ญจมาศ คำธนะ, มალიณี จำเนียร และพรทิพย์ สิ้นประเสริฐ (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความพึงพอใจของอาจารย์และนักศึกษาต่อการบริหารหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต และหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต (ต่อเนื่อง) ปีการศึกษา 2552 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนราธิวาส กลุ่มตัวอย่างคือ อาจารย์ของวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนราธิวาส จำนวน 44 คน และนักศึกษาจำนวน 549 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า อาจารย์มีความพึงพอใจต่อการบริหารหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิตและหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต (ต่อเนื่อง) โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.60, SD = .54) และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อการบริหารหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิตและหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต (ต่อเนื่อง) โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย = 4.12, SD = .73)

อมรรัตน์ สว่างเกตุ (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) เรื่อง การประเมินภาวะสุขภาพของมารดาและทารกในระหว่างตั้งครรภ์ปกติ ประชากรคือ นักศึกษาพยาบาลหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินความพึงพอใจต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยภาพรวมอยู่ใน

ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.32, SD = .39) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านการนำไปใช้มีคะแนนมากที่สุด อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.35, SD = .43) และเมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ข้อรายการที่มีคะแนนมากที่สุด คือ เนื้อหาตรงกับประเด็นความรู้ที่ต้องการ อยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย = 4.48, SD = .60)

โกเมนทร์ พร้อมจะบก (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนายจ้าง ผู้ประกอบการ ผู้ใช้บัณฑิตทั้งภาครัฐและเอกชน จำนวน 163 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย มีความพึงพอใจต่อความสามารถในการปฏิบัติงานของบัณฑิต อยู่ในระดับมาก

2.6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ

วุฒิศักดิ์ พวงทอง (2559: 70-74) ได้พัฒนาสมรรถนะกลุ่มการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เรื่องอัตราส่วน ตรีโกณมิติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนบางระจันวิทยา จังหวัด สิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก แบบทดสอบวัดสมรรถนะกลุ่มการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา เป็นหลัก มีคะแนนสมรรถนะกลุ่มการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจในระดับมาก

ณัฐกานต์ ภาวะชัย (2558: 62-71) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ระหว่างเทคนิคการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT กับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนเลิงนกทา จังหวัดยโสธร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 90 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 45 คน ได้รับการสอนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ และกลุ่มควบคุม 45 คน ได้รับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT มีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.24/72.52 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT มีเจตคติปานกลางต่อวิชาคณิตศาสตร์

กฤติยาณี ฐัฐข (2557: 131-136) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหา ความรู้ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนทุ่งเทิงยั้งวัฒนา จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งมีนักเรียน 152 คน

3 ห้องเรียน ทำการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มา 2 ห้องเรียน โดยห้องเรียนที่หนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง ให้ทำการเรียนรู้ผ่านชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ และห้องเรียนที่สองเป็นกลุ่มควบคุม ให้ทำการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 84.30/81.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ มีค่าเฉลี่ยระดับเจตคติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จริยาภรณ์ เจริญศรีเมือง (2556: 55–71) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงเรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติของกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติของกลุ่มทดลอง อยู่ในระดับดี

สมใจ ภูครองทุ่ง (2553: 67-72) ได้วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากแบบฝึกหัดเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ ใน 4 ด้าน คือ ด้านการตีความจากโจทย์ ด้านการใช้สมบัติ กฎ สูตร นิยาม และทฤษฎีบท ด้านการคิดคำนวณ และด้านอื่น ๆ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบฝึกหัดเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ และแบบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า ด้านการตีความโจทย์ นักเรียนมีข้อบกพร่องในส่วนการนำข้อมูลมาใช้ผิดคิดเป็นร้อยละ 1.30 และข้อบกพร่องของนักเรียนที่ไม่พบในด้านนี้คือ แปลความหมายจากประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง ด้านการใช้สมบัติ กฎ สูตร นิยาม และทฤษฎีบท นักเรียนมีข้อบกพร่องในส่วนจำสูตร กฎ นิยาม และสมบัติผิด มีมากที่สุด รองลงมาคือขาดทักษะในการเลือกใช้ ด้านการคิดคำนวณ นักเรียนมีข้อบกพร่องในส่วนขาดทักษะการคิดคำนวณเบื้องต้นมากที่สุด รองลงมาคือขาดความรู้พื้นฐานที่ต้องใช้ในการเรียนเนื้อหาอื่น ๆ และด้านอื่น ๆ นักเรียนมีข้อบกพร่องที่พบนอกเหนือจากที่กำหนด ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 3.06 และข้อบกพร่องของนักเรียนที่ไม่พบในด้านนี้คือ การไม่ทำแบบฝึกหัด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD กับ การสอนแบบปกติ โดยผู้วิจัยเสนอวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

- 3.1 แบบแผนการวิจัย
- 3.2 กลุ่มเป้าหมาย
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design method) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 35 คน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย (ดังตารางที่ 3.2) ซึ่งจะได้นักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง 8 คน กลุ่มเรียนปานกลาง 19 คน และกลุ่มเรียนอ่อน 8 คน แล้วจึงทำการเลือกสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนแต่ละกลุ่มด้วยการจับสลากเพื่อแบ่งนักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง และกลุ่มเรียนอ่อน ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง ใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และกลุ่มควบคุม ใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทำการวัดความพึงพอใจที่มีต่อกระบวนการเรียนการสอนของกลุ่มทดลอง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

ทดสอบวัด ความรู้พื้นฐาน	กลุ่ม	ทดสอบ ก่อนเรียน	รูปแบบ การเรียนรู้	ทดสอบ หลังเรียน	วัดความ พึงพอใจ
กลุ่มเป้าหมาย 35 คน	E	T ₁	X ₁	T ₂	Q
	C	T ₁	X ₂	T ₂	-

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E	แทน	กลุ่มทดลอง จำนวน 16 คน
C	แทน	กลุ่มควบคุม จำนวน 19 คน
X ₁	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD
X ₂	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบปกติ
T ₁	แทน	การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน
T ₂	แทน	การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
Q	แทน	วัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

3.2 กลุ่มเป้าหมาย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมายจำนวน 35 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ จังหวัดยโสธร โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น หลังจากนั้นนำผลคะแนนที่ได้มาเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 คะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และเรียงลำดับ
คะแนนจากมากไปหาน้อย

ลำดับที่	คะแนน	ระดับกลุ่ม	ผลการจับสลากแบ่งกลุ่ม	
			กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	13	เก่ง	✓	
2	10	เก่ง		✓
3	10	เก่ง	✓	
4	10	เก่ง		✓
5	10	เก่ง	✓	
6	9	เก่ง		✓
7	9	เก่ง		✓
8	9	เก่ง	✓	
9	8	ปานกลาง		✓
10	7	ปานกลาง		✓
11	7	ปานกลาง		✓
12	7	ปานกลาง	✓	
13	7	ปานกลาง		✓
14	7	ปานกลาง		✓
15	7	ปานกลาง	✓	
16	7	ปานกลาง		✓
17	7	ปานกลาง	✓	
18	7	ปานกลาง	✓	
19	7	ปานกลาง		✓
20	6	ปานกลาง		✓
21	6	ปานกลาง		✓
22	6	ปานกลาง	✓	
23	6	ปานกลาง	✓	
24	6	ปานกลาง		✓
25	6	ปานกลาง	✓	
26	6	ปานกลาง		✓
27	6	ปานกลาง	✓	
28	5	อ่อน		✓
29	5	อ่อน	✓	
30	5	อ่อน		✓

ตารางที่ 3.2 คะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และเรียงลำดับ
คะแนนจากมากไปหาน้อย (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนน	ระดับกลุ่ม	ผลการจับสลากแบ่งกลุ่ม	
			กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
31	4	อ่อน		✓
32	4	อ่อน	✓	
33	3	อ่อน	✓	
34	3	อ่อน	✓	
35	3	อ่อน		✓

จากตารางที่ 3.2 จะได้นักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง 8 คน กลุ่มเรียนปานกลาง 19 คน และกลุ่มเรียนอ่อน 8 คน แล้วทำการเลือกสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากเพื่อแบ่งนักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง และกลุ่มเรียนอ่อน ออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการเลือกสุ่มเป็นดังนี้

3.2.1 กลุ่มทดลอง จำนวน 16 คน (ต้องการแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน) ประกอบด้วย กลุ่มเรียนเก่งได้แก่นักเรียนที่สอบได้ลำดับที่ 1, 3, 5, 8 กลุ่มเรียนปานกลางได้แก่นักเรียนที่สอบได้ลำดับที่ 12, 15, 17, 18, 22, 23, 25, 27 และกลุ่มเรียนอ่อนได้แก่นักเรียนที่สอบได้ลำดับที่ 29, 32, 33, 34 แต่เนื่องจากระหว่างทำการทดลอง มีนักเรียนขอย้ายไปเรียนสถานศึกษาอื่นจำนวน 1 คน (ลำดับที่ 12 จากตารางที่ 3.2) จึงทำให้กลุ่มทดลองเหลือเพียง 15 คน

3.2.2 กลุ่มควบคุม จำนวน 19 คน ประกอบด้วย กลุ่มเรียนเก่งได้แก่นักเรียนที่สอบได้ลำดับที่ 2, 4, 6, 7 กลุ่มเรียนปานกลางได้แก่นักเรียนที่สอบได้ลำดับที่ 9, 10, 11, 13, 14, 16, 19, 20, 21, 24, 26 และกลุ่มเรียนอ่อนได้แก่นักเรียนที่สอบได้ลำดับที่ 28, 30, 31, 35

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ (ค32101) เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 4 แผน เวลา 10 ชั่วโมง ใช้สำหรับกลุ่มทดลอง ประกอบด้วย

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 2 ชั่วโมง

3.3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ จำนวน 2 ชั่วโมง

3.3.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง

3.3.1.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง

3.3.2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ (ค32101) เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 4 แผน เวลา 10 ชั่วโมง ใช้สำหรับ กลุ่มควบคุม ประกอบด้วย

3.3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 2 ชั่วโมง

3.3.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ จำนวน 2 ชั่วโมง

3.3.2.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง

3.3.2.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง

3.3.3 แบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้เดิม ของนักเรียน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแบ่งนักเรียนจำนวน 35 คน ออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง 16 คน (จำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน) และกลุ่มควบคุม 19 คน และยังใช้เป็นข้อมูลในการแบ่งกลุ่มย่อยสำหรับกลุ่มทดลองอีกด้วย ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3.3.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 10 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน คือ

3.3.4.1 ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 6 ข้อ

3.3.4.2 เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

3.3.5 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อวิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

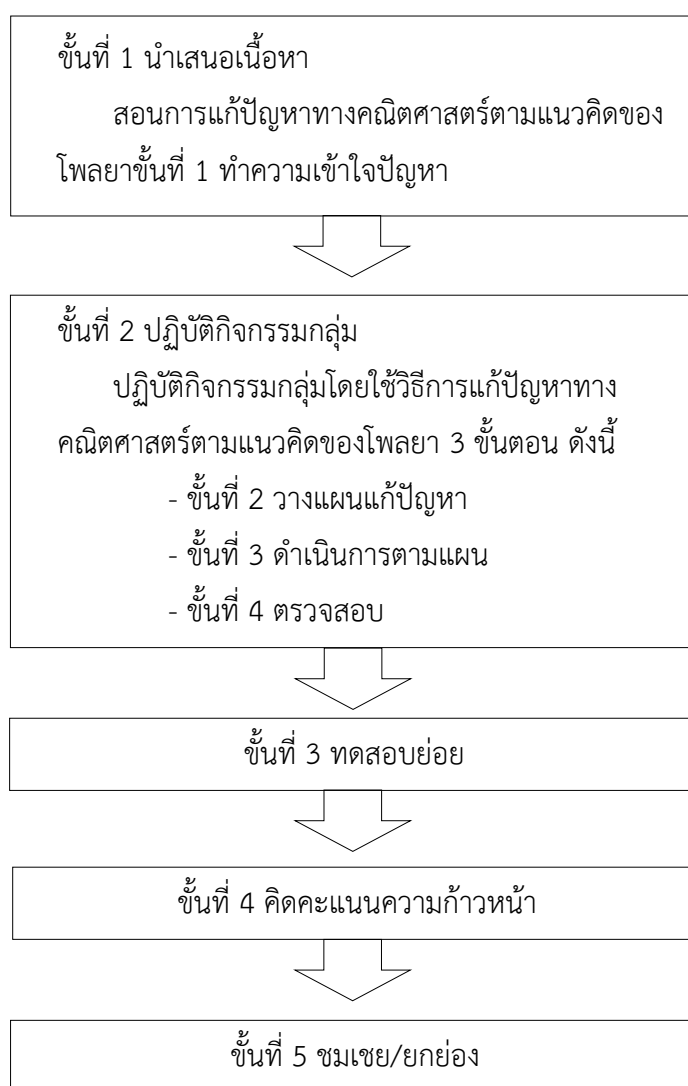
3.4 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือทั้ง 5 ชนิด ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และทฤษฎีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา เพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับแผนการจัดการเรียนรู้และองค์ประกอบต่าง ๆ ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม สอดคล้องกัน ซึ่งลำดับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถแสดงดังแผนภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

ขั้นที่ 3 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยพิจารณาให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์เนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย 3 หน่วยย่อย ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 วิเคราะห์เนื้อหาและจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยย่อย	ตัวชี้วัด	ชั่วโมงสอน	จำนวนแผน การจัดการเรียนรู้
1. อัตราส่วนตรีโกณมิติ	ค 2.1, ม.4-6	2	1
2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ	ค 2.1, ม.4-6	2	1
3. การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ	ค 2.2, ม.4-6 ค 6.1, ม.4-5	6	2
รวม		10	4

จากการวิเคราะห์เนื้อหาในตารางที่ 3.3 สามารถนำไปสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามหน่วยย่อยได้เป็น 4 แผน ใช้เวลา 10 ชั่วโมง โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ซึ่งในแต่ละแผนประกอบด้วยสาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

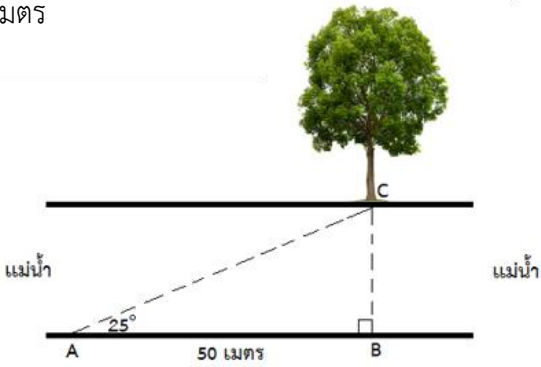
ขั้นที่ 5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้ และความถูกต้องกับภาษาที่ใช้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย

ขั้นที่ 6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความสอดคล้องด้านมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และด้านภาษา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำแผนที่มีค่าต่ำกว่า 0.5 มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ ก.1 (ภาคผนวก ก)

ขั้นที่ 7 จัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ (ภาคผนวก ง โดยจะนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เพียงแผนเดียว) แล้วนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ จังหวัดยโสธร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สำหรับกลุ่มทดลอง

ขั้นที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1	นำเสนอเนื้อหา	1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° , 60° และทบทวนโจทย์ปัญหาและแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาที่เรียนผ่านมาแล้ว เพื่อให้ นักเรียนมีความพร้อมที่จะรับเนื้อหาใหม่ในการจัดการเรียนการสอน
	- ทำความเข้าใจปัญหา	2. ครูให้นักเรียนศึกษาโจทย์ปัญหาดังนี้ โจทย์ปัญหา น้ำตาล ยืนอยู่บนฝั่งแม่น้ำและอยากทราบว่าแม่น้ำช่วงนี้กว้างเท่าใด จึงใช้ต้นไม้ที่อยู่บนฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำ (จุด C) เป็นจุดสังเกต แล้วจึงเดินจากจุด B ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับต้นไม้ไปตามแนวฝั่งแม่น้ำถึงจุด A จะได้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มีมุม B เป็นมุมฉาก ด้าน AB ยาว 50 เมตร และมุม CAB มีขนาด 25° อยากรู้ว่าแม่น้ำกว้างกี่เมตร  แล้วให้นักเรียนร่วมกันทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาดังกล่าว โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน พร้อมแสดงการ

ตารางที่ 3.4 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สำหรับกลุ่มทดลอง (ต่อ)

ชั้นที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
		บันทึกคำถามคำตอบที่ได้อย่างเป็นขั้นตอนลงบนกระดาน ดังนี้ - โจทย์พูดถึงเรื่องอะไร (ตอบ แม่น้ำและความกว้างของแม่น้ำ) - โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง (ตอบ - จุด A ถึงจุด B ห่างกันเป็นระยะทาง 50 เมตร - มุม BAC มีขนาด 25 องศา - ความกว้างของแม่น้ำคือระยะระหว่างจุด B กับจุด C) - อะไรบ้างคือสิ่งที่โจทย์ถามหา (ตอบ ความกว้างของแม่น้ำ)
2	ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม - วางแผนแก้ปัญหา	3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำงานร่วมกัน โดยให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ถามเพื่อวางแผนค้นหาคำตอบโดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะค้นพบความสัมพันธ์และเงื่อนไข เช่น - จากรูปและสิ่งที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ซึ่งได้แก่ ด้าน BC , ด้าน AB และมุม A มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (มีความสัมพันธ์กันเชิงอัตราส่วนตรีโกณมิติ) - แล้วเราสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างด้านและมุมดังกล่าวเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้หรือไม่ (สามารถเขียนได้ คือ $\tan 25^\circ = \frac{BC}{50}$)
	- ดำเนินการตามแผน	4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการแก้สมการที่ได้จากข้อ 3. โดยให้นักเรียนนำยุทธวิธีหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่วางแผนไว้มาเขียนแสดงกระบวนการหาคำตอบ ซึ่งจะได้ดังนี้ $\tan 25^\circ = \frac{BC}{50}$

ตารางที่ 3.4 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สำหรับกลุ่มทดลอง (ต่อ)

ชั้นที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
		จะได้ $0.466 = \frac{BC}{50}$ $0.466 \times 50 = BC$ $23.30 = BC$ ดังนั้น แม่น้ำกว้างประมาณ 23.30 เมตร
2	- ตรวจสอบ	5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตรวจคำตอบ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจเช็คคำตอบให้มั่นใจอีกครั้งว่าคำตอบที่ได้มาถูกต้องหรือไม่ จะตรวจเช็คคำตอบอย่างไร ทั้งนี้เพื่อเป็นการยืนยันคำตอบ ซึ่งแต่ละกลุ่มจะได้ผลการตรวจสอบออกมาดังนี้ เนื่องจาก $\tan \theta = \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม } \theta}{\text{ด้านประชิดมุม } \theta}$ จะพบว่า $\tan 25^\circ = 0.466$ (จากการเปิดตารางค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติ) และ $\frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม } 25^\circ}{\text{ด้านประชิดมุม } 25^\circ} = \frac{\text{ความกว้างของแม่น้ำ}}{\text{ระยะระหว่างจุด A ถึงจุด B}}$ $= \frac{23.30}{50}$ $= 0.466$ ดังนั้น $\tan 25^\circ = \frac{\text{ความกว้างของแม่น้ำ}}{\text{ระยะระหว่างจุด A ถึงจุด B}}$ จึงสามารถสรุปได้ว่า แม่น้ำกว้างประมาณ 23.30 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้อง 6. ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเพื่อนำเสนอผลงานกลุ่ม แล้วส่งผลงานกลุ่มให้ครูตรวจสอบและให้คะแนน

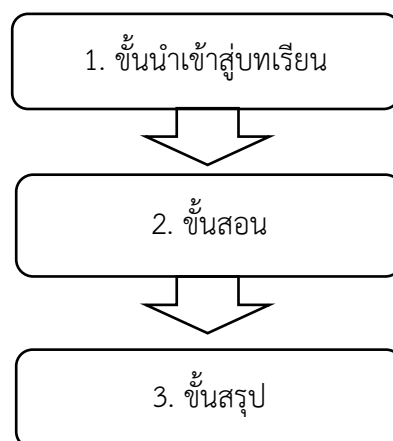
ตารางที่ 3.4 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สำหรับกลุ่มทดลอง (ต่อ)

ขั้นที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
		7. เมื่อทุกกลุ่มออกมานำเสนอจนครบแล้ว ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนไม่เข้าใจหรือในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์
3	ทดสอบย่อย	8. ครูแจกแบบทดสอบย่อยที่ 5 โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถของตนเองเพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจเป็นรายบุคคล แบบทดสอบย่อยที่ 5 เรื่องการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ ชื่อนักเรียน.....ชื่อกลุ่ม..... โจทย์ :: ถ้ามุมเงยของสายตาของแมวที่มองนกซึ่งเกาะอยู่บนกิ่งไม้มีขนาด 39 องศา และแมวอยู่ห่างจากโคนต้นไม้ 16 ฟุต จงหาระยะทางระหว่างแมวตัวนี้กับนกที่เกาะอยู่บนกิ่งไม้ 9. ครูตรวจให้คะแนน และแจ้งผลการสอบย่อยที่ 5
4	คิดคะแนนความก้าวหน้า	10. ครูคิดคำนวณคะแนนฐาน ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้งที่นักเรียนแต่ละคนทำได้ 11. ครูคิดคำนวณคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล ซึ่งได้จากการนำคะแนนทดสอบย่อยลบด้วยคะแนนฐานของแต่ละคนมาเทียบกับเกณฑ์ 12. ครูคิดคำนวณคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคลของสมาชิกในกลุ่มนั้น ๆ แล้วนำคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มไปเทียบกับเกณฑ์ระดับความก้าวหน้า
5	ชมเชย/ยกย่อง	13. ครูแจ้งผลคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคลและคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม 14. ยกย่องชมเชยกลุ่มนักเรียนที่มีความก้าวหน้ารายบุคคลดีขึ้น และให้รางวัลกับกลุ่มที่มีคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มสูงสุด

3.4.2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 แผน เวลา 10 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 ศึกษาทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเทคนิคการสอนของ สสวท. เพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับแผนการจัดการเรียนรู้และองค์ประกอบต่าง ๆ ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม สอดคล้องกัน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ

ขั้นที่ 3 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยพิจารณาให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์เนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย 3 หน่วยย่อย แล้วสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามหน่วยย่อยได้เป็น 4 แผน ใช้เวลา 10 ชั่วโมง โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ ซึ่งในแต่ละแผนประกอบด้วย สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ตารางที่ 3.5 วิเคราะห์เนื้อหาและจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง	ตัวชี้วัด	ชั่วโมงสอน	จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้
1. อัตราส่วนตรีโกณมิติ	ค 2.1, ม.4-6	2	1
2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ	ค 2.1, ม.4-6	2	1
3. การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ	ค 2.2, ม.4-6 ค 6.1, ม.4-5	6	2
รวม		10	4

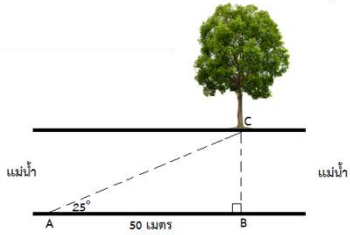
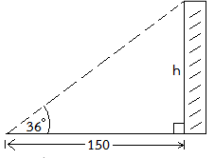
ขั้นที่ 5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้ และความถูกต้องกับภาษาที่ใช้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย

ขั้นที่ 6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความสอดคล้องด้าน มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และด้านภาษา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำแผนที่มีค่าต่ำกว่า 0.5 มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ ก.2 (ภาคผนวก ก หน้า 124)

ขั้นที่ 7 จัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ (ภาคผนวก ง โดยจะนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เพียงแผนเดียว) แล้วนำไปใช้กับกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศรีแก้วพระราชมรรค์ จังหวัดยโสธร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มควบคุมสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม

ขั้นที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1	นำเข้าสู่บทเรียน	1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30°, 45°, 60° และทบทวนโจทย์ปัญหาและแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาที่เรียนผ่านมาแล้ว เพื่อให้ นักเรียนมีความพร้อมที่จะรับเนื้อหาใหม่ในการจัดการเรียนการสอน 2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
2	สอน	3. ครูให้นักเรียนศึกษาโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ โจทย์ปัญหา น้ำตาล ยืนอยู่บนฝั่งแม่น้ำและอยากทราบว่าแม่น้ำช่วงนี้กว้างเท่าใด จึงใช้ต้นไม้ที่อยู่บนฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำ (จุด C) เป็นจุดสังเกต แล้วจึงเดินจากจุด B ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับต้นไม้ไปตามแนวฝั่งแม่น้ำถึงจุด A จะได้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มีมุม B เป็นมุมฉาก ด้าน AB ยาว 50 เมตร และมุม CAB มีขนาด 25° อยากรู้ว่าแม่น้ำกว้างกี่เมตร  แล้วครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีทำและการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาดังกล่าว ซึ่งจะได้ว่า วิธีทำ กำหนดให้ตึก มีความสูง h เมตร สามารถเขียนเป็นรูปได้ดังนี้  ความสูงของตึก ระยะห่างระหว่างเอมอร์กับตึก และมุมเงยที่กำหนดให้ มีความสัมพันธ์กันเชิงอัตราส่วนตรีโกณมิติ ดังนี้

ตารางที่ 3.6 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม (ต่อ)

ขั้นที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
		$\tan 36^\circ = \frac{h}{150}$ จะได้ $0.727 = \frac{h}{150}$ $0.727 \times 150 = h$ $109.05 \approx 109 = h$ ดังนั้น ตึกมีความสูงประมาณ 109 เมตร
		ตรวจคำตอบ เนื่องจาก $\tan \theta = \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม } \theta}{\text{ด้านประชิดมุม } \theta}$ จะพบว่า $\tan 36^\circ = 0.727$ (จากการเปิดตารางค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติ) และค่าของ $\frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม } 36^\circ}{\text{ด้านประชิดมุม } 36^\circ} = \frac{\text{ความสูงของตึก}}{\text{ระยะห่างจากตึกถึงเอมอร์}}$ $= \frac{109}{150}$ $= 0.7267$ ดังนั้น $\tan 36^\circ = \frac{\text{ความสูงของตึก}}{\text{ระยะห่างจากตึกถึงเอมอร์}} = \frac{109}{150}$ จึงสามารถสรุปได้ว่า ตึกมีความสูง 109 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้อง 4. ครูแจกใบงานที่ 5 ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด แล้วให้ทำงานตามใบงานเพื่อฝึกทักษะการคิดคำนวณ ครูคอยดูแลอยู่ห่างๆ และให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนมีคำถาม นักเรียนในห้องสามารถสอบถามแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันได้ ใบงานที่ 5 เรื่องการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ ชื่อนักเรียน..... โจทย์ :: ถ้ามุมเงยของสายตาของแมวที่มองนกซึ่งเกาะอยู่บนกิ่งไม้มีขนาด 39° องศา และแมวอยู่ห่างจากโคนต้นไม้ 16 ฟุต จงหาระยะห่างระหว่างแมวตัวนี้กับนกที่เกาะอยู่บนกิ่งไม้

ตารางที่ 3.6 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน
ตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม (ต่อ)

ขั้นที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
		5. เมื่อนักเรียนทำใบงานที่ 5 เสร็จแล้ว ครูสุ่มนักเรียน ออกมานำเสนอผลงานของตนเอง เมื่อนักเรียนเฉลยเสร็จ ครู และนักเรียนปรบมือชมเชยเพื่อเป็นกำลังใจ หลังจากนั้นครูและ นักเรียนในห้องร่วมอภิปรายเพื่อเฉลยใบงานที่ 5 อีกครั้งความ สมบูรณ์ของวิธีทำและเป็นการตรวจสอบคำตอบร่วมกัน
3	สรุป	6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายบทเรียนที่เรียนในช่วง แล้วร่วมกันสรุปขั้นตอนการคิดคำนวณ 7. ให้นักเรียนทำการบ้านจำนวน 1 ข้อ

3.4.3 การสร้างแบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้สำหรับทดสอบวัดความรู้
พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ที่ได้
นำไปใช้แยกนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง กับ กลุ่มควบคุม และนอกจากนี้ยังใช้ผลสัมฤทธิ์นี้
ในการแบ่งกลุ่มย่อยในการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ของกลุ่มทดลองอีกด้วย ซึ่งมี
ขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาที่ใช้ในบทเรียน เพื่อกำหนดเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานความรู้
เดิมและใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งสามารถกำหนดได้ดังนี้

ตารางที่ 3.7 สารการเรียนรู้ที่ต้องการวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

ที่	เรื่อง	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ต้องการ	ที่ออก
1	ค่าสัมบูรณ์	5	10
2	เลขยกกำลัง	5	10
3	รากที่สอง	5	10
4	พีทาโกรัส	5	10
	รวม	20	40

ขั้นที่ 2 สร้างแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามที่กำหนดไว้ ซึ่งได้ข้อสอบจำนวน 40 ข้อ (ภาคผนวก ค) แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ขั้นที่ 3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อความโดยกำหนดระดับการให้คะแนนสำหรับแต่ละข้อความ ดังนี้

- ให้ +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัด
ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัด
ให้ -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

ขั้นที่ 4 นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญไปวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้อง (Index Objective Congruence (IOC)) แล้วตัดข้อสอบที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ทิ้งไป และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเก็บไว้ ดังตารางที่ ก.3 (ภาคผนวก ก) แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ซึ่งสูตรการหาค่า IOC เป็นดังนี้

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad (3.1)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์
 $\sum_{i=1}^n R_i$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

แล้วคัดเลือกข้อสอบในแต่ละเรื่องให้ได้เรื่องค่าสมบูรณ์ 5 ข้อ เลขยกกำลัง 5 ข้อ รากที่สอง 5 ข้อ และพีทาโกรัส 5 ข้อ จะได้แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ตามที่กำหนดไว้ (ภาคผนวก ง)

ขั้นที่ 5 นำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไปใช้เก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ จังหวัดยโสธร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559

3.4.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายภาค สาระการเรียนรู้รายภาค

ขั้นที่ 2 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดจำนวนข้อสอบ รูปแบบข้อสอบ ที่ใช้วัดทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ และแบบอัตนัย 8 ข้อ

ตารางที่ 3.8 ตารางการเรียนรู้ที่ใช้สอนและการวางแผนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง	ตัวชี้วัด	ชั่วโมงสอน	จำนวนข้อสอบ			
			ที่ต้องการ		ที่ออก	
			ปรนัย	อัตนัย	ปรนัย	อัตนัย
1. อัตราส่วนตรีโกณมิติ	ค 2.1, ม.4-6	2	2	-	4	-
2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ	ค 2.1, ม.4-6 ค 2.2, ม.4-6	2	4	-	8	-
3. การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ	ค 2.2, ม.4-6 ค 6.1, ม.4-5	6	-	4	-	8
รวม		10	6	4	12	8

ขั้นที่ 4 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัย จำนวน 6 ข้อ โดยให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน และแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ซึ่งให้คะแนนข้อละ 4 คะแนน โดยกำหนดระดับคุณภาพเป็น 5 ระดับ (ดังตารางที่ 2.15 โดยนำมาเขียนแสดงอีกครั้ง ดังตารางที่ 3.9)

ตารางที่ 3.9 เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

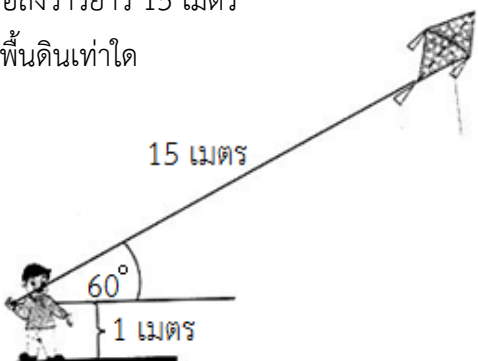
คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ยอดเยี่ยม)	- ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้อง ได้คำตอบถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	- ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องไม่สมบูรณ์ ได้คำตอบถูกต้อง หรือ

ตารางที่ 3.9 เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
	- ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้อง แต่ตอบไม่ถูกต้อง
2 (พอใช้)	- ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอน ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาย่อย ๆ ที่แบ่งจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดแต่ ดำเนินการต่อไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดวิธีการแก้ปัญห
1 (ต้องปรับปรุง)	- ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งบ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหา บางประการ ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องเพียงบางส่วน ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ได้คำตอบถูกต้อง
0 (ไม่พยายาม)	- ไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - คัดลอกข้อมูลจากโจทย์ปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

ตัวอย่างข้อสอบชนิดอัตนัยพร้อมเฉลย และผลงานนักเรียนแสดงได้ดังนี้

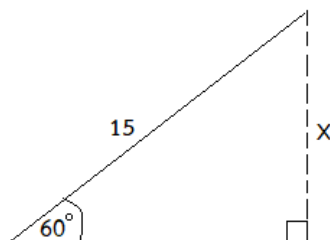
9. เด็กคนหนึ่งกำลังเล่นว่าวอยู่ มือข้างที่ถือเชือกอยู่สูงจากพื้นดิน 1 เมตร และเส้นเชือกทำมุมกับแนวระดับ 60 องศา โดยที่เชือกจากมือถึงว่าวยาว 15 เมตร
 อยากทราบว่า ว่าวตัวนี้อยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างข้อสอบชนิดอัตนัยข้อที่ 9 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เฉลย จากโจทย์พบว่า

- มือที่ถือเชือกอยู่สูงจากพื้นดิน 1 เมตร
- เชือกทำมุมกับแนวระดับ 60 องศา
- ความยาวเชือกที่อยู่ระหว่างมือที่ถือกับว่า ยาว 15 เมตร
- โจทย์ต้องการทราบว่า ว่าวอยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด



กำหนดให้ ว่าวอยู่สูงจากระดับมือที่ถือเชือก x เมตร

จากรูปจะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$\sin 60^\circ = \frac{X}{15}$$

เมื่อเปิดตารางแสดงค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติพบว่า $\sin 60^\circ = 0.8660$ ดังนั้น

$$0.8660 = \frac{X}{15}$$

$$12.99 = X$$

ดังนั้น ว่าวอยู่ห่างจากพื้นดินเท่ากับ $12.99 + 1 = 13.99$ เมตร

ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $\tan 60^\circ = 0.8660 \dots \dots \dots (1)$

และ $\frac{12.99}{15} = 0.8660 \dots \dots \dots (2)$

จะพบว่า $(1) = (2)$

ซึ่งจะได้ $\tan 60^\circ = \frac{12.99}{15}$

ดังนั้น ว่าวอยู่สูงจากระดับมือ 12.99 เมตร หรือ อยู่สูงจากพื้นดิน $12.99 + 1 = 13.99$ เมตร

เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

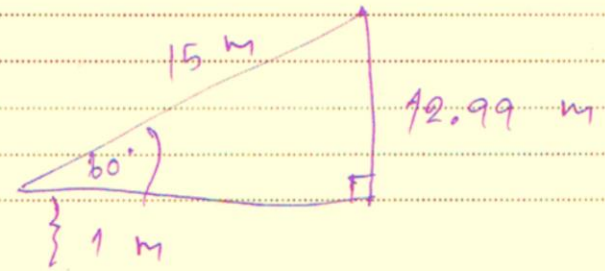
ตอบ ว่าวอยู่สูงจากพื้นดิน 13.99 เมตร

① หาคะแนน
 1. สิ่งมีชีวิตในน้ำ
 - สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ 1 เมตร
 - เส้นเชือกที่ผูกกับแนวตลิ่ง 60 องศา
 - เชือกจากสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในน้ำ 15 เมตร
 2. สิ่งมีชีวิตบนบก
 - ห่วงโซ่จากพื้นดินที่โต

② ทวณะ
 กำหนดให้ x แทนความสูงของตัวจากพื้นดิน
 แทนมุมที่ $\sin 60^\circ = \frac{x}{15}$

③ จำนวนที่คำนวณ
 $\sin 60^\circ = \frac{x}{15}$
 ถ้า $(0.8660)15 = x$
 $12.99 = x$

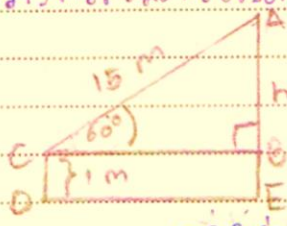
④ ตรวจสอบคำตอบ
 ใช้ทศนิยม $\sin 60^\circ = 0.8660$ — ①
 ถ้า $\frac{12.99}{15} = 0.8660$ — ②
 ตรวจสอบ ① = ② เป็นจริง
 ∴ ตามความสูงของตัวจากพื้นดินเท่ากับ $1 + 12.99 = 13.99$ เมตร

ภาพที่ 3.5 ผลงานนักเรียนที่ตรวจตามเกณฑ์การให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง

จากภาพที่ 3.5 นักเรียนในกลุ่มทดลอง ได้ดำเนินการเขียนประโยคสัญลักษณ์และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง ได้คำตอบถูกต้อง สมบูรณ์ตามเกณฑ์ที่กำหนดจึงได้คะแนน 4 คะแนน

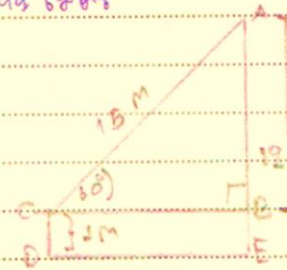
Sol กำหนดให้ระยะทางระหว่างดาวฤกษ์คือ h เมตร $AB = h$



~~กำหนดให้ $\sin 60^\circ = \frac{h}{15}$~~
~~หรือ $0.866 = \frac{h}{15}$~~
 ~~$15 \times 0.866 = h$~~
 ~~$12.99 = h$~~

ระยะทางระหว่างดาวฤกษ์คือ 12.99 เมตร + ระยะจากดาวฤกษ์ถึงพื้น 1 เมตร = 13.99 เมตร
 ดังนั้น ดาวฤกษ์จากพื้น 13.99 เมตร

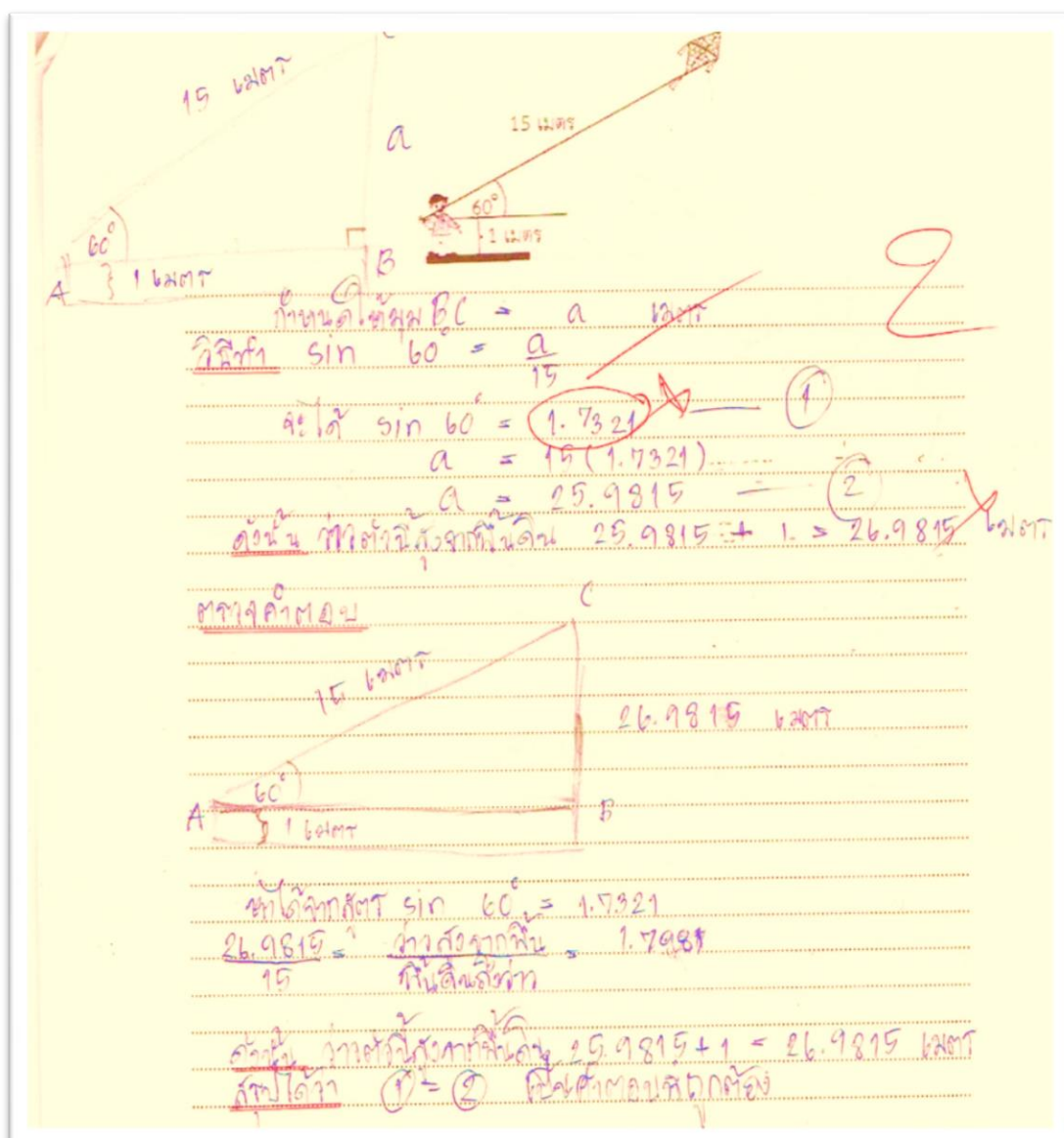
ดาวฤกษ์อีกดวง



เนื่องจาก $\sin 60^\circ = 0.866$
 $\sin \theta = \frac{12.99}{15} = 0.866$
 ดังนั้น ดาวฤกษ์จากพื้น 13.99 เมตร พื้นจริง

ภาพที่ 3.6 ผลงานนักเรียนที่ตรวจตามเกณฑ์การให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 ของกลุ่มควบคุม

จากภาพที่ 3.6 นักเรียนในกลุ่มควบคุมได้ดำเนินการเขียนประโยคสัญลักษณ์และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง ได้คำตอบถูกต้อง สมบูรณ์ตามเกณฑ์การตรวจจึงได้คะแนนเต็ม 4 คะแนน



ภาพที่ 3.7 ผลงานนักเรียนที่ตรวจตามเกณฑ์การให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของกลุ่มควบคุม

จากภาพที่ 3.7 นักเรียนในกลุ่มควบคุม ได้ดำเนินการเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง แต่ในขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหามีความผิดพลาดบางส่วนเมื่อพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ ประเมินผลสัมฤทธิ์แล้ว ได้คะแนน 2 คะแนน

ขั้นที่ 5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ซึ่งให้คะแนนข้อละ 12 คะแนน โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 30) และเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Score ของ สุนันทา แสงสุข (2556: 224) (ดังตารางที่ 2.12 และนำมาเขียนแสดงอีกครั้ง ดังตารางที่ 3.10)

ตารางที่ 3.10 เกณฑ์การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

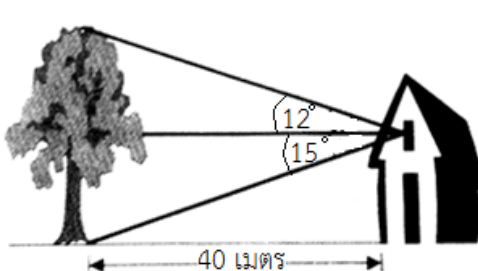
รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- มีการทำความเข้าใจปัญหาโดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	2 (พอใช้)	- มีการทำความเข้าใจปัญหาโดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- มีการทำความเข้าใจปัญหาโดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง หรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธี แก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจนจนสามารถได้คำตอบที่ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจนและได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 3.10 เกณฑ์การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา และไม่มีคำตอบ
4. การตรวจคำตอบ	3 (ดี)	- แสดงวิธีการตรวจคำตอบอย่างเป็นขั้นตอน ชัดเจน และสรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- แสดงวิธีการตรวจคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วน และสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- แสดงวิธีการตรวจคำตอบไม่ถูกต้อง และไม่มีสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ตัวอย่างข้อสอบชนิดอัตนัยพร้อมเฉลย และผลงานนักเรียนที่ตรวจโดยใช้เกณฑ์การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงได้ดังนี้

10. ชายคนหนึ่งมองต้นไม้ซึ่งอยู่ห่างจากบ้านเป็นระยะทาง 40 เมตร ถ้ามุมก้มซึ่งมองไปยังโคนต้นไม้มีขนาด 15° และมุมเงยซึ่งมองไปยังยอดต้นไม้มีขนาด 12° จงหาความสูงของต้นไม้ต้นนี้



ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างข้อสอบชนิดอัตนัยข้อที่ 10 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เมื่อพิจารณาการให้คะแนนตามเกณฑ์ประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งผลการประเมินออกเป็น 4 รายการ ดังนี้

(1) ความเข้าใจปัญหา

การทำความเข้าใจปัญหาจะต้องมีการเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน จึงจะได้คะแนน 3 คะแนน ดังนี้

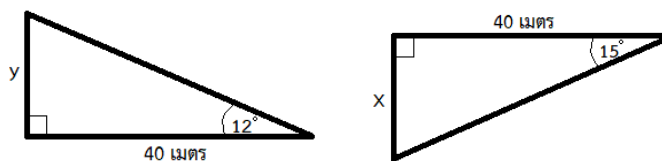
จากโจทย์พบว่า

- ต้นไม้อยู่ห่างจากบ้าน เป็นระยะทาง 40 เมตร
- ชายคนหนึ่งยืนที่หน้าต่างก้มมองไปยังโคนต้นไม้ ทำมุมก้ม 15 องศา
- ชายคนดังกล่าวยืนที่หน้าต่างมองยอดไม้ ทำมุมเงย 12 องศา
- โจทย์ต้องการทราบว่า ต้นไม้สูงเท่าใด

กำหนดให้ - แนวระดับสายตาของชายที่สังเกตจนถึงโคนต้นไม้ ยาว x เมตร

- แนวระดับสายตาของชายที่สังเกตจนถึงยอดต้นไม้ ยาว y เมตร

สามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ดังรูป



ภาพที่ 3.9 เฉลยการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รายการที่ 1
ความเข้าใจปัญหา ตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

(2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา จะต้องมีการเขียนแสดงยุทธวิธีหรือประโยคสัญลักษณ์โดยถ้ามีการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับปัญหา จะได้คะแนน 3 คะแนน ตามเกณฑ์ ดังนี้

จากรูปสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\tan 12^\circ = \frac{y}{40} \quad \text{และ} \quad \tan 15^\circ = \frac{x}{40}$$

ภาพที่ 3.10 เฉลยการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รายการที่ 2
การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา ตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

(3) การใช้สูตรวิธีแก้ปัญห

การใช้สูตรวิธีแก้ปัญหจะต้องมีการเขียนแสดงการใช้สูตรวิธีแก้ปัญห โดยมีการนำวิธีการแก้ปัญหไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจนจนสามารถได้คำตอบที่ถูกต้อง จึงจะได้คะแนน 3 คะแนน ดังนี้

$\tan 12^\circ = \frac{y}{40}$ $0.2126 = \frac{y}{40}$ $8.504 = y$	และ	$\tan 15^\circ = \frac{x}{40}$ $0.2679 = \frac{x}{40}$ $10.716 = x$
ตอบ ต้นไม้สูง = $y + x = 8.504 + 10.716 = 19.22$ เมตร		

ภาพที่ 3.11 เฉลยการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ รายการที่ 3 การใช้สูตรวิธีแก้ปัญห ตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

(4) การตรวจคำตอบ

การตรวจคำตอบจะต้องมีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบ โดยมีการแสดงวิธีการตรวจคำตอบอย่างเป็นขั้นตอน ชัดเจนและสรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์ จึงจะได้คะแนน 3 คะแนน ดังนี้

ตรวจคำตอบ	
เนื่องจาก $\tan 12^\circ = 0.2126 \dots \dots \dots (1)$	$\tan 15^\circ = 0.2679 \dots \dots \dots (3)$
และ $\frac{8.504}{40} = 0.2126 \dots \dots \dots (2)$	$\frac{10.716}{40} = 0.2679 \dots \dots \dots (4)$
จะพบว่า $(1) = (2)$	จะพบว่า $(3) = (4)$
ซึ่งจะได้ $\tan 12^\circ = \frac{8.504}{40}$	ซึ่งจะได้ $\tan 15^\circ = \frac{10.716}{40}$
ดังนั้น แนวระดับสายตาไปถึงยอดไม้คิดเป็น 8.504 ดังนั้น แนวระดับสายตาถึงโคนต้นไม้คิดเป็น 10.716	
สรุป ต้นไม้สูง $8.504 + 10.716 = 19.22$ เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้อง	

ภาพที่ 3.12 เฉลยการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ รายการที่ 4 การตรวจคำตอบ ตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

วันที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์
 ล้อที่ 1 จากภาพ
 - ความสูงจากพื้นถึงบันไดยาว 40 เมตร
 - มุมที่บันไดลาดชันคือ 12° โดยบันไดมีความยาว 15 เมตร
 - มุมองศาจากบันไดถึงจุดบนบันไดคือ 15°

ล้อที่ 2 จากภาพ
 - ความสูงของบันได

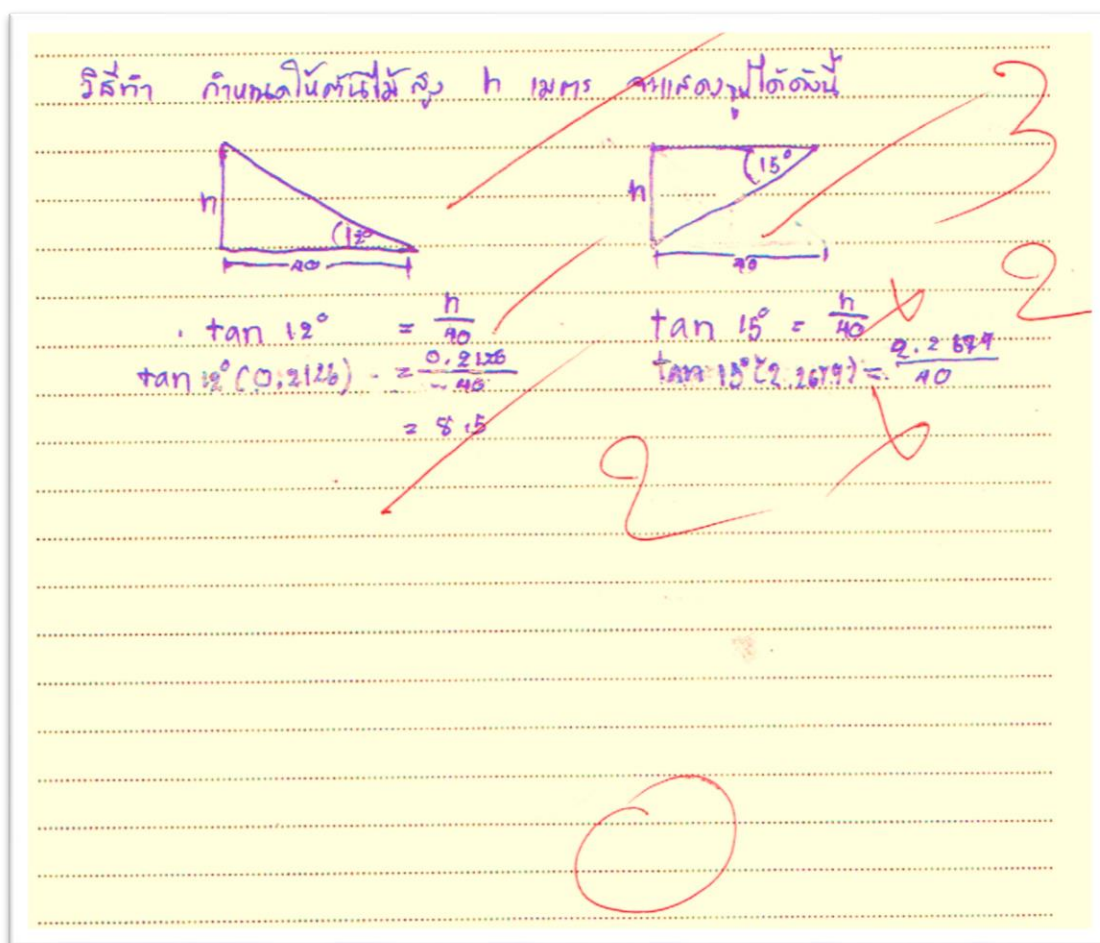
วันที่ 2 วาดแผนภาพให้ชัดเจน
 กำหนดให้ x แทนความสูงบันไดจากจุดบนบันได
 กำหนดให้ y แทนความสูงบันไดจากจุดบนบันได
 จ.ล.สมการ $\tan 12^\circ = \frac{x}{40}$ และ $\tan 15^\circ = \frac{y}{40}$

วันที่ 3 อธิบายขั้นตอน
 $\tan 12^\circ = \frac{x}{40}$ $\tan 15^\circ = \frac{y}{40}$
 จ.ล. $0.2126 = \frac{x}{40}$ จ.ล. $0.2679 = \frac{y}{40}$
 $0.2126 \times 40 = x$ $0.2679 \times 40 = y$
 $8.504 = x$ $10.716 = y$
 ดังนั้น ความสูงของบันได = $8.504 + 10.716$
 $= 19.22$ เมตร

วันที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ
 จ.พ.ว่า $\tan 12^\circ = 0.2126$ — ①
 จ.ล. $8.504 = 0.2126 \times 40$ — ②
 พ.พ.ว่า ① = ②
 จ.พ.ว่า $\tan 15^\circ = 0.2679$ — ③
 จ.พ.ว่า $10.716 = 0.2679 \times 40$ — ④
 พ.พ.ว่า ③ = ④
 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า คำนี้ไม่มีความจริง
 19.22 เมตรเป็นความสูง

ภาพที่ 3.13 ผลงานนักเรียนที่ตรวจตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 ของกลุ่มทดลอง

จากภาพที่ 3.13 นักเรียนในกลุ่มทดลอง ได้เขียนแสดงการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 4 รายการ ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน ทั้งการทำความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธี การใช้ยุทธวิธี และการตรวจคำตอบ เมื่อพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะได้คะแนนรายการละ 3 คะแนน รวมเป็น 4 คะแนน



ภาพที่ 3.14 ผลงานนักเรียนที่ตรวจตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุม

จากภาพที่ 3.14 นักเรียนในกลุ่มควบคุม ได้มีการเขียนแสดงการทำความเข้าใจปัญหาออกมาในรูปของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้องชัดเจนจึงได้คะแนนประเมินในรายการที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา 3 คะแนน ส่วนในรายการที่ 2 การเลือกยุทธวิธีมีความผิดพลาดบางส่วนจึงได้คะแนนการเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา 2 คะแนน และจึงส่งผลให้การใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาผิดพลาดไปด้วยบางส่วนจึงได้คะแนนประเมินจากรายการที่ 3 การใช้ยุทธวิธี 2 คะแนน และไม่มีการตรวจคำตอบจึงไม่ได้คะแนนในรายการที่ 4 รวมคะแนนทั้งสิ้น 7 คะแนน

ขั้นที่ 6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ (ภาคผนวก ค) เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบ ให้คำแนะนำ หรือแก้ไขในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์

ขั้นที่ 6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อความโดยกำหนดระดับการ ให้คะแนนสำหรับแต่ละข้อความ ดังนี้

- ให้ +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
ให้ -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อความไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

ขั้นที่ 7 นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญไปวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้อง (Index Objective Congruence: IOC) แล้วตัดข้อสอบที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ทิ้งไป และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเก็บไว้ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ดังตารางที่ ก.4 (ภาคผนวก ก) ซึ่งสูตรการหาค่า IOC เป็นดังนี้

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad (3.2)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์
 $\sum_{i=1}^n R_i$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 8 คัดเลือกข้อสอบที่ได้จากขั้นที่ 7 เพื่อจัดทำเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยให้ได้ข้อสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 6 ข้อ และข้อสอบชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ (ภาคผนวก ง)

ขั้นที่ 9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่ได้แก้ไขเรียบร้อยแล้ว เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งเพื่อตรวจสอบอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

3.4.5 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อวิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ โพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ความหมาย ทฤษฎีความพึงพอใจ

ขั้นที่ 2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยศึกษาทั้งลักษณะและวิธีการสร้างแบบสอบถาม ลักษณะข้อคำถาม พร้อมทั้งการตรวจหาคุณภาพ

ขั้นที่ 3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นมาตราวัดตามวิธีของลิเคิร์ท (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540: 107-108) ซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อคำถามทางบวกจำนวน 15 ข้อ โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนดังนี้

มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด	ระดับคะแนน 5 คะแนน
-------------------------------	--------------------

มีความพึงพอใจในระดับมาก	ระดับคะแนน 4 คะแนน
-------------------------	--------------------

มีความพึงพอใจระดับปานกลาง	ระดับคะแนน 3 คะแนน
---------------------------	--------------------

มีความพึงพอใจระดับน้อย	ระดับคะแนน 2 คะแนน
------------------------	--------------------

มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด	ระดับคะแนน 1 คะแนน
------------------------------	--------------------

ขั้นที่ 4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำมาปรับปรุง

ขั้นที่ 5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหา และตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถาม ความชัดเจน การใช้ภาษา

ขั้นที่ 6 นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปตรวจหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เป็นรายข้อและคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ ก.5 (ภาคผนวก ก)

ขั้นที่ 7 จัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์ (ภาคผนวก ง) จำนวน 15 ข้อ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งเพื่อตรวจสอบ และนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

ขั้นที่ 8 สร้างเกณฑ์ความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD โดยใช้ค่าเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2535: 100)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 แปลความว่า	พึงพอใจมากที่สุด
----------------------------------	------------------

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 แปลความว่า	พึงพอใจมาก
----------------------------------	------------

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.00 แปลความว่า	พึงพอใจปานกลาง
----------------------------------	----------------

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 แปลความว่า ฟังพอใจน้อย
 ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 แปลความว่า ฟังพอใจน้อยที่สุด
 แล้วดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD กับการสอนแบบปกติ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.5.1 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย

3.5.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

3.5.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบปกติ

3.5.1.3 แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

3.5.1.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

3.5.1.5 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

3.5.2 ปฐมนิเทศและทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ด้วยแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วบันทึกผลลงในแบบบันทึก หลังจากนั้นนำผลคะแนนที่ได้มาเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 3.2 ซึ่งจะได้นักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง 8 คน กลุ่มเรียนปานกลาง 19 คน และกลุ่มเรียนอ่อน 8 คน แล้วทำการจับสลากเพื่อแบ่งนักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง และกลุ่มเรียนอ่อน ออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

3.5.2.1 กลุ่มควบคุม จำนวน 19 คน ประกอบด้วย กลุ่มเรียนเก่งได้แก่นักเรียนที่สอบได้ลำดับที่ 2, 4, 6, 7 กลุ่มเรียนปานกลางได้แก่นักเรียนที่สอบได้ลำดับที่ 9, 10, 11, 13, 14, 16, 19, 20, 21, 24, 26 และกลุ่มเรียนอ่อนได้แก่นักเรียนที่สอบได้ลำดับที่ 28, 30, 31, 35 ใช้สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3.5.2.2 กลุ่มทดลอง จำนวน 16 คน (ต้องการแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน) ประกอบด้วย กลุ่มเรียนเก่งได้แก่นักเรียนที่สอบได้ลำดับที่ 1, 3, 5, 8 กลุ่มเรียนปานกลางได้แก่นักเรียนที่สอบได้ลำดับที่ 12, 15, 17, 18, 22, 23, 25, 27 และกลุ่มเรียนอ่อนได้แก่นักเรียนที่สอบได้ลำดับที่ 29, 32, 33, 34 หลังจากนั้นแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มแบบละความสามารภ โดยแต่ละ

กลุ่มประกอบด้วยนักเรียนเรียนเก่ง 1 คน เรียนปานกลาง 2 คน และเรียนอ่อน 1 คน ซึ่งจะได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม แต่เนื่องจากระหว่างทำการทดลอง มีนักเรียนขอย้ายไปเรียนสถานศึกษาอื่นจำนวน 1 คน (ลำดับที่ 12 จากตารางที่ 3.2) จึงทำให้กลุ่มทดลองเหลือเพียง 15 คน และมีอยู่ 1 กลุ่มที่มีสมาชิกเพียง 3 คน สำหรับกลุ่มทดลองจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

3.5.3 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยดำเนินการทดสอบก่อนเรียนทั้งสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ผลการทดสอบก่อนเรียนดังแสดงในตารางที่ 3.11 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ชื่อสมมติแทนนักเรียนแต่ละคนโดยใช้อักษร C แทนนักเรียนกลุ่มควบคุม และอักษร E แทนนักเรียนกลุ่มทดลอง และแบ่งคะแนนออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 คือ คะแนนที่ได้จากการตรวจสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 6 ข้อ

ตอนที่ 2 คือ คะแนนที่ได้จากการตรวจสอบชนิดอัตนัย 4 ข้อ เทียบกับเกณฑ์

ตารางที่ 3.11 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

คนที่	กลุ่มควบคุม				กลุ่มทดลอง			
	ชื่อสมมติ	ตอนที่ 1 (6)	ตอนที่ 2 (16)	รวม (22)	ชื่อสมมติ	ตอนที่ 1 (6)	ตอนที่ 2 (16)	รวม (22)
1	C1	0	0	0	E1	2	1	3
2	C2	2	0	2	E2	1	1	2
3	C3	1	0	1	E3	1	1	2
4	C4	3	0	3	E4	1	1	2
5	C5	2	0	2	E5	3	1	4
6	C6	2	0	2	E6	1	1	2
7	C7	1	1	2	E7	0	0	0
8	C8	0	0	0	E8	1	1	2
9	C9	1	1	2	E9	2	0	2
10	C10	2	1	3	E10	1	0	1
11	C11	0	3	3	E11	1	0	1
12	C12	1	0	1	E12	3	1	4
13	C13	1	0	1	E13	1	1	2

ตารางที่ 3.11 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง (ต่อ)

คนที่	กลุ่มควบคุม				กลุ่มทดลอง			
	ชื่อสมมติ	ตอนที่ 1 (6)	ตอนที่ 2 (16)	รวม (22)	ชื่อสมมติ	ตอนที่ 1 (6)	ตอนที่ 2 (16)	รวม (22)
14	C14	1	0	1	E14	0	0	0
15	C15	2	1	3	E15	2	0	2
16	C16	1	1	2	–	–	–	–
17	C17	1	0	1	–	–	–	–
18	C18	4	1	5	–	–	–	–
19	C19	2	0	2	–	–	–	–

จากตารางที่ 3.11 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.93 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.89 เมื่อทดสอบด้วยเมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ได้มาจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนตอนที่ 2 ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดอัตนัยจำนวน 4 ข้อ เทียบกับเกณฑ์ซึ่งผู้วิจัยใช้ชื่อสมมติแทนนักเรียนแต่ละคนโดยใช้อักษร C แทนนักเรียนกลุ่มควบคุม และอักษร E แทนนักเรียนกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

คนที่	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	ชื่อสมมติ	คะแนน (48)	ชื่อสมมติ	คะแนน (48)
1	C1	2	E1	2
2	C2	1	E2	1
3	C3	1	E3	1
4	C4	1	E4	2
5	C5	1	E5	2

ตารางที่ 3.12 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง (ต่อ)

คนที่	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	ชื่อสมมติ	คะแนน (48)	ชื่อสมมติ	คะแนน (48)
6	C6	0	E6	1
7	C7	1	E7	0
8	C8	0	E8	1
9	C9	1	E9	0
10	C10	2	E10	0
11	C11	2	E11	0
12	C12	0	E12	1
13	C13	0	E13	2
14	C14	1	E14	0
15	C15	1	E15	0
16	C16	1	–	–
17	C17	0	–	–
18	C18	1	–	–
19	C19	0	–	–

จากตารางที่ 3.12 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.87 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.4737 เมื่อทดสอบด้วยเมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

3.5.4 จัดกิจกรรมการเรียนการสอน สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นได้ดำเนินการไปพร้อม ๆ กันทั้ง 2 กลุ่ม ดังนี้

3.5.4.1 กลุ่มควบคุม ใช้วิธีการสอนแบบปกติ ซึ่งดำเนินการสอนโดยผู้ช่วยผู้วิจัย

3.5.4.2 กลุ่มทดลอง ใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ซึ่งดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเอง

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ได้ดำเนินการสอนตั้งแต่วันที่ 4 กรกฎาคม 2559 – 8 สิงหาคม 2559 รายละเอียดดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 ปฏิทินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

วัน เดือน ปี	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรม
4 ก.ค. 2559	1	ปฐมนิเทศ และ ทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
6 ก.ค. 2559	1	จัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 ชั่วโมงที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ (ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test))
11 ก.ค. 2559	1	จัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 ชั่วโมงที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ
13 ก.ค. 2559	1	จัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 ชั่วโมงที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ
18 ก.ค. 2559	1	จัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 ชั่วโมงที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ
20 ก.ค. 2559	1	จัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 ชั่วโมงที่ 1 เรื่องการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ
25 ก.ค. 2559	1	จัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 ชั่วโมงที่ 2 เรื่องการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ
27 ก.ค. 2559	1	จัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 ชั่วโมงที่ 3 เรื่องการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ
1 ส.ค. 2559	1	จัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 ชั่วโมงที่ 1 เรื่องการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ
3 ส.ค. 2559	1	จัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 ชั่วโมงที่ 2 เรื่องการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ
8 ส.ค. 2559	1	จัดกิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 ชั่วโมงที่ 3 เรื่องการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ (ทดสอบหลังเรียน (post-test) และตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ)

3.5.5 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยดำเนินการทดสอบหลังเรียนทั้งสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ผลการทดสอบหลังเรียนดังแสดงในตารางที่ 3.14 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ชื่อสมมติแทนนักเรียนแต่ละคนโดยใช้อักษร C แทนนักเรียนกลุ่มควบคุม และอักษร E แทนนักเรียนกลุ่มทดลอง และแบ่งคะแนนออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 คือ คะแนนที่ได้จากการตรวจสอบข้อสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 6 ข้อ

ตอนที่ 2 คือ คะแนนที่ได้จากการตรวจสอบข้อสอบชนิดอัตนัย 4 ข้อ เทียบกับเกณฑ์

ตารางที่ 3.14 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

คนที่	กลุ่มควบคุม				กลุ่มทดลอง			
	ชื่อสมมติ	ตอนที่ 1 (6)	ตอนที่ 2 (16)	รวม (22)	ชื่อสมมติ	ตอนที่ 1 (6)	ตอนที่ 2 (16)	รวม (22)
1	C1	2	4	6	E1	5	16	21
2	C2	2	13	15	E2	4	8	12
3	C3	2	7	9	E3	6	16	22
4	C4	4	14	18	E4	6	16	22
5	C5	4	11	15	E5	4	12	16
6	C6	3	5	8	E6	3	16	19
7	C7	6	7	13	E7	5	7	12
8	C8	5	7	12	E8	4	13	17
9	C9	4	15	19	E9	6	11	17
10	C10	5	11	16	E10	3	6	9
11	C11	5	14	19	E11	5	16	21
12	C12	3	4	7	E12	5	11	16
13	C13	1	4	5	E13	3	9	12
14	C14	5	10	15	E14	3	8	11
15	C15	1	7	8	E15	6	16	22
16	C16	2	6	8	–	–	–	–
17	C17	6	16	22	–	–	–	–

ตารางที่ 3.14 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง (ต่อ)

คนที่	กลุ่มควบคุม				กลุ่มทดลอง			
	ชื่อสมมติ	ตอนที่ 1 (6)	ตอนที่ 2 (16)	รวม (22)	ชื่อสมมติ	ตอนที่ 1 (6)	ตอนที่ 2 (16)	รวม (22)
18	C18	2	12	14	–	–	–	–
19	C19	5	4	9	–	–	–	–

จากตารางที่ 3.14 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.60 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.53 เมื่อทดสอบด้วยเมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ได้มาจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนตอนที่ 2 ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดอัตนัยจำนวน 4 ข้อ เทียบกับเกณฑ์โดยผู้วิจัยใช้ชื่อสมมติแทนนักเรียนแต่ละคนโดยใช้อักษร C แทนนักเรียนกลุ่มควบคุม และอักษร E แทนนักเรียนกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

คนที่	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	ชื่อสมมติ	คะแนน (48)	ชื่อสมมติ	คะแนน (48)
1	C1	5	E1	48
2	C2	42	E2	23
3	C3	24	E3	48
4	C4	42	E4	48
5	C5	34	E5	33
6	C6	12	E6	48
7	C7	20	E7	25
8	C8	18	E8	42
9	C9	47	E9	36

ตารางที่ 3.15 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง (ต่อ)

คนที่	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	ชื่อสมมติ	คะแนน (48)	ชื่อสมมติ	คะแนน (48)
10	C10	36	E10	21
11	C11	40	E11	46
12	C12	4	E12	36
13	C13	7	E13	30
14	C14	32	E14	28
15	C15	19	E15	48
16	C16	14	–	–
17	C17	48	–	–
18	C18	28	–	–
19	C19	5	–	–

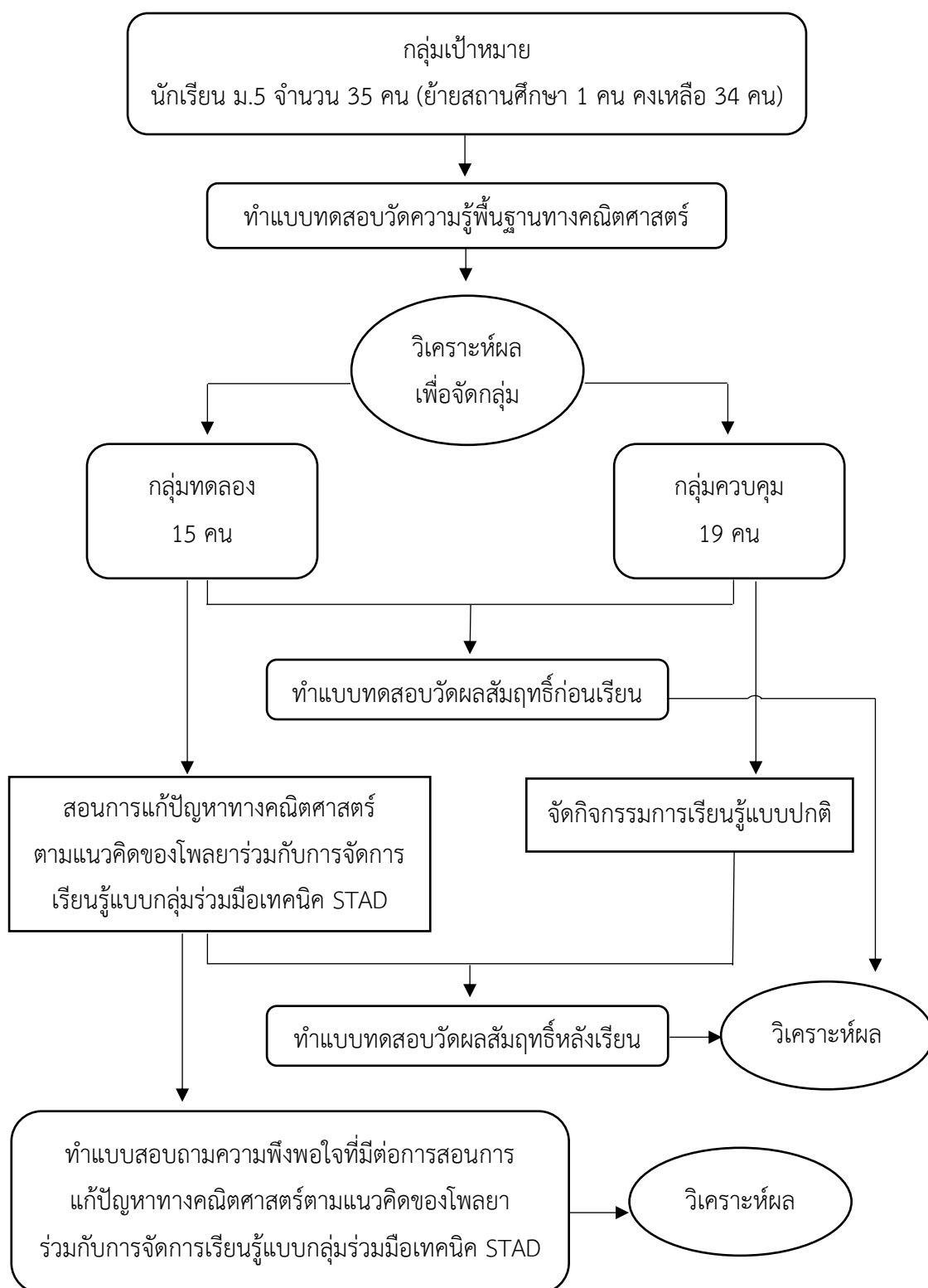
จากตารางที่ 3.14 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 37.33 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.11 เมื่อทดสอบด้วยเมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3.5.6 ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อวิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ของกลุ่มทดลอง แสดงได้ดังตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตาม
แนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

ข้อที่	ข้อความคำถาม	ระดับความพึงพอใจ (คน)				
		5	4	3	2	1
1	ข้าพเจ้าและเพื่อนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	11	4			
2	ข้าพเจ้าและเพื่อน ๆ ยอมรับความสามารถซึ่งกันและกัน	12	3			
3	ข้าพเจ้าได้มีโอกาสอธิบายและซักถามเพื่อนในกลุ่ม และทำให้เข้าใจมากขึ้น	9	5	1		
4	เพื่อนในกลุ่มได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดความสามัคคี	14	1			
5	ข้าพเจ้ามีความสุขในการเรียนและชอบทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น	11	4			
6	ข้าพเจ้าได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและได้ปฏิบัติด้วยตนเอง	11	4			
7	การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ทำให้เกิดความมั่นใจในตนเองและกล้าแสดงออกมากขึ้น	10	5			
8	การเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก ๆ แบบนี้ ทำให้ไม่อายที่จะซักถาม	12	2	1		
9	การเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก ๆ แบบนี้ทำให้ข้าพเจ้าทำความเข้าใจโจทย์ได้ดีทั้งจากการศึกษาด้วยตนเองและการอธิบายของเพื่อนในกลุ่ม	13	1	1		
10	ข้าพเจ้าและเพื่อนสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาเงื่อนไขต่าง ๆ จนสามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ออกมาเป็นรูปภาพ หรือประโยคสัญลักษณ์ได้	13	2			
11	เมื่อข้าพเจ้าสามารถคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบจากความสัมพันธ์ หรือประโยคสัญลักษณ์ได้ด้วยตนเอง หรือเพื่อนคอยช่วยอธิบายในบางส่วน	10	5			
12	เมื่อได้คำตอบแล้ว ข้าพเจ้าจะพยายามตรวจคำตอบอีกครั้งเพื่อความมั่นใจในคำตอบ	9	6			
13	ข้าพเจ้าจดจำขั้นตอนการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอนได้ดี และจะพยายามจะแก้ปัญหานั้นด้วยตนเองก่อนที่จะให้เพื่อนช่วยเหลือ	11	4			
14	ข้าพเจ้ากล้าที่จะคิดและพยายามทำตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนในการทดสอบเป็นรายบุคคลท้ายคาบ	13	2			
15	ข้าพเจ้ามีความภูมิใจกับผลงานกลุ่ม (คะแนนความก้าวหน้า)	14	1			

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3.15 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของกลุ่มควบคุม ซึ่งใช้วิธีสอนแบบปกติ และกลุ่มทดลองซึ่งใช้วิธีสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมาหา ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และนำความเฉลี่ยที่ได้ มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3.3)$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 $\sum_{i=1}^n X_i$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียน

3.6.2 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองโดยใช้สถิติ t-test for Independent โดยคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2554)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (3.4)$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (3.5)$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าวิกฤติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
	$\bar{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
	$\bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
	S_p^2	แทน	ความแปรปรวนรวม (Pooled variance)
	S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
	S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม
	n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
	n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

3.6.3 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของแต่ละกลุ่ม โดยใช้สถิติ t-test for dependent โดยคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) โดยใช้สูตร

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{\sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n D_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n D_i \right)^2}{n-1}}} \quad (3.6)$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D_i	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	$\sum_{i=1}^n D_i$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	$\sum_{i=1}^n D_i^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนนยกกำลังสอง

$$\left(\sum_{i=1}^n D_i \right)^2 \text{ แทน กำลังสองของผลรวมทั้งหมดของค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน}$$

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมายหรือจำนวนคู่คะแนน

3.6.4 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t-test for Independent Sample

3.6.5 นำผลจากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อวิธีการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ของกลุ่มทดลอง มาหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2554)

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (3.7)$$

เมื่อ	SD	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน คะแนนแต่ละตัว
	$\sum_{i=1}^n x_i$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน จำนวนนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD กับ การสอนแบบปกติ

2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD กับ การสอนแบบปกติ

3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อวิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้แบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 9 ส่วน ดังนี้

4.1 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

4.2 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง

4.3 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม

4.4 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

4.5 ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.6 ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของ กลุ่มทดลอง

4.7 ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของ กลุ่มควบคุม

4.8 ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.9 ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD โดยมีรายละเอียด ดังนี้

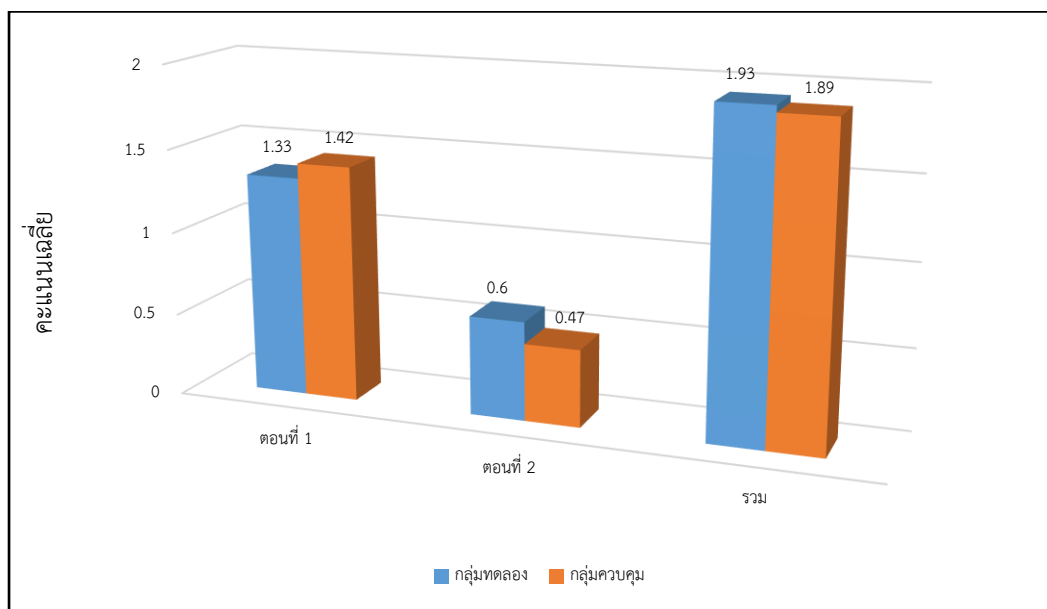
4.1 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ระหว่างกลุ่มทดลองซึ่งใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และกลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธีสอนแบบปกติ โดยผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวน นักเรียน	คะแนนเฉลี่ย			ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		ตอนที่ 1 (6 คะแนน)	ตอนที่ 2 (16 คะแนน)	รวม (22 คะแนน)	
ทดลอง	15	1.33	0.60	1.93	1.16
ควบคุม	19	1.42	0.47	1.89	1.20

จากข้อมูลในตารางที่ 4.1 สามารถนำมาเขียนแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังนี้



ภาพที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ	t	p
ทดลอง	15	22	1.93	1.16	8.77	.095	.925
ควบคุม	19	22	1.89	1.20	8.59		

จากตารางที่ 4.2 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 1.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.16 คิดเป็นร้อยละ 8.77 ของคะแนนเต็ม และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 1.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.20 คิดเป็นร้อยละ 8.59 ของคะแนนเต็ม เมื่อทำ

การทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

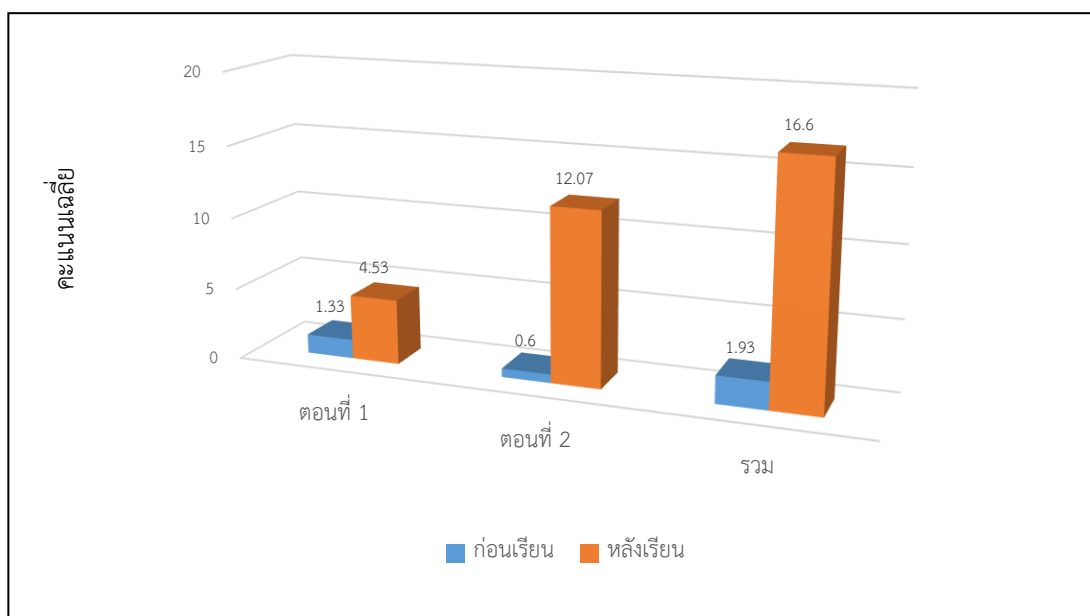
4.2 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของกลุ่มทดลองซึ่งใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD โดยผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
		ตอนที่ 1 (6 คะแนน)	ตอนที่ 2 (16 คะแนน)	รวม (22 คะแนน)	
ก่อนเรียน	15	1.33	0.60	1.93	1.16
หลังเรียน		4.53	12.07	16.60	4.52

จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 สามารถนำมาเขียนแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังนี้



ภาพที่ 4.2 คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง มาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบที่แบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ	t	p
ก่อนเรียน	15	22	1.93	1.16	5.27	13.353	.000**
หลังเรียน		22	16.60	4.52	75.45		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.4 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 1.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.16 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 16.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.52 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

ของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 5.27 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ก่อนเรียน	หลังเรียน
7. เอมอร์ ชิมองตึกมองแห่งหนึ่งสูง 100 เมตร ชิมองขึ้นไปบนยอดตึกเป็นมุมขนาด 40 องศา อยากทราบว่า เอมอร์ยืนอยู่ห่างจากตึกเท่าไร (โดยไม่คิดความสูงของเอมอร์)	7. เอมอร์ ชิมองตึกมองแห่งหนึ่งสูง 100 เมตร ชิมองขึ้นไปบนยอดตึกเป็นมุมขนาด 40 องศา อยากทราบว่า เอมอร์ยืนอยู่ห่างจากตึกเท่าไร (โดยไม่คิดความสูงของเอมอร์) <u>วิธีทำ</u> วิธี 1 ใช้ความรู้ก่อนเรียน ให้ $\triangle ABC$ แทนตึกมอง - $BC = 100$ ม. - $\angle A = 40^\circ$ - AB คือระยะห่างจากเอมอร์ขึ้นไปยังยอดตึก - AC คือระยะห่างจากเอมอร์ขึ้นไปยังยอดตึก - ระยะห่างระหว่างเอมอร์ขึ้นไปยังยอดตึก ให้ x แทนระยะห่างจากเอมอร์ขึ้นไปยังยอดตึก วิธี 2 ใช้ความรู้ก่อนเรียน $\tan 40^\circ = \frac{100}{x}$ วิธี 3 ใช้ความรู้ก่อนเรียน $\tan 40^\circ = \frac{100}{x}$ แก้ได้ $0.8391 = \frac{100}{x}$ $x = \frac{100}{0.8391} \approx 120$ วิธี 4 ใช้ความรู้ก่อนเรียน จากความรู้ก่อนเรียน $\tan 40^\circ = 0.8391$ ① ให้ $\triangle ABC$ แทนตึกมอง $\angle A = 40^\circ$ ② ค่า $\tan 40^\circ = \frac{100}{120} = 0.8391$ ดังนั้น ① = ② ดังนั้น ระยะห่างระหว่างเอมอร์ขึ้นไปยังยอดตึก 120 เมตร 100 เมตรห่างจากตึก 120 เมตร

ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบผลงานที่ได้จากการตรวจให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

จากภาพที่ 4.3 แสดงผลงานการเขียนตอบของนักเรียนคนเดียวทั้งระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งก่อนเรียนนักเรียนจะไม่สามารถแสดงพฤติกรรมใด ๆ ออกมาเลย แต่หลังจากได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยวิธีสอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD แล้วนักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ซึ่งจะมีการ เขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและได้คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ พร้อมทั้งมีการตรวจคำตอบ แสดงให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีความรู้มากขึ้น และเมื่อพิจารณาในภาพรวมทั้งห้องพบว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเกณฑ์ไว้ร้อยละ 70

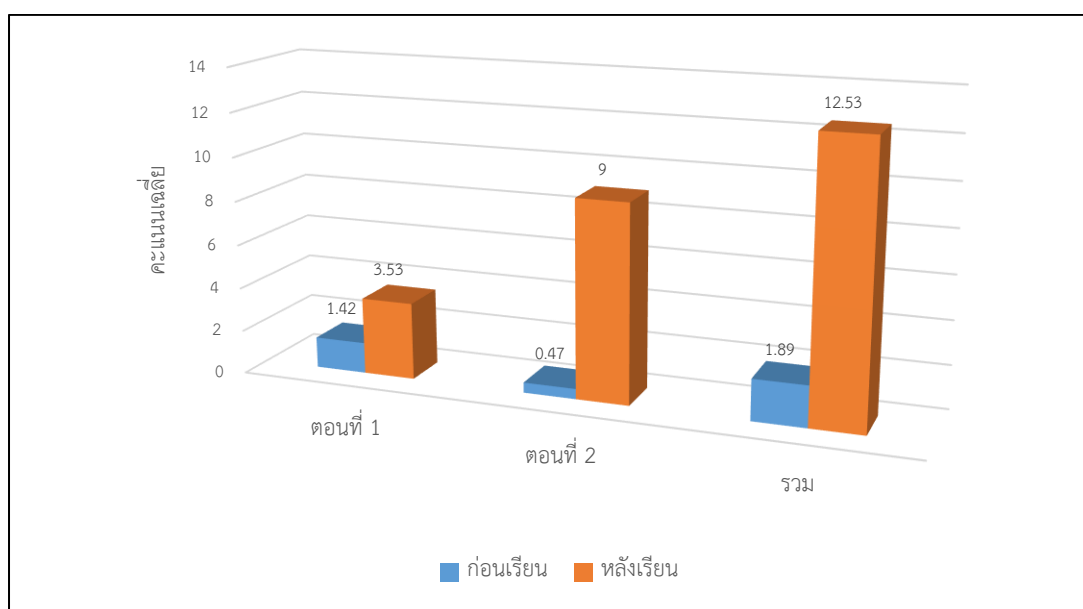
4.3 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของกลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธีสอนแบบปกติ โดยผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.5 คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
		ตอนที่ 1 (6 คะแนน)	ตอนที่ 2 (16 คะแนน)	รวม (22 คะแนน)	
ก่อนเรียน	19	1.42	0.47	1.89	1.20
หลังเรียน		3.53	9.00	12.53	5.02

จากข้อมูลในตารางที่ 4.5 สามารถนำมาเขียนแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังนี้



ภาพที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

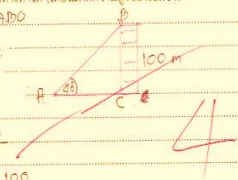
เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม มาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบที่แบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ	t	p
ก่อนเรียน	19	22	1.89	1.20	8.59	9.705	.000**
หลังเรียน		22	12.53	5.02	56.95		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.6 พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 1.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.20 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 12.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.02 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 8.59 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 56.95 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ก่อนเรียน	หลังเรียน
7. เอมอร์ ขึ้นมองตึกเองแห่งหนึ่งซึ่งสูง 100 เมตร ซึ่งมองขึ้นไปบนยอดตึกเป็นมุมเงยขนาด 40 องศา อยากทราบว่า เอมอร์ยืนอยู่ห่างจากตึกเท่าไร (โดยไม่คิดความสูงของเอมอร์)	7. เอมอร์ ขึ้นมองตึกเองแห่งหนึ่งซึ่งสูง 100 เมตร ซึ่งมองขึ้นไปบนยอดตึกเป็นมุมเงยขนาด 40 องศา อยากทราบว่า เอมอร์ยืนอยู่ห่างจากตึกเท่าไร (โดยไม่คิดความสูงของเอมอร์) <u>วิธีทำ</u> กำหนดให้ ΔABC  $\tan 40^\circ = \frac{100}{AC}$ $\tan 40^\circ \times AC = 100$ $0.9397 \times AC = 100$ $AC = \frac{100}{0.9397}$ $AC \approx 119.1755$ <u>คำตอบ</u> $\tan 40^\circ = 0.9397$ — ① $\tan 40^\circ = \frac{100}{AC} = 0.9397$ — ② คูณได้ ① - ② แล้วจึง <u>คำตอบ</u> เอมอร์ยืนห่างจากตึกประมาณ 119.1755 เมตร

ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบผลงานนักเรียนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

จากภาพที่ 4.5 แสดงผลงานการเขียนตอบของนักเรียนคนเดียวกันระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม ซึ่งก่อนเรียนนักเรียนจะไม่สามารถแสดงพฤติกรรมใด ๆ ออกมาเลย แต่หลังจากได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยวิธีการสอนแบบปกติแล้วนักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ซึ่งจะมีการ เขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและได้คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ พร้อมทั้งมีการตรวจคำตอบ แสดงให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมมีความรู้มากขึ้น แต่เมื่อพิจารณาในภาพรวมทั้งห้องพบว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนยังต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

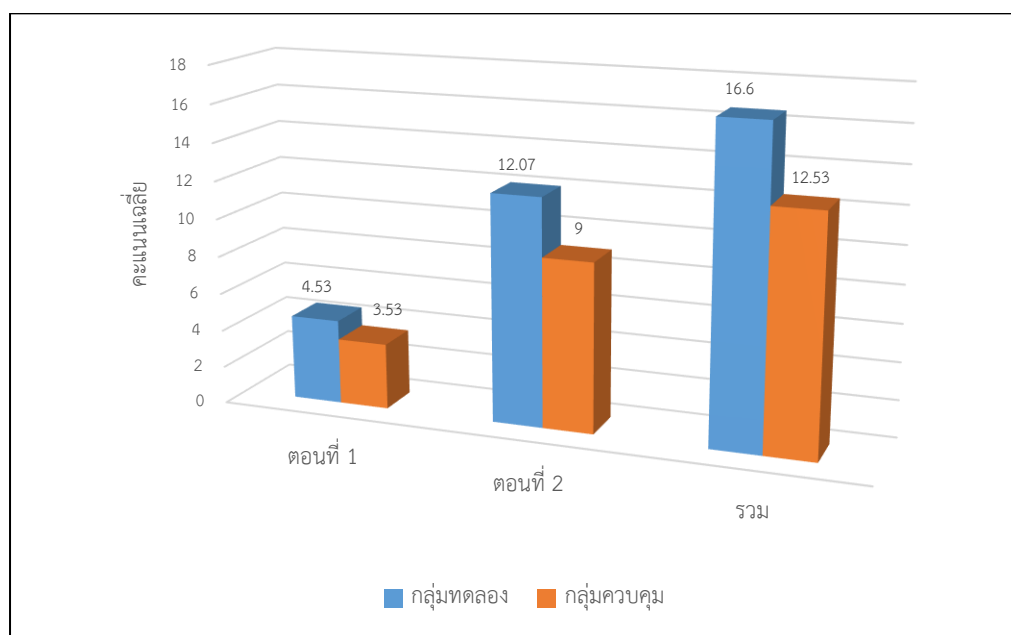
4.4 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ระหว่างกลุ่มทดลองซึ่งใช้วิธีการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และกลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธีสอนแบบปกติ โดยผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.7 คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวน นักเรียน	คะแนนเฉลี่ย			ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		ตอนที่ 1 (6 คะแนน)	ตอนที่ 2 (16 คะแนน)	รวม (22 คะแนน)	
ทดลอง	15	4.53	12.07	16.60	4.52
ควบคุม	19	3.53	9.00	12.53	5.02

จากข้อมูลในตารางที่ 4.7 สามารถนำมาเขียนแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังนี้



ภาพที่ 4.6 คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ สามารถแสดงผลได้ดังนี้

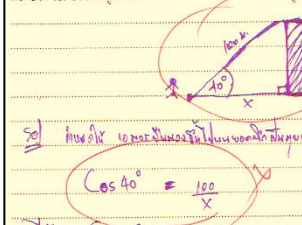
ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ	t	p
ทดลอง	15	22	16.60	4.52	75.45	2.455	.020*
ควบคุม	19	22	12.53	5.02	56.95		

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.8 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 16.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.52 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 12.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.02 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อนำร้อยละของค่าเฉลี่ยมาเทียบกับผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.45 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 56.95 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

7. เอมอร์ ยืนมองตึกมองแห่งหนึ่งซึ่งสูง 100 เมตร ซึ่งมองขึ้นไปบนยอดตึกเป็นมุมเงยขนาด 40 องศา ออกาพรพบว่า เอมอร์ยืนอยู่ห่างจากตึกห่างเท่าใด (โดยไม่คิดความสูงของเอมอร์)



So! คำนวณหา เอมอร์ยืนอยู่ห่างจากตึกเท่าไร

$$\cos 40^\circ = \frac{100}{x}$$

จะได้ $\cos 40^\circ = 0.7660$

7. เอมอร์ ยืนมองตึกมองแห่งหนึ่งซึ่งสูง 100 เมตร ซึ่งมองขึ้นไปบนยอดตึกเป็นมุมเงยขนาด 40 องศา ออกาพรพบว่า เอมอร์ยืนอยู่ห่างจากตึกห่างเท่าใด (โดยไม่คิดความสูงของเอมอร์)

วิธีที่ 1 ใช้ความยาวด้าน

คิดหาความยาวด้านอื่น

- คำนวณ 100 ม.
- มุมมอง 40 องศา
- หาความยาวด้านอื่น

ใช้กฎของไซน์

$$\frac{100}{\sin 40^\circ} = \frac{x}{\sin 90^\circ}$$

$$x = \frac{100 \cdot \sin 90^\circ}{\sin 40^\circ} = \frac{100}{0.6428} \approx 155.5$$

วิธีที่ 2 ใช้มุมมอง

มุมมอง 40 องศา

$$\tan 40^\circ = \frac{100}{x}$$

$$x = \frac{100}{\tan 40^\circ} = \frac{100}{0.8391} \approx 119.2$$

วิธีที่ 3 ใช้ความยาวด้าน

มุมมอง 40 องศา

$$\sin 40^\circ = \frac{100}{x}$$

$$x = \frac{100}{\sin 40^\circ} = \frac{100}{0.6428} \approx 155.5$$

วิธีที่ 4 ใช้กฎของโคไซน์

มุมมอง 40 องศา

$$\cos 40^\circ = \frac{100}{x}$$

$$x = \frac{100}{\cos 40^\circ} = \frac{100}{0.7660} \approx 130.7$$

ดังนั้น เอมอร์ยืนอยู่ห่างจากตึก 130 เมตร

กลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

ภาพที่ 4.7 ผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

จากภาพที่ 4.7 ผลงานนักเรียนในการเขียนตอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่ากลุ่มควบคุมนักเรียนบางส่วนมีความผิดพลาดตั้งแต่การทำความเข้าใจโจทย์ จึงส่งผลให้การเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อวางแผนแก้โจทย์ปัญหาผิดพลาดไปด้วยทำให้ได้คะแนนจากการตรวจตามเกณฑ์การให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนน้อยตามไปด้วย ซึ่งเมื่อดูผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนในภาพรวมแล้วพบว่าได้ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 56.95 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือร้อยละ 70 ส่วนนักเรียนในกลุ่มทดลองจะมีการเขียนแสดงขั้นตอนได้ชัดเจนตั้งแต่การทำความเข้าใจโจทย์ การวางแผน การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบคำตอบ ทำให้เกิดความรอบคอบ ซึ่งส่งผลให้เกิดความพลาดจากขั้นตอนการแก้ปัญหานี้น้อยมาก จึงส่งผลให้ภาพรวมทั้งชั้นของกลุ่มทดลองได้ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 70

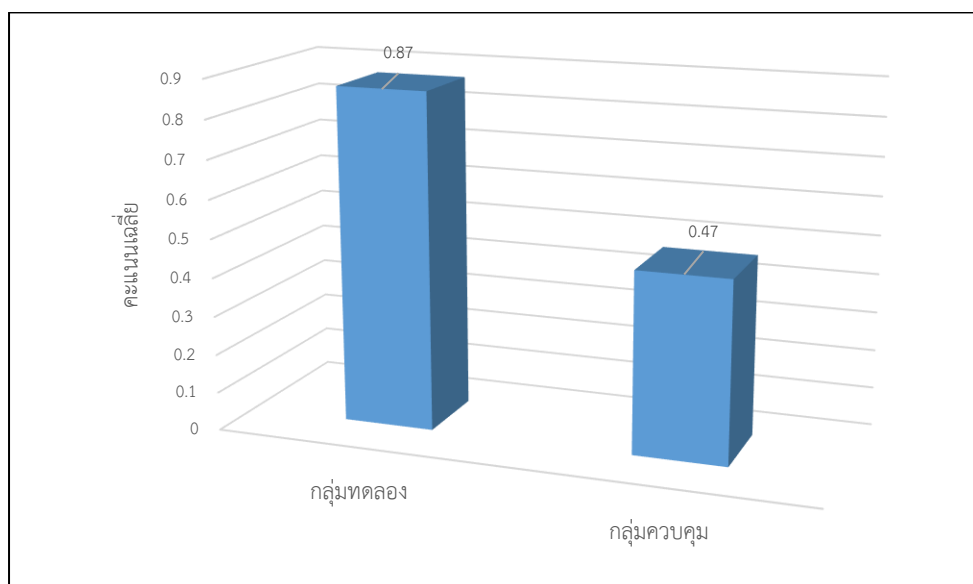
4.5 ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ระหว่างกลุ่มทดลองซึ่งใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และกลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธีสอนแบบปกติ โดยผู้วิจัยวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนตอนที่ 2 ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดอัตนัย 4 ข้อ สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.9 คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย (48 คะแนน)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
ทดลอง	15	0.87	0.83
ควบคุม	19	0.47	0.70

จากข้อมูลในตารางที่ 4.9 สามารถนำมาเขียนแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังนี้



ภาพที่ 4.8 คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	t	p
ทดลอง	15	48	0.87	0.83	1.498	.144
ควบคุม	19	48	0.47	0.70		

จากตารางที่ 4.10 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 0.87 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.83 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 0.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.70 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยเลขคณิตโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

กลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง

8. หนังสืออยู่บนสิ่งแน้วและอยากทราบว่า แม่น้ำช่วงนี้กว้างเท่าใด จึงใช้ต้นไม้ที่อยู่บนฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำ (จุด C) เป็นจุดสังเกต แล้วจึงเดินจากจุด B ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับต้นไม้ไปตามแนวฝั่งแม่น้ำถึงจุด A จะได้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุม B เป็นมุมฉาก AB ยาว 60 เมตร และ มุม CAB มีขนาด 20 องศา อยากทราบว่าแม่น้ำกว้างกี่เมตร

8. หนังสืออยู่บนสิ่งแน้วและอยากทราบว่า แม่น้ำช่วงนี้กว้างเท่าใด จึงใช้ต้นไม้ที่อยู่บนฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำ (จุด C) เป็นจุดสังเกต แล้วจึงเดินจากจุด B ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับต้นไม้ไปตามแนวฝั่งแม่น้ำถึงจุด A จะได้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุม B เป็นมุมฉาก AB ยาว 60 เมตร และ มุม CAB มีขนาด 20 องศา อยากทราบว่าแม่น้ำกว้างกี่เมตร

ภาพที่ 4.9 ผลงานนักเรียนเขียนตอบการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจให้คะแนนทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

จากภาพที่ 4.9 พบว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนตอบโจทย์ปัญหาได้เลย เมื่อทำการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ซึ่งแสดงว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีทักษะทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไม่แตกต่างกัน

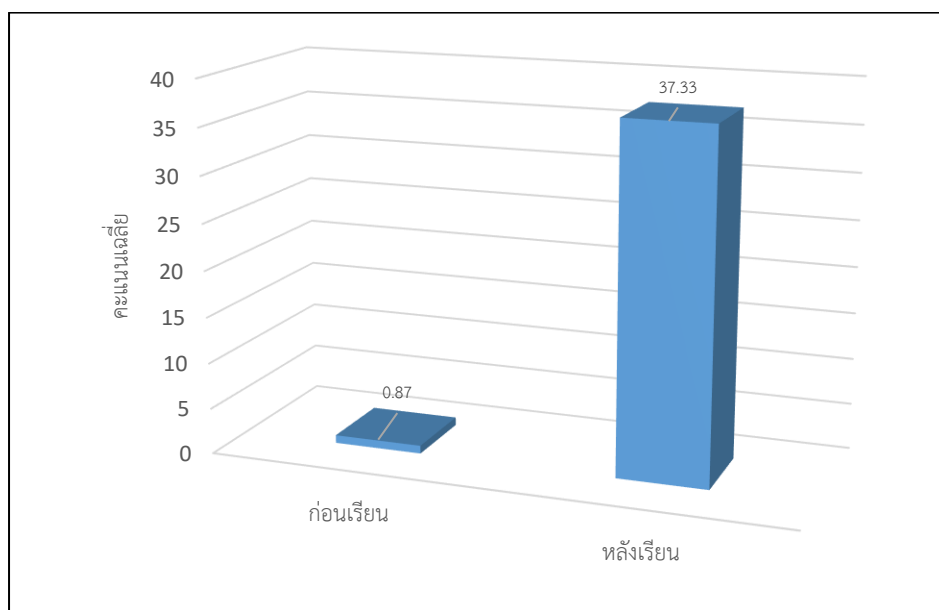
4.6 ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของกลุ่มทดลองซึ่งใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD โดยผู้วิจัยวัดทักษะการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนตอนที่ 2 ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย 4 ข้อ สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.11 คะแนนเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย (48 คะแนน)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
ก่อนเรียน	15	0.87	0.83
หลังเรียน	15	37.33	10.19

จากข้อมูลในตารางที่ 4.11 สามารถนำมาเขียนแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังนี้



ภาพที่ 4.10 คะแนนเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง มาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.12 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	p
ก่อนเรียน	15	48	0.87	0.83	14.105	.000**
หลังเรียน		48	37.33	10.19		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

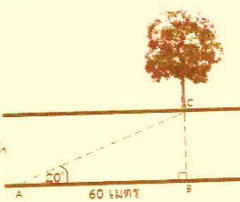
จากตารางที่ 4.12 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 0.87 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.83 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 37.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 10.19 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test)

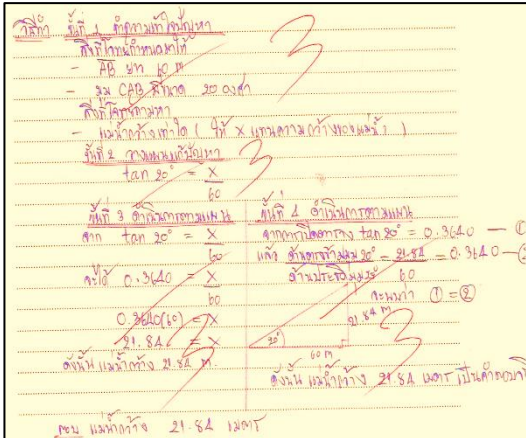
พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนโดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

ก่อนเรียน

หลังเรียน

8. หิ้งยืนอยู่บนฝั่งแม่น้ำและอยากทราบว่ามีน้ำช่วงนี้กว้างเท่าใด จึงใช้ต้นไม้ที่อยู่บนฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำ (จุด C) เป็นจุดสังเกต แล้วจึงเดินจากจุด B ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับต้นไม้ไปตามแนวฝั่งแม่น้ำถึงจุด A จะได้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุม B เป็นมุมฉาก AB ยาว 60 เมตร และ มุม CAB มีขนาด 20 องศา อยากทราบว่าแม่น้ำกว้างกี่เมตร





ภาพที่ 4.11 ผลงานนักเรียนเขียนตอบการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากภาพที่ 4.11 เป็นผลงานการเขียนตอบการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนคนเดียวกันในกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งจะพบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้เลย แต่หลังจากนักเรียนในกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD แล้วนักเรียนสามารถเขียนแสดงออกมาได้อย่างเป็นขั้นตอนตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา มีการวางแผนในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์พร้อมทั้งนำแผนที่วางไว้ไปดำเนินการจนได้คำตอบที่ต้องการ และมีการตรวจคำตอบที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความรอบคอบในการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

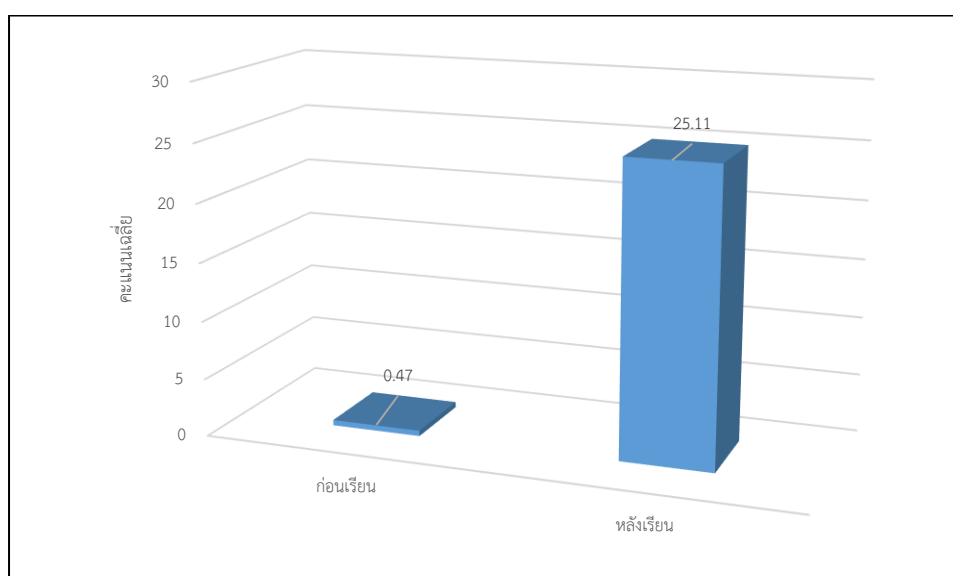
4.7 ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

ผลจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของกลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธีสอนแบบปกติ โดยผู้วิจัยวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนตอนที่ 2 ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 4 ข้อ สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.13 คะแนนเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย (48 คะแนน)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
ก่อนเรียน	19	0.47	0.70
หลังเรียน	19	25.11	14.98

จากข้อมูลในตารางที่ 4.13 สามารถนำมาเขียนแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังนี้



ภาพที่ 4.12 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

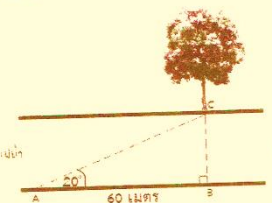
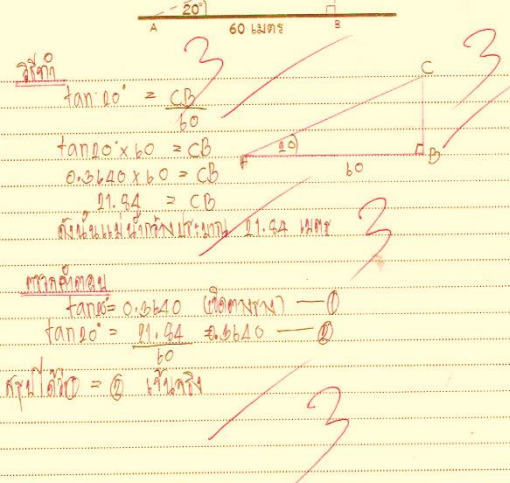
เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม มาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.14 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	p
ก่อนเรียน	19	48	0.47	0.70	7.255	.000**
หลังเรียน		48	25.11	14.98		

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.14 พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 0.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.70 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 25.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 14.98 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มควบคุมมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ

ก่อนเรียน	หลังเรียน
8. ห้างอินอยู่บนตึกแม่น้ำและอยากทราบว่า แม่น้ำช่วงนี้กว้างเท่าใด จึงใช้ตึกนี้เพื่ออยู่บนฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำ (จุด C) เป็นจุดสังเกต แล้วจึงเดินจากจุด B ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับตึกนี้ไปตามแนวฝั่งแม่น้ำถึงจุด A จะได้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุม B เป็นมุมฉาก AB ยาว 60 เมตร และ มุม CAB มีขนาด 20 องศา อยากทราบว่าแม่น้ำกว้างกี่เมตร 	 วิธีทำ $\tan 20^\circ = \frac{CB}{60}$ $\tan 20^\circ \times 60 = CB$ $0.3640 \times 60 = CB$ $21.84 = CB$ ดังนั้นแม่น้ำนี้กว้างประมาณ 21.84 เมตร ตรวจสอบ $\tan 20^\circ = 0.3640 \text{ (หาค่าจากเครื่องคิดเลข)}$ $\tan 20^\circ = \frac{21.84}{60} = 0.3640$ ค่าที่ได้ = 0 เห็นจริง

ภาพที่ 4.13 ผลงานนักเรียนเขียนตอบการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

จากภาพที่ 4.13 เป็นผลงานการเขียนตอบการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนคนเดียวในกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งจะพบว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่สามารถเขียนตอบได้เลย แต่หลังจากนักเรียนในกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ แล้วนักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาพร้อมทั้งแสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนในกลุ่มควบคุมยังมีการแสดงการตรวจคำตอบอีกด้วย ซึ่งเมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วพบว่าทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของกลุ่มควบคุม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

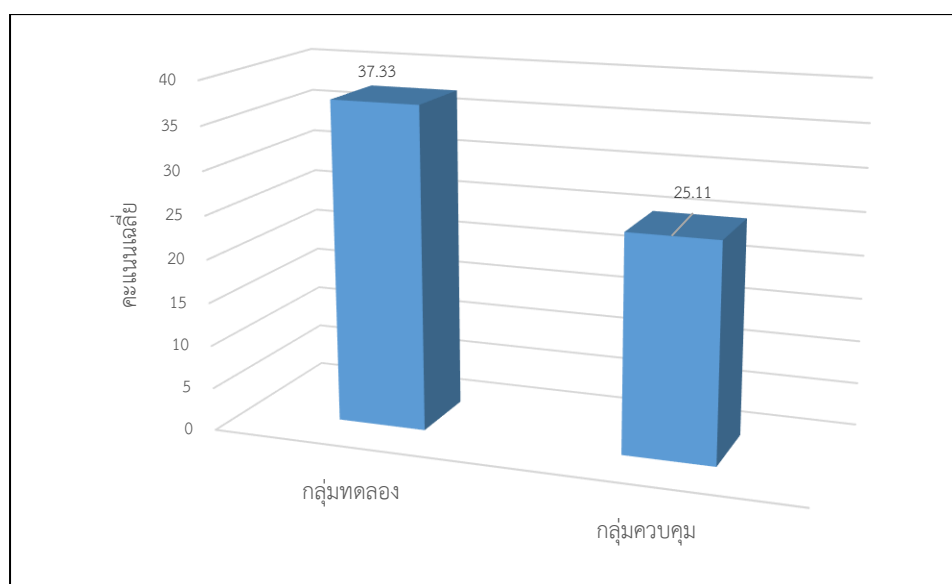
4.8 ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ระหว่างกลุ่มทดลองซึ่งใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และกลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธีสอนแบบปกติ โดยผู้วิจัยวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนตอนที่ 2 ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดอัตนัย 4 ข้อ สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.15 คะแนนเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย (48 คะแนน)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
ทดลอง	15	37.33	10.19
ควบคุม	19	25.11	14.98

จากข้อมูลในตารางที่ 4.15 สามารถนำมาเขียนแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังนี้



ภาพที่ 4.14 คะแนนเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

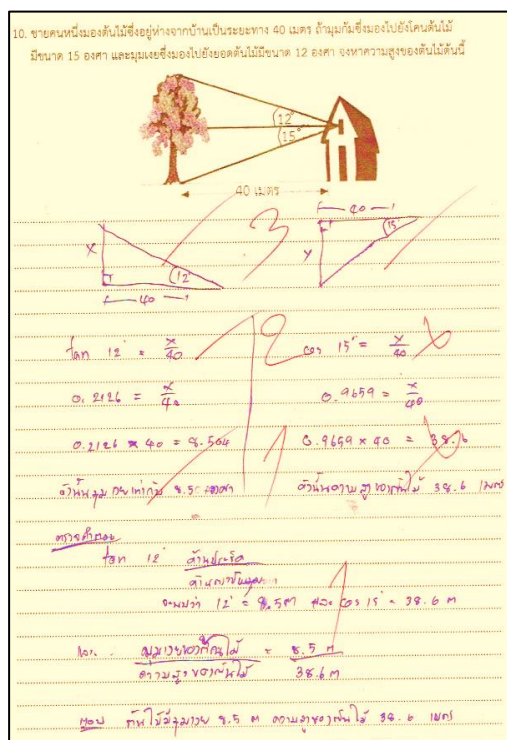
เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.16 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

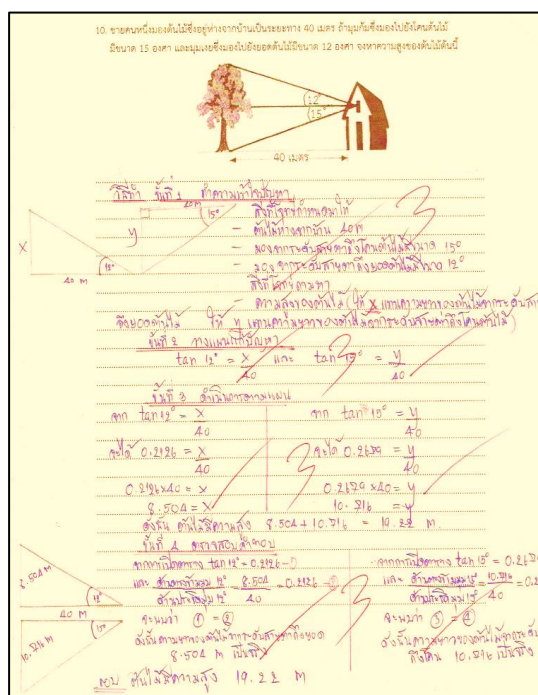
กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	p
ทดลอง	15	48	37.33	10.19	2.702	.011*
ควบคุม	19	48	25.11	14.98		

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.16 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 37.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 10.19 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 25.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 14.98 เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ



ภาพที่ 4.15 ผลงานนักเรียนเขียนตอบการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนตามเกณฑ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม



ภาพที่ 4.16 ผลงานนักเรียนเขียนตอบการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนตามเกณฑ์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากภาพที่ 4.15 และภาพที่ 4.16 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองจะมีการเขียนแสดงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นขั้นตอนตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งการแสดงผลการตรวจสอบคำตอบที่ได้ ซึ่งจะมีความรอบคอบทำให้มีความผิดพลาดจากการแก้ปัญหาดังกล่าวน้อยมาก เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (จากภาพที่ 4.15) พบว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างถูกต้องแต่จะผิดพลาดที่การวางแผนทำให้การดำเนินการตามแผนผิดพลาดไปด้วย เมื่อพิจารณาภาพรวมทั้งชั้นเรียนของทั้งสองกลุ่มพบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.9 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิธีสอนการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิธีสอนการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ผลการตอบแบบสอบถาม (ตารางที่ 3.16) เมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิธีสอนการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

ความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับ	ลำดับที่
1. ข้าพเจ้าและเพื่อนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	4.73	0.46	มากที่สุด	4
2. ข้าพเจ้าและเพื่อนๆ ยอมรับความสามารถซึ่งกันและกัน	4.60	0.83	มากที่สุด	6
3. ข้าพเจ้าได้มีโอกาสอธิบายและซักถามเพื่อนในกลุ่ม และทำให้เข้าใจมากขึ้น	4.53	0.64	มาก	7
4. เพื่อนในกลุ่มได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดความสามัคคี	4.93	0.26	มากที่สุด	1
5. ข้าพเจ้ามีความสุขในการเรียนและชอบทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น	4.73	0.46	มากที่สุด	4
6. ข้าพเจ้าได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและได้ปฏิบัติด้วยตนเอง	4.73	0.46	มากที่สุด	4
7. การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ทำให้เกิดความมั่นใจในตนเอง และกล้าแสดงออกมากขึ้น	4.67	0.49	มากที่สุด	5
8. การเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก ๆ แบบนี้ ทำให้ไม่อายที่จะซักถาม	4.73	0.59	มากที่สุด	4

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิธีสอน
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการจัดการเรียนรู้
แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD (ต่อ)

ความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับ	ลำดับ ที่
9. การเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก ๆ แบบนี้ทำให้ข้าพเจ้าทำ ความเข้าใจโจทย์ได้ดีทั้งจากการศึกษาด้วยตนเองและ จากการอธิบายของเพื่อนในกลุ่ม	4.80	0.56	มากที่สุด	3
10. ข้าพเจ้าและเพื่อนสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาเงื่อนไขต่าง ๆ จนสามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ออกมาเป็นรูปภาพ หรือประโยคสัญลักษณ์ได้	2.87	0.35	มากที่สุด	8
11. เมื่อข้าพเจ้าสามารถคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบจาก ความสัมพันธ์ หรือประโยคสัญลักษณ์ได้ด้วยตนเอง หรือ เพื่อนคอยช่วยอธิบายในบางส่วน	4.67	0.49	มากที่สุด	5
12. เมื่อได้คำตอบแล้ว ข้าพเจ้าจะพยายามตรวจสอบคำตอบ อีกครั้งเพื่อความมั่นใจในคำตอบ	4.60	0.51	มากที่สุด	6
13. ข้าพเจ้าจดจำขั้นตอนการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอนได้ดี และจะพยายามจะแก้ปัญหานั้นด้วยตนเองก่อนที่จะให้ เพื่อนช่วยเหลือ	4.73	0.46	มากที่สุด	4
14. ข้าพเจ้ากล้าที่จะคิดและพยายามทำตามขั้นตอน การแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนในการทดสอบเป็นรายบุคคลท้ายคาบ	4.87	0.35	มากที่สุด	2
15. ข้าพเจ้ามีความภูมิใจกับผลงานกลุ่ม (คะแนนความก้าวหน้า)	4.93	0.26	มากที่สุด	1
ระดับเฉลี่ยรวมทั้ง 15 ข้อ	4.61	0.68	มากที่สุด	-

จากตารางที่ 4.17 พบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ซึ่งอยู่ในระดับ พึงพอใจมากที่สุด และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อคำถามพบว่า ข้อที่ได้ค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.93 มี 2 ข้อ คือ ข้อที่ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสมาชิกในกลุ่มมีความพึงพอใจที่ได้ช่วยเหลือกันในกลุ่มซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันได้ดี และข้อที่ 15 (ข้าพเจ้ามีความภูมิใจกับผลงานกลุ่ม (คะแนนความก้าวหน้า)) ข้อคำถามที่ได้ค่าเฉลี่ยรองลงมาคือข้อที่ 14 (ข้าพเจ้ากล้าที่จะคิดและพยายามทำตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนในการทดสอบเป็นรายบุคคลท้ายคาบ)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง กลุ่มเป้าหมายได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 35 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 16 คน (ระหว่างทำการทดลองมีนักเรียนจำนวน 1 คนได้ย้ายสถานศึกษาไปเรียนสถานศึกษาอื่น ทำให้เหลือกลุ่มทดลองเพียง 15 คน) และกลุ่มควบคุม 19 คน ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และกลุ่มควบคุมใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD กับการสอนแบบปกติ พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนที่ได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD กับการสอนแบบปกติ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งยังพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ยังมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

จากผลการวิจัยที่สรุปว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พิจารณาได้จากผลการวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สืบเนื่องจากการใช้วิธีการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD นั้นได้ฝึกให้นักเรียนเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มร่วมมือ พร้อมทั้งฝึกให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีแก้โจทย์ปัญหาให้ชัดเจนทั้ง 4 ขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มต้นของการทำความเข้าใจปัญหา โดยให้ระบุส่วนสำคัญของปัญหาและตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการค้นหาโดยพิจารณาเข้าไปข้างหน้า พิจารณาหลากหลายมุมมอง หรือนักเรียนอาจใช้วิธีต่าง ๆ มาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหานั้น เช่น การเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระสำคัญของปัญหาคำด้วยถ้อยคำของนักเรียนเอง หลังจากให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาแล้วผู้วิจัยก็ให้นักเรียนฝึกในขั้นตอนที่ 2 คือการวางแผนแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดแผนการหรือแนวทางในการแก้ปัญหาและเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งจะส่งผลต่อเนื่องมายังขั้นที่ 3 ซึ่งเป็นขั้นตอนการตามแผนการที่ได้วางไว้ โดยผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไม่สามารถใช้แก้ปัญหาให้สำเร็จได้ นักเรียนก็ต้องกลับไปในขั้นตอนที่สองเพื่อค้นหาแผนหรือยุทธวิธีใหม่อีกครั้ง แต่ถ้าแผนการที่วางไว้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ ผู้วิจัยก็จะฝึกให้ผู้เรียนทำขั้นที่ 4 คือขั้นตรวจสอบคำตอบหรือการมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา แล้วพิจารณาว่า มีแนวทาง มีคำตอบ หรือมียุทธวิธีอื่น ๆ ในการแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ ซึ่งจะเป็นการฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีความรอบคอบและมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการวางแผนหาวิธีการใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป แต่สำหรับวิธีการสอนแบบปกตินั้น ในชั้นสอนนักเรียนจะไม่ได้รับการฝึกให้แสดงพฤติกรรมการทำงานเข้าใจปัญหาออกมา แต่จะเริ่มต้นด้วยการเขียนประโยคสัญลักษณ์ ซึ่งเป็นขั้นการวางแผนแล้วดำเนินการแก้ปัญหานั้นจนกระทั่งได้คำตอบ ซึ่งในบางครั้งเมื่อได้คำตอบแล้วก็ไม่ได้ทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องมากน้อยเพียงใด สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัจฉราภรณ์ บุญจริง (2552) ได้ศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยา พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาได้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 91.48 รองลงมาคือขั้นวางแผนการแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 75.56 และขั้นที่ได้

คะแนนน้อยที่สุด คือขั้นตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ คิดเป็นร้อยละ 58.89 นอกจากนี้ยังพบว่า การสอนแบบปกติซึ่งเป็นการสอนโดยให้ผู้เรียนแสดงวิธีทำโดยไม่ได้แยกขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้เรียนจะเกิดความสับสนในการทำความเข้าใจโจทย์ ซึ่งจะส่งผลให้การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหานั้นผิดพลาดไปด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Sukoriyanto et al., 2016) ได้ทำการศึกษาเพื่อค้นหาความผิดพลาดจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยาในการตรวจสอบ พบว่า ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหาอยู่ในระดับต่ำ และความสามารถในการมองย้อนกลับ เพื่อตรวจสอบคำตอบก็อยู่ในระดับต่ำ จากการค้นพบของ (Sukoriyanto et al., 2016) แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนให้ความสำคัญน้อยมากในเรื่องการตรวจสอบคำตอบ หรือการมองย้อนกลับเพื่อหาเหตุผลหรือความสอดคล้องของคำตอบที่ตนเองหา มาได้ว่ามีความถูกต้อง หรือตรงกับที่โจทย์ปัญหานั้นต้องการหรือไม่ (Akhsanul In'am, 2014) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตแบบยูคลิดตามแนวคิดของโพลยา ของนักศึกษาที่เรียนคณิตศาสตร์ภาคเรียนที่สอง มหาวิทยาลัยมุฮัมมาดิยาธมาลัง ประเทศอินโดนีเซีย ประจำปีการศึกษา 2012/2013 โดยศึกษาจากวิธีทำในกระดาษคำตอบของนักศึกษาโดยใช้แนวทางการวิเคราะห์ตามขั้นตอนของโพลยา พบว่า การทำความเข้าใจปัญหาของนักศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี การวางแผนในการแก้ปัญหาและการดำเนินการตามแผนของนักศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี แต่การมองย้อนกลับของนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้ทำการตรวจสอบคำตอบใด ๆ ซึ่งจากงานวิจัยของ เอ็ดซานู อินแอม (Akhsanul In'am, 2014) ยิ่งเป็นสิ่งที่สนับสนุนข้อค้นพบของ สุโกริยันโตและคณะได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนิตย์ สัจจา (2554) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การบวกและการลบตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาเรื่องการบวกและการลบตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD และยังพบว่านักเรียนกลุ่มควบคุมซึ่งใช้วิธีการสอนแบบปกติ มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกันกับกลุ่มทดลอง แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มควบคุมมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น

เช่นเดียวกันหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติถึงแม้ว่าจะมีคะแนนเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนน้อยกว่ากลุ่มทดลองก็ตาม

จากงานวิจัยที่สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พิจารณาได้จากผลการวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่า คะแนนจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของกลุ่มทดลองที่ใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สืบเนื่องจากวิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1957: 5-36) อย่างเป็นขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอนได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบคำตอบ ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้กระบวนการจัดการเรียนรู้ ยังมีการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ซึ่งนอกจากจะเรียนรู้จากครูผู้สอนเป็นผู้สอนความรู้แล้ว ยังให้ผู้เรียนมีการทำงานร่วมกัน และมีการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มนี้จะเป็นการสอนความรู้และฝึกทักษะการแก้ปัญหาระหว่างสมาชิกในกลุ่มด้วยกันเองทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนจนถึงเรียนปานกลางมีความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้มีคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มจากการสอบเป็นรายบุคคลเพิ่มขึ้นอีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนิตย์ สัจจา (2554) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบตามแนวคิดของโพลยาโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบตามแนวคิดของโพลยาโดยการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ บรรทม สุระพร (2558) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาสถิติเบื้องต้น ระหว่างนักศึกษาที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกลุ่มเรียนรู้เป็นทีมแบบ STAD เปรียบเทียบกับการเรียนแบบบรรยายปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติเบื้องต้นของนักศึกษากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกลุ่มเรียนรู้เป็นทีมแบบ STAD สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ เดือนฉาย จงสมชัย (2554) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD กับการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับ

การสอนโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนอกจากนี้ก็ยังพบว่างานวิจัยของ นาฬิสาห์ เจะและ (2554) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องที่พลเมือง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD กับการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องที่พลเมืองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 เมื่อนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD แล้วพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 แต่สำหรับกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD นอกจากนักเรียนจะได้รับความรู้จากครูผู้สอนในชั้นนำเสนอเนื้อหาแล้วยังได้รับความช่วยเหลือในการอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมจากเพื่อนนักเรียนในกลุ่มในชั้นปฏิบัติการกลุ่มอีกด้วย ทำให้นักเรียนที่เรียนไม่ทันเพื่อนได้เข้าใจเนื้อหาและวิธีการแก้โจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น ประกอบกับแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นจะดำเนินการเป็นขั้นตอนที่ชัดเจนตามแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจมากยิ่งขึ้นจึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 แต่สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกตินั้น นอกจากครูผู้สอนจะเป็นผู้สอนความรู้แล้วให้นักเรียนคิดตาม ซึ่งทำให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างครูกับนักเรียนหรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียนด้วยกันเองมีน้อย เมื่อเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง มักจะเก็บข้อสงสัยนั้นไว้กับตัวเองโดยไม่กล้าที่จะสอบถามครูหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียน ซึ่งจะส่งผลนักเรียนเรียนรู้เนื้อหาใหม่ได้ช้าลงหรือเรียนรู้เพิ่มเติมได้อีกไม่มากนัก ดังจะสังเกตเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งจากผลงานวิจัยของ สุนิตย์ สัจจา (2554); บรรทม สุระพร (2558); เดือนฉาย จงสมชัย (2554) และนาฬิสาห์ เจะและ (2554) เป็นสิ่งยืนยันได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD สามารถนำไปใช้พัฒนาผู้เรียนได้จริง และยิ่งผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มาพัฒนาผู้เรียนร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาด้วยแล้ว จะยังสามารถพัฒนาผู้เรียนได้เต็มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากงานวิจัยที่สรุปว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด ดังจะเห็นได้จากผลของการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อวิธีการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.61 ซึ่งอยู่ในระดับ พึงพอใจมากที่สุด และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อคำถามพบว่า ข้อที่ได้ค่าเฉลี่ยมากที่สุดคิดเป็น 4.93 คือข้อคิดเห็นที่ว่า เพื่อนในกลุ่มได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันทำให้เกิดความสามัคคี และมีความภูมิใจกับผลงานกลุ่ม (คะแนนความก้าวหน้า) และจากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจยังพบว่า นักเรียนมีความกล้าที่จะคิดและพยายามทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน คิดเป็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.87 นอกจากนี้ยังพบว่าหลังจากขั้นตอนการสอนโดยครูแล้ว นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดที่จะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เรียนรู้ร่วมกัน กล้าที่จะคิด กล้าที่จะถาม จนทำให้ผลงานกลุ่ม (คะแนนความก้าวหน้า) ออกมาเป็นที่น่าพอใจ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

5.2.1 ควรนำวิธีสอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ไปใช้สอนแก้โจทย์ปัญหาในสาระอื่นของวิชาคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้เร็วและมีแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น

5.2.2 ควรนำวิธีสอนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา ไปใช้ควบคู่กับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิคอื่น ๆ เพื่อเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายและเป็นการช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.2.3 ควรนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ไปพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.**
กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.
- กฤติยาณี รุ่งสุข. **การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2557.
- โกเมนทร์ พร้อมจะบก. **รายงานความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม.**
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม: มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, 2552.
- กมลฉัตร กล่อมอิม. **การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2556.
- จิราภรณ์ เจริญศรีเมือง. **การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.**
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.
- จารุวรรณ เยาว์จ้อย. **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมปฏิบัติการร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) เรื่องความร้อน.**
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- ณัฐกานต์ ภาวะชัย. **การศึกษาผลการเรียนรู้ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.**
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2558.
- เดือนฉาย จงสมชัย. **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ ตามเทคนิค STAD เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2554.
- ถวัลย์ ธาราโกชน. **จิตวิทยาสังคม.** กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์, 2536.
- ทิศนา แคมมณี. **ศาสตร์การสอน.** กรุงเทพมหานคร: ด้านสุทธาการพิมพ์, 2545.
- นาฬิสาห์ เจะและ. **ผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องหน้าที่พลเมือง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- บรรทม สุระพร. การออกแบบเพื่อควมมีคุณภาพและความเป็นมาตรฐานของเครื่องมือของ
เครื่องมือในการวิจัย. ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติและคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์:
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, ม.ป.ป.
- _____. รายงานผลการวิจัย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาสถิติเบื้องต้นและความพึงพอใจ
ของผู้เรียนเมื่อใช้การจัดกลุ่มเรียนรู้เป็นทีมเทคนิค STAD. อุบลราชธานี:
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: วังมฤต โพรดักชั่น, 2554.
- ปรีชา เดชศรี. (2558). การประเมินผลนักเรียนนานาชาติ: PISA 2015.
<https://drive.google.com/file/d/0B5EWL6uA8wLOT1BGcHF2UXLZSVU/view>.
7 เมษายน, 2559.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุขฎิบัณฑิต:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2544.
- พจนานุกรม. ราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่น, 2542.
- พัชรียะ ปิยภัณฑ. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรดุขฎิบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2555.
- เพ็ญจมาศ คำชนะ, มาลินี จำเริญ และพรทิพย์ สีนประเสริฐ. รายงานผลการวิจัยความพึงพอใจ
ของอาจารย์และนักศึกษาต่อการบริหารหลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต และหลักสูตร
พยาบาลศาสตรบัณฑิต (ต่อเนื่อง) ปีการศึกษา 2552. ราชบุรี:
วิทยาลัยพยาบาลราชชนนี ราชบุรี, 2553.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7.
กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2540.
- ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2526.
- โยธิน ศันสนยุท. มนุษย์สัมพันธ์:จิตวิทยาการทำงานในองค์กร. กรุงเทพมหานคร:
ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2530.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2538.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วัชรรา เล่าเรียนดี. **เทคนิควิธีการจัดการเรียนการสอนและการนิเทศ**. นครปฐม:
มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2545.
- วิโรชา ปาละรัตน์. **ศึกษาระดับและเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้ป่วยนอกต่อการบริการ
ของโรงพยาบาลป่าบอน อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2543.
- วัฒนาพร ระจับทุกซ์. **แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:
แอล ที เพลส, 2542.
- วุฒิศักดิ์ พวงทอง. **การพัฒนาสมรรถนะกลุ่มการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้
แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2559.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. **ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- ศิรินุช รัตนประสบ. **การสร้างชุดการสอน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ระคน
ตามขั้นตอนของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2550.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2559). **ระบบประกาศผลสอบวิชาสามัญ
9 วิชาประจำปีการศึกษา 2558**. [http://www.gatpat.niets.or.th/AMS59/
mdLogin/frmLogin2.aspx](http://www.gatpat.niets.or.th/AMS59/mdLogin/frmLogin2.aspx). 15 เมษายน, 2559.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์**.
กรุงเทพมหานคร: ศูนย์กลางวัดผล, 2555.
- สุนิตย์ สัจจา. **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบตามแนวคิด
ของโพลยาโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนบ้านโนนเกษตร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1**.
วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2554.
- สุนันทา แสงสุข. **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
คอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต:
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2556.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สมใจ ภูครองทุ่ง. การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากแบบฝึกหัด
เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2553.
- สุรัชย์ ขวัญเมือง. วิธีสอนและการวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา.
กรุงเทพมหานคร: เทพนิมิตการพิมพ์, 2522.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 19 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. พิมพ์ครั้งที่ 8.
กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์, 2551.
- อัจฉราภรณ์ บุญจริง. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.
- อนุรักษ์ สุวรรณสนธิ์. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยเน้นขั้นตอนการ
แก้ปัญหาของ Polya ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษา
ศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.
- อมรรัตน์ สว่างเกตุ. รายงานผลการวิจัยการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนโดย
ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) ในเรื่องการประเมินภาวะสุขภาพของมารดาและ
ทารกในระยะตั้งครรภ์ปกติ. ราชบุรี: วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ราชบุรี, 2553.
- อัมพร ม้าคะนอง. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์:การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ.
พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.
- อารมณ จันท์ลาม. ผลการสอนแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา
ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2550.
- อารมณ เพชรชื่น. เทคนิคการวัดและประเมินผลการศึกษาในระดับประถมศึกษา. ชลบุรี:
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2527.
- Akhsanul, I. Research report The Implementation of the Polya Method in Solving
Euclidean Geometry Problems. Indonesia: University of Muhammadiyah,
2014.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Dilek, I. and Kamuran, T. **Research report The effects of the cooperative learning method supported by multiple intelligence theory on Turkish elementary students' mathematics achievement.** Korea: Seoul National University, 2009.
- Good, T. and Carter, V. **Dictionary of education.** New York: McGraw-Hill, 1973.
- Guluzar, E. and Omer, G. **Research report The Collaboration of Cooperative Learning and Conceptual Change: Enhancing the Students' Understanding of Chemical Bonding Concepts.** Taiwan: Ministry of Science and Technology, 2014.
- Kamuran, T., and Fikri, A. **Research report The effects of cooperative learning on Turkish elementary students' mathematics achievement and attitude towards mathematics using TAI and STAD methods.** Turkey: Cukurova University, 2007.
- Korman, A. **Organizational behavior Englewood Cliffs.** New Jersey: Prentice Hall, 1977.
- Maker and Wallace. **Thinking Skills and Problem-Solving.** New York: David Fulton, 2004.
- Morse, N. **Satisfactions in the white collar job.** Michigan: University of Michigan Press, 1955.
- Polya, G. **How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method.** New Jersey: Princeton University Press, 1957.
- Slavin, R. E. "Cooperative Learning", **Review of Educational Research.** 50(2): 319–320; Summer, 1980.
- Slavin, R. E. **Cooperative Learning: Theory Research and practice.** 2nd ed. Boston, MA: Allyn & Bacon, 1995.
- Sukoriyanto, Toto, N., Subanji, and Tjang, D. C. **Research report Students' Errors in Solving the Permutation and Combination Problems Based on Problem Solving Steps of Polya.** Indonesia: Universitas Negeri Malang, 2016.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- The National Council of Supervisors of Mathematics (NCSM). (1997). **Leadership in Mathematics Education. NCSM Position Paper on Basic Mathematical Skills.** <http://www.ncsmonline.org/NCSMPublications/position.html#basmathskills>. February 2, 2016.
- Wallerstein, Harvey. **Dictionary of Psychology.** Maryland: Penguin Book, 1971.
- Wilson, J. W., Fernandez, M. L., and Hadaway, N. (1993). **Mathematical Problem Solving: Synthesis of Research on Problem Solving.** <http://jwilson.coe.uga.edu/emt725/PSsyn/PSsyn.html>. June 15, 2015.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การเก็บรวบรวมข้อมูล การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ตารางที่ ก.1 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนเรื่องอัตราส่วน
ตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา
ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

แผนจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5		
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1	1	1	1	1	1	1	นำไปใช้สอนได้
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2	1	1	1	1	1	1	นำไปใช้สอนได้
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3	1	1	1	1	1	1	นำไปใช้สอนได้
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4	1	1	1	1	1	1	นำไปใช้สอนได้

ตารางที่ ก.2 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนเรื่องอัตราส่วน
ตรีโกณมิติ โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ

แผนจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5		
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1	1	1	1	1	1	1	นำไปใช้สอนได้
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2	1	1	1	1	1	1	นำไปใช้สอนได้
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3	1	1	1	1	1	1	นำไปใช้สอนได้
แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4	1	1	1	1	1	1	นำไปใช้สอนได้

ตารางที่ ก.3 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน
ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	สรุปผล
		1	2	3	4	5		
1. ค่าสัมบูรณ์	1	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	6	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ก.3 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

เรื่อง	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	สรุปผล
		1	2	3	4	5		
1. ค่าสัมบูรณ์ (ต่อ)	7	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	8	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	9	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	10	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
2. เลขยกกำลัง	11	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	12	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	13	1	1	1	0	0	0.6	คัดเลือกไว้
	14	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	15	1	0	0	0	1	0.4	คัดออก
	16	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	17	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	18	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	19	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	20	0	1	1	1	1	0.8	คัดเลือกไว้
3. รากที่สอง	21	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	22	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	23	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	24	0	1	0	0	0	0.2	คัดออก
	25	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	26	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	27	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	28	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	29	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	30	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
4. พีทาโกรัส	31	0	0	1	0	1	0.4	คัดออก
	32	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ก.3 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

เรื่อง	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุปผล
		1	2	3	4	5		
4. พีทาโกรัส (ต่อ)	33	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	34	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	35	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	36	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	37	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	38	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	39	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
	40	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ก.4 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุปผล
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
3	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
7	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
9	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
13	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ก.4 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	สรุปผล
	1	2	3	4	5		
14	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
15	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
16	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
17	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
18	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
19	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
20	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ก.5 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อ
วิธีการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการจัดการ
เรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD

ข้อคำถาม ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	สรุปผล
	1	2	3	4	5		
1	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
3	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
7	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
9	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
13	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ก.5 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อ
 วิธีการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการจัดการ
 เรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD (ต่อ)

ข้อคำถาม ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)	สรุปผล
	1	2	3	4	5		
14	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
15	1	1	1	1	1	1	คัดเลือกไว้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบที (t-test)

ข.1 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ ข.1 วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบก่อนเรียน	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กลุ่มทดลอง			
การทดสอบก่อนเรียนตอนที่ 1	15	1.3333	.89974
การทดสอบก่อนเรียนตอนที่ 2	15	.6000	.50709
การทดสอบก่อนเรียน (รวม)	15	1.9333	1.16292
กลุ่มควบคุม			
การทดสอบก่อนเรียนตอนที่ 1	19	1.4211	1.01739
การทดสอบก่อนเรียนตอนที่ 2	19	.4737	.77233
การทดสอบก่อนเรียน (รวม)	19	1.8947	1.19697

ตารางที่ ข.2 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รายการสถิติ	ผลการทดลอง	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
N	15	19
Mean	1.9333	1.8947
Mean Difference	.03860	
t	.095	
df	32	
p	.925	

ข.2 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง

จากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยใช้การทดสอบทีไม่แบบอิสระ (t-dependent sample test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ ข.3 วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง

รายละเอียดการสอบ	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
การทดสอบก่อนเรียนตอนที่ 1	15	1.3333	.89974
การทดสอบก่อนเรียนตอนที่ 2	15	.6000	.50709
การทดสอบก่อนเรียน (รวม)	15	1.9333	1.16292
การทดสอบหลังเรียนตอนที่ 1	15	4.5333	1.18723
การทดสอบหลังเรียนตอนที่ 2	15	12.0667	3.78845
การทดสอบหลังเรียน (รวม)	15	16.6000	4.51664

ตารางที่ ข.4 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง

รายการสถิติ	ผลการทดลอง	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
N	15	15
Mean	1.9333	16.6000
Mean Difference	14.66667	
t	13.353	
df	14	
p	.000	

ข.3 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม

จากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ ข.5 วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

รายละเอียดการสอบ	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
การทดสอบก่อนเรียนตอนที่ 1	19	1.4211	1.01739
การทดสอบก่อนเรียนตอนที่ 2	19	.4737	.77233
การทดสอบก่อนเรียน (รวม)	19	1.8947	1.19697
การทดสอบหลังเรียนตอนที่ 1	19	3.5263	1.64548
การทดสอบหลังเรียนตอนที่ 2	19	9.0000	4.14997
การทดสอบหลังเรียน (รวม)	19	12.5263	5.01518

ตารางที่ ข.6 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

รายการสถิติ	ผลการทดลอง	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
N	19	19
Mean	1.8947	12.5263
Mean Difference	10.63158	
t	9.705	
df	18	
p	.000	

ข.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-Independent sample test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ ข.7 วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบก่อนเรียน	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กลุ่มทดลอง			
การทดสอบหลังเรียนตอนที่ 1	15	4.5333	1.18723
การทดสอบหลังเรียนตอนที่ 2	15	12.0667	3.78845
การทดสอบหลังเรียน (รวม)	15	16.6000	4.51664
กลุ่มควบคุม			
การทดสอบหลังเรียนตอนที่ 1	19	3.5263	1.64548
การทดสอบหลังเรียนตอนที่ 2	19	9.0000	4.14997
การทดสอบหลังเรียน (รวม)	19	12.5263	5.01518

ตารางที่ ข.8 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รายการสถิติ	ผลการทดลอง	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
N	15	19
Mean	16.6000	12.5263
Mean Difference	4.07368	
t	2.455	
df	32	
p	.020	

ข.5 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งได้ผลดังนี้

**ตารางที่ ข.9 วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม**

กลุ่มเป้าหมาย	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กลุ่มทดลอง	15	.8667	.83381
กลุ่มควบคุม	19	.4737	.69669

**ตารางที่ ข.10 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม**

รายการสถิติ	ผลการทดลอง	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
N	15	19
Mean	0.8667	0.4737
Mean Difference	0.39298	
t	1.498	
df	32	
p	.144	

**ข.6 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของกลุ่มทดลอง**

จากผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยใช้การทดสอบทีไม่แบบอิสระ (t-dependent sample test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง ซึ่งได้ผลดังนี้

**ตารางที่ ข.11 วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและ
หลังเรียน ของกลุ่มทดลอง**

การทดสอบ	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ก่อนเรียน	15	0.8667	0.83381
หลังเรียน	15	37.3333	10.18870

**ตารางที่ ข.12 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและ
หลังเรียน ของกลุ่มทดลอง**

รายการสถิติ	ผลการทดลอง	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
N	15	15
Mean	0.8667	37.3333
Mean Difference	36.46667	
t	14.105	
df	14	
p	.000	

**ข.7 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของกลุ่มควบคุม**

จากผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม ซึ่งได้ผลดังนี้

**ตารางที่ ข.13 วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและ
หลังเรียน ของกลุ่มควบคุม**

การทดสอบ	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ก่อนเรียน	19	0.4737	0.69669
หลังเรียน	19	25.1053	14.98479

**ตารางที่ ข.14 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและ
หลังเรียน ของกลุ่มควบคุม**

รายการสถิติ	ผลการทดลอง	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
N	19	19
Mean	0.4737	25.1053
Mean Difference	24.63158	
t	7.255	
df	18	
p	.000	

ข.8 การวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-Independent sample test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งได้ผลดังนี้

**ตารางที่ ข.15 วิเคราะห์ผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม**

กลุ่มเป้าหมาย	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กลุ่มทดลอง	15	37.3333	10.18870
กลุ่มควบคุม	19	25.1053	14.98479

**ตารางที่ ข.16 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม**

รายการสถิติ	ผลการทดลอง	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
N	15	19
Mean	37.3333	25.1053
Mean Difference	12.22807	
t	2.702	
df	32	
p	.011	

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ

เรื่องที่ 1. คำสัมบูรณ์ (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
7	ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. ถ้า $x < 0$ แล้ว $x > x $ ข. ถ้า $x < 0$ และ $y > 0$ แล้ว $ xy = xy$ ค. $ x-y \leq x + y $ ง. ถ้า $ x > y $ แล้ว $z x > z y $			
8	ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง ก. $ x-y + x-z \geq y-z $ ข. $ x - y \leq x - y $ ค. $ x y \geq x y$ ง. $ x-y = y-x $			
9	เซตคำตอบของ $ x = x - 1$ ตรงกับข้อใด ก. $\{0\}$ ข. $\{1\}$ ค. $\{0.5\}$ ง. $\{ \}$			
10	เซตคำตอบของสมการ $ 2x-5 = 9$ ก. $\{-2, -7\}$ ข. $\{-2, 7\}$ ค. $\{2, -7\}$ ง. $\{2, 7\}$			

เรื่องที่ 2. เลขยกกำลัง

ข้อที่	ข้อความถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
11	ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง ก. $3^4 = 4 + 4 + 4$ ข. $3^4 = 4 \times 4 \times 4$ ค. $3^4 = 3 + 3 + 3 + 3$ ง. $3^4 = 3 \times 3 \times 3 \times 3$			
12	$\frac{xy^6}{x^5y^8}$ มีค่าตรงกับข้อใด ก. $(x^2y)^2$ ข. $(x^2y)^{-2}$ ค. $(\frac{y^2}{x^4})^{-1}$ ง. $\frac{x^6y^4}{x^2y^2}$			
13	ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ถูกต้อง ก. $(x+7)^0=1$ เมื่อ $x+7 \neq 0$ ข. $(-2)^{-3}=-\frac{1}{8}$ ค. $\frac{3^4}{3^{-2}}=729$ ง. $((-23)^{-4})^0=0$			
14	$(5^{-2})^{-4}$ มีค่าตรงกับจำนวนในข้อใด ก. $\frac{1}{256}$ ข. $\frac{1}{64}$ ค. 64 ง. 256			
15	$\frac{2^n-2^{n-1}}{2^{n+1}+2^{n-1}}$ มีค่าตรงกับจำนวนในข้อใด ก. 2 ข. $\frac{1}{5}$ ค. $\frac{1}{2}$ ง. 1			

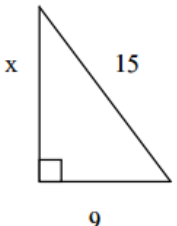
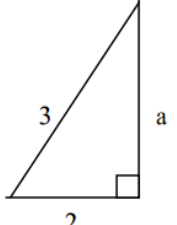
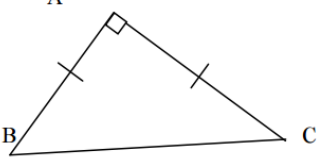
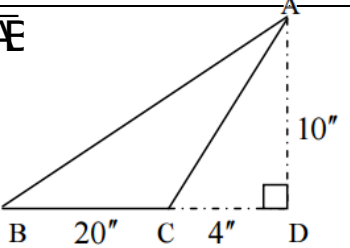
เรื่องที่ 2. เลขยกกำลัง (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
16	$\frac{x^3 \cdot y^4 \cdot y}{x^8 \cdot y^5}$ มีค่าตรงกับข้อใด ก. $(\frac{x^5}{x^{20}})^{-1}$ ข. $\frac{x^{10} \cdot y}{x^5 \cdot y^2}$ ค. y ง. x^5			
17	$(x^3y)^{-4}(xy)^{52}$ มีค่าตรงกับข้อใด ก. x^3y ข. $x^{16}y^{18}$ ค. $x^{16}y^2$ ง. $x^{-8}y^{-2}$			
18	$(4^{-2})^{-1} \times (2^{-2})^5$ มีค่าตรงกับจำนวนในข้อใด ก. $-\frac{1}{64}$ ข. $\frac{1}{64}$ ค. 64 ง. -64			
19	$5y^2 \times 3y^4$ มีค่าเท่าใด ก. 0 ข. $15y^6$ ค. $15y^8$ ง. 3			
20	จำนวน $\frac{(-2a)^3}{(2a)^4}$ มีค่าเท่ากับข้อใด ก. $-2a^2$ ข. $-\frac{a^2}{2^5}$ ค. $\frac{a^2}{2^5}$ ง. $\frac{2a^2}{2^5}$			

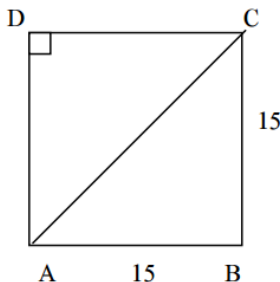
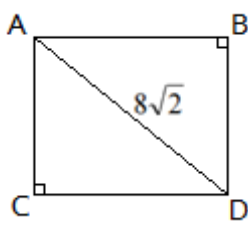
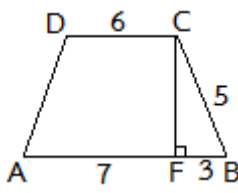
เรื่องที่ 3. รากที่สอง

ข้อที่	ข้อความถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
21	ข้อใดเป็นรากที่สองของ 36 ก. 6^2 ข. $(-6)^2$ ค. ± 6 ง. ถูกทั้งข้อ 1 และ ข้อ 2			
22	$\sqrt{121}$ มีค่าตรงกับข้อใด ก. 11 ข. -11 ค. $(11)^2$ ง. $(-11)^2$			
23	ผลลัพธ์ของ $\sqrt{32} \times \sqrt{2}$ ตรงกับข้อใด ก. $8\sqrt{2}$ ข. 8 ค. ± 8 ง. 64			
24	รูปอย่างง่ายของ $\frac{\sqrt{8}}{\sqrt{2}}$ ตรงกับข้อใด ก. 4 ข. -4 ค. 2 ง. ± 2			
25	ผลลัพธ์ของ $6\sqrt{3} + 7\sqrt{3} + 5\sqrt{3}$ มีค่าตรงกับข้อใด ก. $15\sqrt{3}$ ข. $16\sqrt{3}$ ค. $17\sqrt{3}$ ง. $18\sqrt{3}$			
26	รูปอย่างง่ายของ $\sqrt{6} \times \sqrt{21} \times \sqrt{10}$ ตรงกับข้อใด ก. $42\sqrt{2}$ ข. $42\sqrt{4}$ ค. $42\sqrt{3}$ ง. $42\sqrt{5}$			
27	รูปอย่างง่ายของ $\sqrt{7} \times \sqrt{21} \times \sqrt{3}$ ตรงกับข้อใด ก. 18 ข. 19 ค. 20 ง. 21			
28	ค่าประมาณของ $\sqrt{12}$ ตรงกับข้อใด ($\sqrt{3} \approx 1.732$) ก. 3.464 ข. 3.472 ค. 3.476 ง. 3.452			

เรื่องที่ 4. พีทาโกรัส (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
33	จากรูป X^2 มีค่าเท่าใด ก. 12 ข. 24 ค. 144 ง. 169			
34	จากรูป ด้าน a ยาวเท่าใด ก. $\sqrt{5}$ หน่วย ข. $\pm\sqrt{5}$ หน่วย ค. 5 หน่วย ง. 1 หน่วย			
35	จากรูป $\angle A = 90^\circ, AB = AC = 7$ นิ้ว ดังนั้น BC ยาวเท่าใด ก. 7 นิ้ว ข. $7\sqrt{2}$ นิ้ว ค. $7\sqrt{3}$ นิ้ว ง. 8 นิ้ว			
36	จากรูป จงหาความยาวของ $\overline{AE}$ ก. 25 นิ้ว ข. 26 นิ้ว ค. 30 นิ้ว ง. 34 นิ้ว			

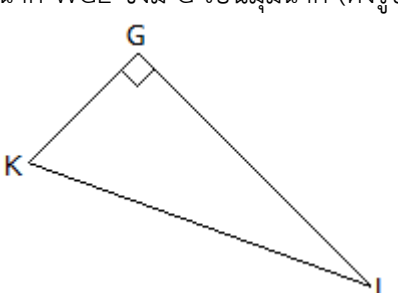
เรื่องที่ 4. พีทาโกรัส (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
37	รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD มีด้านยาวด้านละ 15 เซนติเมตร จะมีเส้นทแยงมุมยาวเท่าใด ก. $\frac{15\sqrt{2}}{2}$ เซนติเมตร ข. $15\sqrt{2}$ เซนติเมตร ค. $\frac{15\sqrt{3}}{2}$ เซนติเมตร ง. $15\sqrt{3}$ เซนติเมตร			
38	กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $AC = 8\sqrt{2}$ เซนติเมตร จะมีเส้นรอบรูปยาวเท่าใด ก. 24 เซนติเมตร ข. 28 เซนติเมตร ค. 32 เซนติเมตร ง. 36 เซนติเมตร			
39	ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่มีความยาวดังที่กำหนดให้ รูปสี่เหลี่ยมคางหมูนี้มีพื้นที่เท่าใด ก. 32 ตารางหน่วย ข. 33 ตารางหน่วย ค. 34 ตารางหน่วย ง. 36 ตารางหน่วย			
40	เด็กคนหนึ่งเดินทางไปทางทิศตะวันออก 12 เมตร แล้วเดินทางไปทิศเหนืออีก 5 เมตร เขาจะอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นกี่เมตร ก. 12 เมตร ข. 13 เมตร ค. 14 เมตร ง. 15 เมตร			

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ

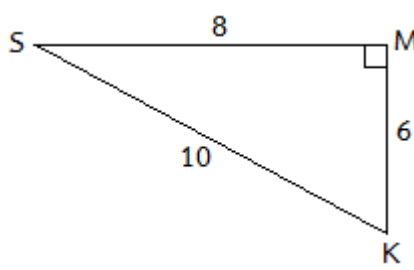
เรื่องที่ 1. อัตราส่วนตรีโกณมิติ

มาตรฐาน ค 2.1, ม.4-6 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ข้อที่	ข้อคำถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
1	รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก WGL ซึ่งมี G เป็นมุมฉาก (ดังรูป) ข้อใดถูกต้อง  ก. $\sin K = \frac{\text{ความยาวของ } \overline{GK}}{\text{ความยาวของ } \overline{LK}}$ ข. $\cos K = \frac{\text{ความยาวของ } \overline{GL}}{\text{ความยาวของ } \overline{LK}}$ ค. $\tan L = \frac{\text{ความยาวของ } \overline{GK}}{\text{ความยาวของ } \overline{LK}}$ ง. $\cos L = \frac{\text{ความยาวของ } \overline{GL}}{\text{ความยาวของ } \overline{LK}}$			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

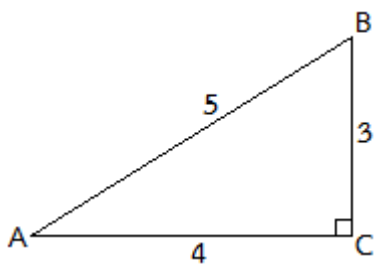
เรื่องที่ 1. อัตราส่วนตรีโกณมิติ

มาตรฐาน ค 2.1, ม.4-6 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ข้อที่	ข้อคำถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
2	จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก KMS ข้อใดคือค่าของ $\tan \hat{K}$  ก. $\frac{8}{10}$ ข. $\frac{6}{10}$ ค. $\frac{8}{6}$ ง. $\frac{6}{8}$			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

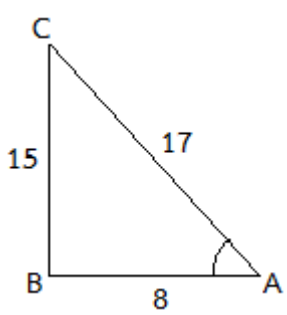
เรื่องที่ 1. อัตราส่วนตรีโกณมิติ

มาตรฐาน ค 2.1, ม.4-6 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ข้อที่	ข้อคำถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
3	จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก KMS ข้อใดคือค่าของ $\cos \hat{E}$  ก. $\frac{3}{5}$ ข. $\frac{4}{5}$ ค. $\frac{5}{3}$ ง. $\frac{4}{3}$			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

เรื่องที่ 1. อัตราส่วนตรีโกณมิติ

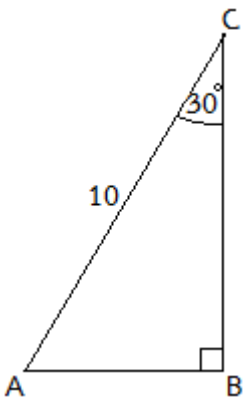
มาตรฐาน ค 2.1, ม.4-6 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ข้อที่	ข้อคำถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
4	จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ข้อใดคือค่าของ $\sin \hat{A}$  ก. $\frac{15}{17}$ ข. $\frac{8}{15}$ ค. $\frac{17}{8}$ ง. $\frac{8}{15}$			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

เรื่องที่ 2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ

มาตรฐาน ค 2.2, ม.4-6 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

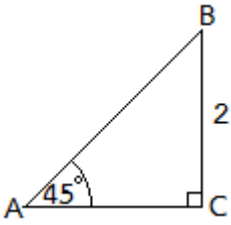
ตัวชี้วัด ค 2.2, ม.4-6/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ข้อที่	ข้อความถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
5	จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ความยาวของด้าน AB คือข้อใด ก. 11 หน่วย ข. 7 หน่วย ค. 5 หน่วย ง. 3 หน่วย 			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

เรื่องที่ 2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ

มาตรฐาน ค 2.2, ม.4-6 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

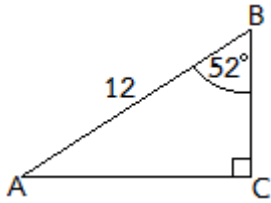
ตัวชี้วัด ค 2.2, ม.4-6/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ข้อที่	ข้อความถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
6	จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ความยาวของด้าน AB คือข้อใด  ก. $2\sqrt{2}$ หน่วย ข. $2\sqrt{3}$ หน่วย ค. $\frac{2\sqrt{2}}{3}$ หน่วย ง. $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ หน่วย			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

เรื่องที่ 2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ

มาตรฐาน ค 2.2, ม.4-6 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

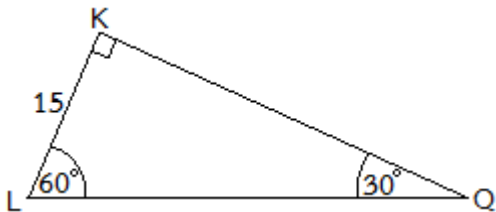
ตัวชี้วัด ค 2.2, ม.4-6/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ข้อที่	ข้อความถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
7	จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ความยาวของด้าน BC คือข้อใด  ก. 5.2941 หน่วย ข. 6.1877 หน่วย ค. 7.3884 หน่วย ง. 8.9901 หน่วย			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

เรื่องที่ 2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ

มาตรฐาน ค 2.2, ม.4-6 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

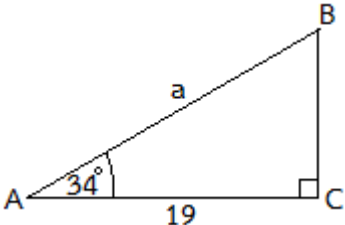
ตัวชี้วัด ค 2.2, ม.4-6/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ข้อที่	ข้อความถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
8	กำหนดให้สามเหลี่ยมมุมฉาก KLQ ซึ่งมี K เป็นมุมฉากดังรูป แล้วความยาวของด้าน KQ คือข้อใด  ก. $2\sqrt{3}$ หน่วย ข. $15\sqrt{3}$ หน่วย ค. $\frac{3\sqrt{3}}{2}$ หน่วย ง. $\frac{21\sqrt{3}}{2}$ หน่วย			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

เรื่องที่ 2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ

มาตรฐาน ค 2.2, ม.4-6 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

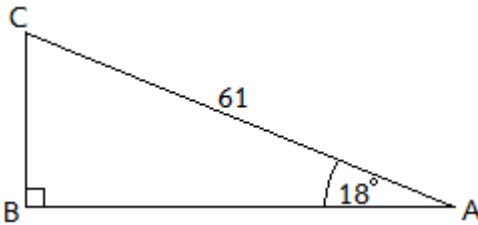
ตัวชี้วัด ค 2.2, ม.4-6/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ข้อที่	ข้อคำถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
9	กำหนดให้สามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมี C เป็นมุมฉาก (ดังรูป) และให้ a เป็นความยาวของด้าน AB แล้ว a มีค่าโดยประมาณดังข้อใด  ก. 19.6 หน่วย ข. 20.8 หน่วย ค. 21.5 หน่วย ง. 22.9 หน่วย			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

เรื่องที่ 2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ

มาตรฐาน ค 2.2, ม.4-6 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

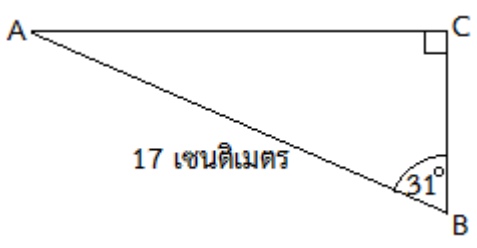
ตัวชี้วัด ค 2.2, ม.4-6/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ข้อที่	ข้อคำถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
10	กำหนดให้สามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมี B เป็นมุมฉาก (ดังรูป) ความยาวของด้าน BC มีค่าโดยประมาณเท่าใด  ก. 4.3 หน่วย ข. 5.6 หน่วย ค. 12.5 หน่วย ง. 19.2 หน่วย			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

เรื่องที่ 2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ

มาตรฐาน ค 2.2, ม.4-6 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

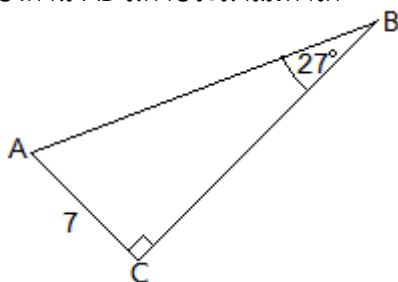
ตัวชี้วัด ค 2.2, ม.4-6/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

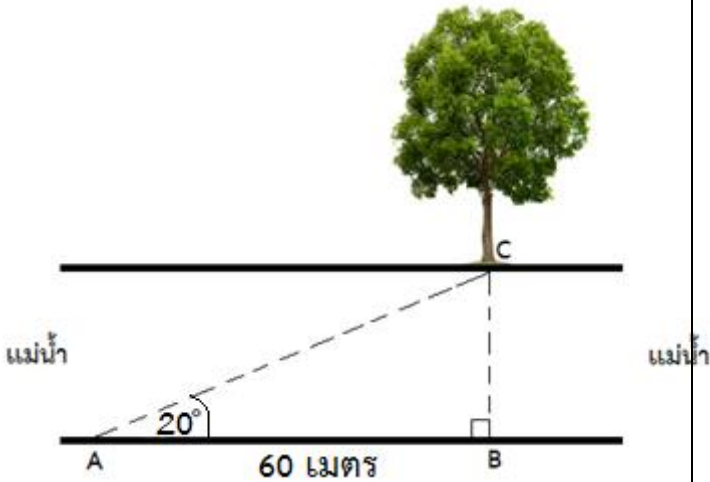
ข้อที่	ข้อคำถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
11	กำหนดให้สามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมี C เป็นมุมฉาก (ดังรูป) ความยาวของด้าน BC มีค่าประมาณเท่าใด  ก. 12.7 เซนติเมตร ข. 13.9 เซนติเมตร ค. 14.6 เซนติเมตร ง. 19.5 เซนติเมตร			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

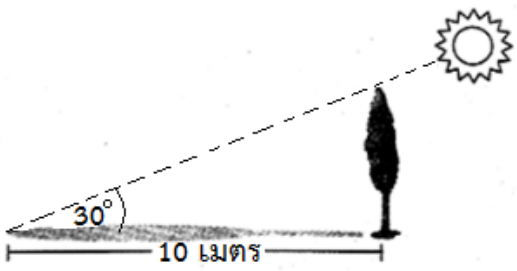
เรื่องที่ 2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมสำคัญ

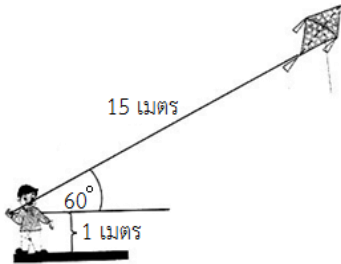
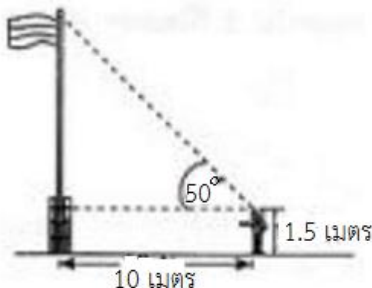
มาตรฐาน ค 2.2, ม.4-6 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

ตัวชี้วัด ค 2.2, ม.4-6/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ข้อที่	ข้อความ/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
12	กำหนดให้สามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมี C เป็นมุมฉาก (ดังรูป) ความยาวของด้าน AB มีค่าประมาณเท่าใด  ก. 15.42 เซนติเมตร ข. 18.67 เซนติเมตร ค. 20.71 เซนติเมตร ง. 23.19 เซนติเมตร			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

ข้อที่	ข้อความ/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
14	หนึ่งยืนอยู่บนฝั่งแม่น้ำและอยากทราบว่า แม่น้ำช่วงนี้กว้างเท่าใด จึงใช้ต้นไม้ที่อยู่บนฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำ (จุด C) เป็นจุดสังเกต แล้วจึงเดินจากจุด B ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับต้นไม้ไปตามแนวฝั่งแม่น้ำถึงจุด A จะได้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุม B เป็นมุมฉาก $\overline{AB}$ ยาว 60 เมตร และ มุม CAB มีขนาด 20° องศา อยากทราบว่าแม่น้ำกว้างกี่เมตร 			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

ข้อที่	ข้อความถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
15	ต้นไม้ต้นหนึ่งทอดเงายาว 10 เมตร แนวของเส้นตรงที่ลากผ่านจุดปลายของเงาต้นไม้และยอดไม้ทำมุม 30 องศา กับเงาของต้นไม้ จงหาความสูงของต้นไม้ 			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

ข้อที่	ข้อคำถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
18	เด็กคนหนึ่งกำลังเล่นว่าวอยู่ มือข้างที่ถือเชือกอยู่สูงจากพื้นดิน 1 เมตร และเส้นเชือกทำมุมกับแนวระดับ 60 องศา โดยที่เชือกจากมือถึงว่าวยาว 15 เมตร อยากทราบว่า ว่าวตัวนี้อยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด 			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				
ข้อที่	ข้อคำถาม/ตัวเลือก	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC)		
		-1	0	1
19	ลูกเสือคนหนึ่งต้องการหาความสูงของเสาธงของโรงเรียน ถ้าขณะที่เขามองยอดเสาธงเป็นมุมเงยจากระดับสายตาไปยังยอดเสาธงมีขนาด 50 องศา เขายืนอยู่ห่างจากเสาธงเป็นระยะทาง 10 เมตร และความสูงจากพื้นดินถึงระดับตาของเขาเป็น 1.5 เมตร อยากทราบว่า เสาธงสูงเท่าใด 			
คำแนะนำ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 				

ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

คำสั่ง ในแต่ละข้อต่อไปนี้ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

1. ข้อใดต่อไปนี้ ไม่ถูกต้อง

ก. $|x| = |-x|$

ค. $|x-y| = |y-x|$

ข. $|x+y| = |x|+|y|$

ง. $|xy| = |x||y|$

2. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. $|-25| < 20$

ค. ถ้า $|x+1| = |x|$ แล้ว $x = -\frac{1}{2}$

ข. ถ้า $|2x-1| < |x|$ แล้ว $x \leq 1$

ง. ถ้า $|x+1| \geq 1$ แล้ว $-2 \leq x \leq 0$

3. ข้อใดมีค่ามากที่สุด

ก. $|3-5|$

ค. $|50(-\frac{1}{4})|$

ข. $|-(7-10)|$

ง. $|3(-4) - 4(5)|$

4. ข้อใดมีค่าต่างจากพวก

ก. $|8(3) - 2|$

ค. $|-\frac{9}{7} - 9|$

ข. $|3(-4) + 4(5)|$

ง. $| -70(-\frac{1}{5}) + 8 |$

5. เซตคำตอบของสมการ $|2x-5| = 9$

ก. $\{-2, 7\}$

ค. $\{2, -7\}$

ข. $\{-2, -7\}$

ง. $\{2, 7\}$

6. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. $3^4 = 4 + 4 + 4$

ค. $3^4 = 3 + 3 + 3 + 3$

ข. $3^4 = 4 \times 4 \times 4$

ง. $3^4 = 3 \times 3 \times 3 \times 3$

7. $\frac{xy^6}{x^5y^8}$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. $(x^2y)^{-2}$

ค. $(\frac{y^2}{x^4})^{-1}$

ข. $(x^2y)^2$

ง. $\frac{x^6y^4}{x^2y^2}$

8. $\frac{x^3 \cdot y^4 \cdot y}{x^8 \cdot y^5}$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. $(\frac{x^5}{x^{20}})^{-1}$

ค. y

ข. $\frac{x^{10} \cdot y}{x^5 \cdot y^2}$

ง. x^5

9. $(x^3y)^{-4}(xy)^2$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. x^3y

ข. $x^{16}y^{18}$

ค. $x^{16}y^2$

ง. $x^{-8}y^{-2}$

10. $5y^2 \times 3y^4$ มีค่าเท่าใด

ก. 0

ข. $15y^6$

ค. $15y^8$

ง. 3

11. $\sqrt{121}$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. 11

ข. -11

ค. $(11)^2$

ง. $(-11)^2$

12. ผลลัพธ์ของ $\sqrt{32} \times \sqrt{2}$ ตรงกับข้อใด

ก. $8\sqrt{2}$

ข. 8

ค. ± 8

ง. 64

13. ผลลัพธ์ของ $6\sqrt{3} + 7\sqrt{3} + 5\sqrt{3}$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. $15\sqrt{3}$

ข. $16\sqrt{3}$

ค. $17\sqrt{3}$

ง. $18\sqrt{3}$

14. รูปร่างง่ายของ $\sqrt{6} \times \sqrt{21} \times \sqrt{70}$ ตรงกับข้อใด

ก. $42\sqrt{2}$

ข. $42\sqrt{4}$

ค. $42\sqrt{3}$

ง. $42\sqrt{5}$

15. ค่าประมาณของ $\sqrt{12}$ ตรงกับข้อใด เมื่อกำหนดให้ $\sqrt{3} \approx 1.732$

ก. 3.464

ข. 3.472

ค. 3.476

ง. 3.452

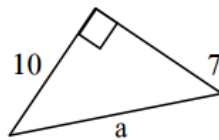
16. จากรูป จงหาว่าข้อใดต่อไปนี้ไม่เป็นจริง

ก. $a^2 = 7^2 + 10^2$

ข. $10^2 = a^2 - 7^2$

ค. $7^2 = a^2 - 10^2$

ง. $7^2 = 10^2 - a^2$

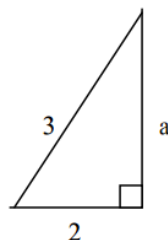


17. จากรูป ด้าน a ยาวเท่าใด

ก. 5 หน่วย

ข. 1 หน่วย

ค. $\sqrt{5}$ หน่วย



ง. $\pm\sqrt{5}$ หน่วย

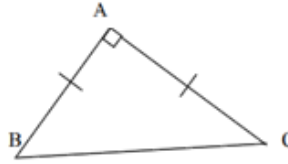
18. จากรูป $\angle A = 90^\circ$, $AB = AC = 7$ นิ้ว ดังนั้น BC ยาวเท่าใด

ก. 7 นิ้ว

ข. $7\sqrt{2}$ นิ้ว

ค. $7\sqrt{3}$ นิ้ว

ง. 8 นิ้ว



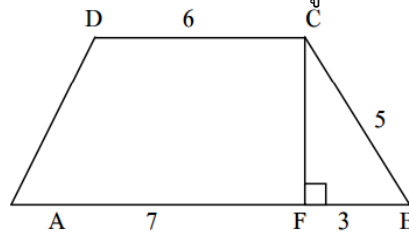
19. ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่มีความยาวดังที่กำหนดให้ รูปสี่เหลี่ยมคางหมูนี้จะมีพื้นที่เท่าใด

ก. 28 ตารางหน่วย

ข. 30 ตารางหน่วย

ค. 32 ตารางหน่วย

ง. 34 ตารางหน่วย



20. เด็กคนหนึ่งเดินทางไปทางทิศตะวันออก 12 เมตร แล้วเดินทางไปทิศเหนืออีก 5 เมตร

เขาจะอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นกี่เมตร

ก. 12 เมตร

ข. 13 เมตร

ค. 14 เมตร

ง. 15 เมตร

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

คำชี้แจง แบบทดสอบนี้มี 2 ตอน จำนวน 10 ข้อ ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 6 ข้อ ในแต่ละข้อให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

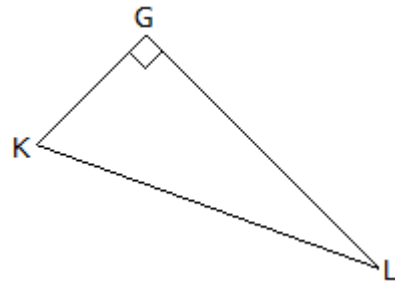
ตอนที่ 2 เป็นข้อสอบชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ จงแสดงวิธีทำ

ชื่อ.....ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 เลขที่.....

ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 6 ข้อ ในแต่ละข้อให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

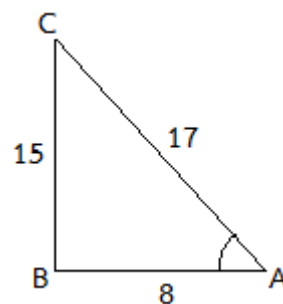
1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก WGL ซึ่งมี G เป็นมุมฉาก (ดังรูป) ข้อใดถูกต้อง

- ก. $\sin \hat{K} = \frac{\text{ความยาวของ } \overline{GK}}{\text{ความยาวของ } \overline{LK}}$
 ข. $\cos \hat{K} = \frac{\text{ความยาวของ } \overline{GL}}{\text{ความยาวของ } \overline{LK}}$
 ค. $\tan \hat{L} = \frac{\text{ความยาวของ } \overline{GK}}{\text{ความยาวของ } \overline{LK}}$
 ง. $\cos \hat{L} = \frac{\text{ความยาวของ } \overline{GL}}{\text{ความยาวของ } \overline{LK}}$



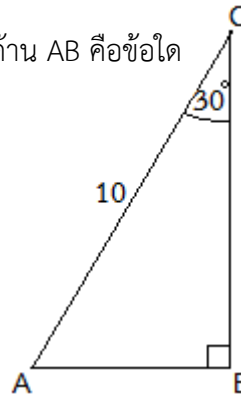
2. จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ข้อใดคือค่าของ $\sin \hat{A}$

- ก. $\frac{15}{17}$
 ข. $\frac{8}{17}$
 ค. $\frac{15}{8}$
 ง. $\frac{17}{8}$



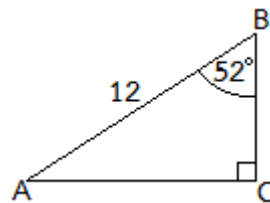
3. จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ความยาวของด้าน AB คือข้อใด

- ก. 11 หน่วย
- ข. 7 หน่วย
- ค. 5 หน่วย
- ง. 3 หน่วย



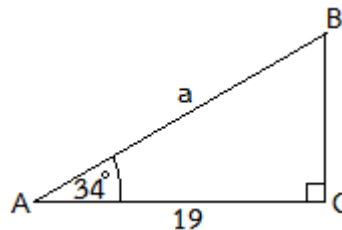
4. จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ความยาวของด้าน BC คือข้อใด

- ก. 5.2941 หน่วย
- ข. 6.1877 หน่วย
- ค. 7.3884 หน่วย
- ง. 8.9901 หน่วย



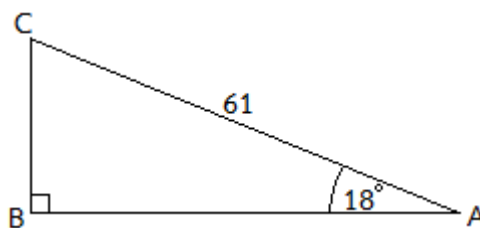
5. กำหนดให้สามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมี C เป็นมุมฉาก (ดังรูป) และให้ a เป็นความยาวของด้าน AB แล้ว a มีค่าโดยประมาณดังข้อใด

- ก. 19.6 หน่วย
- ข. 20.8 หน่วย
- ค. 21.5 หน่วย
- ง. 22.9 หน่วย



6. กำหนดให้สามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมี B เป็นมุมฉาก (ดังรูป) ความยาวของด้าน BC มีค่าโดยประมาณเท่าใด

- ก. 18.8 หน่วย
- ข. 12.5 หน่วย
- ค. 5.6 หน่วย
- ง. 4.3 หน่วย



ตอนที่ 2 เป็นข้อสอบชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ จงแสดงวิธีทำ

7. เอมอร์ ยืนมองตึกมองแห่งหนึ่งซึ่งสูง 100 เมตร ซึ่งมองขึ้นไปบนยอดตึกเป็นมุมเงยขนาด 40 องศา อยากทราบว่า เอมอร์ยืนอยู่ห่างจากตึกเท่าเท่าใด (โดยไม่คิดความสูงของเอมอร์)

(เฉลย)

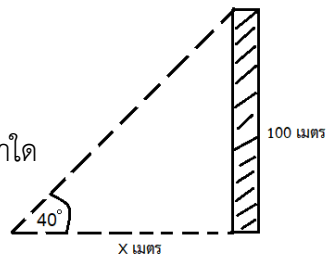
จากโจทย์พบว่า

- ตึกสูง 100 เมตร
- เอมอร์ยืนมองยอดตึกเป็นมุมเงย 40 องศา
- โจทย์อยากทราบว่าเอมอร์อยู่ห่างจากตึกเท่าใด

กำหนดให้ เอมอร์อยู่ห่างจาก x เมตร (ดังรูป)

จากรูปจะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$\tan 40^\circ = \frac{100}{X}$$



เมื่อเปิดตารางแสดงค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติพบว่า $\tan 40^\circ = 0.8391$ ดังนั้น

$$0.8391 = \frac{100}{X}$$

$$X = \frac{100}{0.8391}$$

$$X = 119.18$$

ดังนั้น เอมอร์อยู่ห่างจากตึก 119.18 เมตร

ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $\tan 40^\circ = 0.8391$(1)

และ $\frac{100}{119.18} = 0.8391$(2)

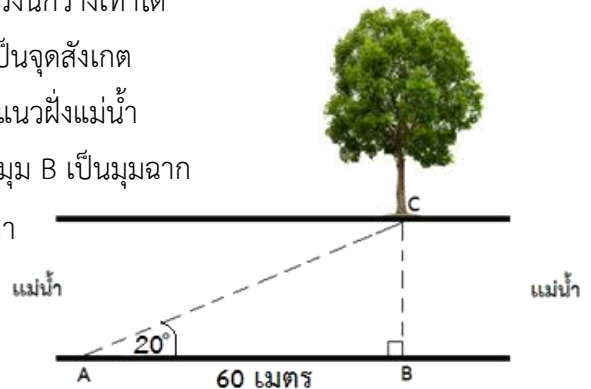
จะพบว่า (1) = (2)

ซึ่งจะได้ $\tan 40^\circ = \frac{100}{119.18}$

ดังนั้น เอมอร์อยู่ห่างจากตึก 119.18 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

ตอบ เอมอร์อยู่ห่างจากตึก 119.18 เมตร

8. หญิงยืนอยู่บนฝั่งแม่น้ำและอยากทราบว่า แม่น้ำช่วงนี้กว้างเท่าใด
จึงใช้ต้นไม้ที่อยู่บนฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำ (จุด C) เป็นจุดสังเกต
แล้วจึงเดินจากจุด B ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับต้นไม้ไปตามแนวฝั่งแม่น้ำ
ถึงจุด A จะได้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุม B เป็นมุมฉาก
 $\overline{AE}$ ยาว 60 เมตร และ มุม CAB มีขนาด 20 องศา
อยากทราบว่าแม่น้ำกว้างกี่เมตร



เฉลย

จากโจทย์พบว่า

- $\overline{AE}$ ยาว 60 เมตร
- มุม CAB มีขนาด 20 องศา
- โจทย์อยากทราบว่า แม่น้ำกว้างเท่าใด (ความยาวของ $\overline{BC}$)

กำหนดให้ $\overline{BC}$ ยาว x เมตร

จากรูปจะได้ความสัมพันธ์ว่า

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

เมื่อเปิดตารางแสดงค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติพบว่า $\tan 20^\circ = 0.3640$ ดังนั้น

$$0.3640 = \frac{X}{60}$$

$$0.3640 \times 60 = X$$

$$21.84 = X$$

ดังนั้น แม่น้ำกว้าง 21.84 เมตร

ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $\tan 20^\circ = 0.3640$(1)

และ $\frac{21.84}{60} = 0.3640$(2)

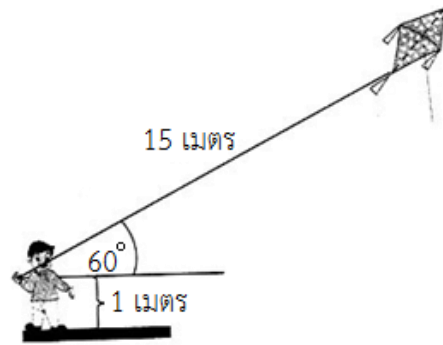
จะพบว่า (1) = (2)

ซึ่งจะได้ $\tan 20^\circ = \frac{21.84}{60}$

ดังนั้น แม่น้ำกว้าง 21.84 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

ตอบ แม่น้ำกว้าง 21.84 เมตร

9. เด็กคนหนึ่งกำลังเล่นว่าวอยู่ มือข้างที่ถือเชือกอยู่สูงจากพื้นดิน 1 เมตร และเส้นเชือกทำมุมกับแนวระดับ 60 องศา โดยที่เชือกจากมือถึงว่าวยาว 15 เมตร
 อยากทราบว่า ว่าวตัวนี้อยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด



เฉลย

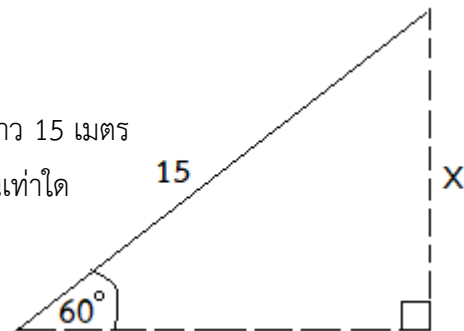
จากโจทย์พบว่า

- มือที่ถือเชือกอยู่สูงจากพื้นดิน 1 เมตร
- เชือกทำมุมกับแนวระดับ 60 องศา
- ความยาวเชือกที่อยู่ระหว่างมือที่ถือกับว่าว ยาว 15 เมตร
- โจทย์ต้องการทราบว่า ว่าวอยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด

กำหนดให้ ว่าวอยู่สูงจากระดับมือที่ถือเชือก x เมตร

จากรูปจะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$\sin 60^\circ = \frac{X}{15}$$



เมื่อเปิดตารางแสดงค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติพบว่า $\sin 60^\circ = 0.8660$ ดังนั้น

$$0.8660 = \frac{X}{15}$$

$$12.99 = X$$

ดังนั้น ว่าวอยู่ห่างจากพื้นดินเท่ากับ $12.99 + 1 = 13.99$ เมตร

ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $\tan 60^\circ = 0.8660$(1)

และ $\frac{12.99}{15} = 0.8660$ (2)

จะพบว่า (1) = (2)

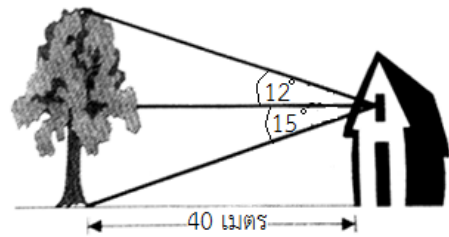
ซึ่งจะได้ $\tan 60^\circ = \frac{12.99}{15}$

ดังนั้น ว่าวอยู่สูงจากระดับมือ 12.99 เมตร หรือ อยู่สูงจากพื้นดิน $12.99+1 = 13.99$ เมตร

เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

ตอบ ว่าวอยู่สูงจากพื้นดิน 13.99 เมตร

10. ชายคนหนึ่งมองต้นไม้ซึ่งอยู่ห่างจากบ้าน เป็นระยะทาง 40 เมตร ถ้ามุมก้มซึ่งมองไปยังโคนต้นไม้ มีขนาด 15 องศา และมุมเงยซึ่งมองไปยังยอดต้นไม้ มีขนาด 12 องศา จงหาความสูงของต้นไม้ต้นนี้



เฉลย

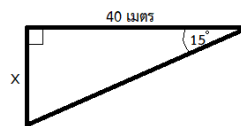
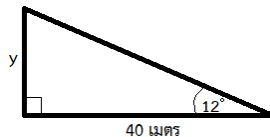
จากโจทย์พบว่า

- ต้นไม้อยู่ห่างจากบ้าน เป็นระยะทาง 40 เมตร
- ชายคนหนึ่งยืนที่หน้าต่างก้มมองไปยังโคนต้นไม้ ทำมุมก้ม 15 องศา
- ชายคนดังกล่าวยืนที่หน้าต่างมองยอดไม้ ทำมุมเงย 12 องศา
- โจทย์ต้องการทราบว่า ต้นไม้สูงเท่าใด

กำหนดให้ - แนวระดับสายตาของชายที่สังเกตจนถึงโคนต้นไม้ ยาว x เมตร

- แนวระดับสายตาของชายที่สังเกตจนถึงยอดต้นไม้ ยาว y เมตร

สามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ดังรูป



จากรูปสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\tan 12^\circ = \frac{y}{40} \quad \text{และ} \quad \tan 15^\circ = \frac{x}{40}$$

จะได้ว่า

$$\tan 12^\circ = \frac{y}{40}$$

และ

$$\tan 15^\circ = \frac{x}{40}$$

$$0.2126 = \frac{y}{40}$$

$$0.2679 = \frac{x}{40}$$

$$8.504 = y$$

$$10.716 = x$$

ตอบ ต้นไม้สูง $= y + x = 8.504 + 10.716 = 19.22$ เมตร

ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $\tan 12^\circ = 0.2126 \dots \dots \dots (1)$

$$\text{และ} \quad \frac{8.504}{40} = 0.2126 \dots \dots \dots (2)$$

จะพบว่า $(1) = (2)$

$$\text{ซึ่งจะได้} \quad \tan 12^\circ = \frac{8.504}{40}$$

ดังนั้น แนวระดับสายตาไปถึงยอดไม้คิดเป็น 8.504

สรุป ต้นไม้สูง $8.504 + 10.716 = 19.22$ เมตร

$\tan 15^\circ = 0.2679 \dots \dots \dots (3)$

$$\frac{10.716}{40} = 0.2679 \dots \dots \dots (4)$$

จะพบว่า $(3) = (4)$

$$\text{ซึ่งจะได้} \quad \tan 15^\circ = \frac{10.716}{40}$$

ดังนั้น แนวระดับสายตาถึงโคนต้นไม้คิดเป็น 10.716

เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

แบบสอบถามความพึงพอใจ

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้เป็นการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ
2. คำตอบของนักเรียนในแบบประเมินนี้ไม่มีถูก ไม่มีผิด ไม่มีผลต่อคะแนนแต่อย่างใด ขอให้นักเรียนตอบให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุด เพื่อใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมต่อไป
3. ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจของนักเรียนมากที่สุด โดยแบ่งระดับความพึงพอใจ ออกเป็น 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด	4 หมายถึง พึงพอใจมาก	3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
2 หมายถึง พึงพอใจน้อย	1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด	

ข้อที่	ข้อความคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	ข้าพเจ้าและเพื่อน ๆ ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน					
2	ข้าพเจ้าและเพื่อน ๆ ยอมรับความสามารถซึ่งกันและกัน					
3	ข้าพเจ้าได้มีโอกาสอธิบายและซักถามเพื่อนในกลุ่ม และทำให้เข้าใจมากขึ้น					
4	เพื่อนในกลุ่มได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดความสามัคคี					
5	ข้าพเจ้ามีความสุขในการเรียนและชอบทำกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น					
6	ข้าพเจ้าได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและได้ปฏิบัติด้วยตนเอง					
7	การเรียนรู้แบบร่วมมือแบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ทำให้เกิดความมั่นใจในตนเองและกล้าแสดงออกมากขึ้น					
8	การเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก ๆ แบบนี้ ทำให้ไม่อายนที่จะซักถาม					
9	การเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก ๆ แบบนี้ทำให้ข้าพเจ้าทำความเข้าใจโจทย์ได้ดีทั้งจากการศึกษาด้วยตนเองและการอธิบายของเพื่อนในกลุ่ม					
10	ข้าพเจ้าและเพื่อนสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาเงื่อนไขต่าง ๆ จนสามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ออกมาเป็นรูปภาพ หรือประโยคสัญลักษณ์ได้					
11	เมื่อข้าพเจ้าสามารถคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบจากความสัมพันธ์ หรือประโยคสัญลักษณ์ได้ด้วยตนเอง หรือเพื่อนคอยช่วยอธิบายในบางส่วน					
12	เมื่อได้คำตอบแล้ว ข้าพเจ้าจะพยายามตรวจคำตอบอีกครั้งเพื่อความมั่นใจในคำตอบ					
13	ข้าพเจ้าจดจำขั้นตอนการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอนได้ดี และจะพยายามจะแก้ปัญหานั้นด้วยตนเองก่อนที่จะให้เพื่อนช่วยเหลือ					
14	ข้าพเจ้ากล้าที่จะคิดและพยายามทำตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนในการทดสอบเป็นรายบุคคลท้ายคาบ					
15	ข้าพเจ้ามีความภูมิใจกับผลงานกลุ่ม (คะแนนความก้าวหน้า)					

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอน

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ
เทคนิค STAD

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1/2559
สาระที่ 2 การวัด จำนวนชั่วโมงที่ใช้สอน 10 ชั่วโมง
บทที่ 2 อัตราส่วนตรีโกณมิติ เรื่องย่อย การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ เวลา 3 ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาระยะและความสูง ซึ่งบางครั้งใช้เครื่องมือวัดโดยตรงไม่ได้ เช่น การวัดความสูงของภูเขา การหาความกว้างของแม่น้ำ สามารถทำได้โดยอาศัยความรู้เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งจะมีขนาดของมุมเข้ามาเกี่ยวข้องรวมทั้ง มุมก้ม (angle of depression) และมุมเงย (angle of elevation)

2. ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ตัวชี้วัด

ค 2.2, ม.4-6/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้
อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ค 6.1, ม.4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร
การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

ค 6.1, ม.4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว ความสูง
และระยะทางได้

3. สาระการเรียนรู้

- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูง

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

4.1 มีวินัย

4.2 ใฝ่เรียนรู้

4.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. นำเสนอเนื้อหา

1.1 ครูและนักเรียนทบทวนบทเรียนที่เรียนมาแล้วในคาบเรียนที่ผ่านมา พร้อมทั้งนำเสนอบทเรียนใหม่เกี่ยวกับมุมก้ม และมุมเงย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาระยะทางและความสูง ซึ่งบางครั้งใช้เครื่องมือวัดโดยตรงไม่ได้ เช่น การวัดความสูงของภูเขา การหาความกว้างของแม่น้ำ สามารถทำได้โดยอาศัยความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งจะมีขนาดของมุมเข้ามาเกี่ยวข้องรวมทั้ง มุมก้ม (angle of depression) และ มุมเงย (angle of elevation)

มุมก้ม และมุมเงย เป็นมุมที่เกิดจากแนวเส้นระดับสายตา และแนวเส้นจากตาไปยังวัตถุ ถ้าวัตถุอยู่ต่ำกว่าแนวเส้นระดับสายตา มุมที่ได้เรียกว่า มุมก้ม แต่ถ้าวัตถุอยู่สูงกว่าแนวเส้นระดับสายตา มุมที่ได้เรียกว่า มุมเงย ดังรูป ขนาดของมุมก้มและมุมเงย จะเป็นจำนวนบวกเสมอ

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย (ทำความเข้าใจปัญหา) โดยการให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ดังนี้

โจทย์ปัญหา เอมอรยืนห่างจากตึกแห่งหนึ่ง 150 เมตร เมื่อมองขึ้นไปบนยอดตึกเป็นมุมเงยขนาด 36 องศา อยากทราบว่าตึกนี้สูงประมาณกี่เมตร โดยไม่คิดความสูงของเอมอร์

แล้วให้นักเรียนทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน พร้อมแสดงการบันทึกคำถามคำตอบที่ได้อย่างเป็นขั้นตอนลงบนกระดาน ดังนี้

- โจทย์พูดถึงเรื่องอะไร (ตอบ ความสูงของตึก)

- โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

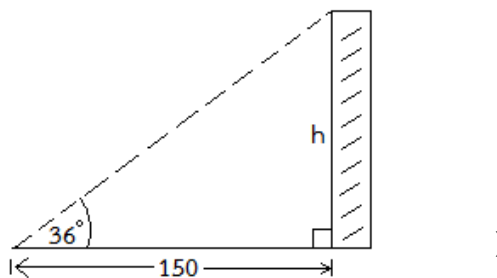
(ตอบ - เอมอรยืนห่างจากตึก 150 เมตร

- เอมอรมองขึ้นไปบนยอดตึกเป็นมุมเงย 36 องศา)

- อะไรบ้างคือสิ่งที่โจทย์ถามหา (ตอบ ตึกสูงประมาณกี่เมตร)

- สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา สามารถแทนด้วยสัญลักษณ์หรือรูปแบบอื่นๆ ได้

หรือไม่ (ตอบ สามารถกำหนดความสูงของตึกให้เป็น h เมตร และเขียนรูปแทนได้ดังนี้



2. ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม

2.1 ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มทำงานร่วมกัน (วางแผนแก้ปัญหา) โดยให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามเพื่อวางแผนค้นหาคำตอบ โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะค้นพบความสัมพันธ์และเงื่อนไข เช่น

- รูปที่ได้จากขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหา เป็นรูปอะไร (รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก)

- จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เรารู้ความยาวกี่ด้าน (2 ด้าน)

- แล้วเราสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างด้านและมุมดังกล่าวเป็นประโยคสัญลักษณ์

ได้หรือไม่ (สามารถเขียนได้ คือ $\tan 36^\circ = \frac{h}{150}$)

2.2 ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มดำเนินการแก้สมการที่ได้จากข้อ 2.1 (ดำเนินการตามแผน) โดยให้นักเรียนนำยุทธวิธีหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่วางแผนไว้มาเขียนแสดงกระบวนการหาคำตอบ ซึ่งจะได้ดังนี้

$$\tan 36^\circ = \frac{h}{150}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จะได้ } 0.727 &= \frac{h}{150} \\
 0.727 \times 150 &= h \\
 109.05 \approx 109 &= h \\
 \text{ดังนั้น ดึกมีความสูงประมาณ } 109 \text{ เมตร}
 \end{aligned}$$

2.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตรวจคำตอบ (ตรวจสอบคำตอบ) โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจเช็คคำตอบให้มั่นใจอีกครั้งว่า คำตอบที่ได้มาถูกต้องหรือไม่ จะตรวจเช็คคำตอบอย่างไร เพื่อเป็นการยืนยันคำตอบ ซึ่งจะได้ว่า

$$\begin{aligned}
 \text{เนื่องจาก } \tan \theta &= \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม } \theta}{\text{ด้านประชิดมุม } \theta} \\
 \text{จะพบว่า } \tan 36^\circ &= 0.727 \quad (\text{จากการเปิดตารางค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติ}) \\
 \text{และค่าของ } \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม } 36^\circ}{\text{ด้านประชิดมุม } 36^\circ} &= \frac{\text{ความสูงของตึก}}{\text{ระยะห่างจากตึกถึงเอมอร์}} = \frac{109}{150} = 0.7267 \\
 \text{ดังนั้น } \tan 36^\circ &= \frac{\text{ความสูงของตึก}}{\text{ระยะห่างจากตึกถึงเอมอร์}} = \frac{109}{150} \\
 \text{ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ดึกมีความสูง } 109 \text{ เมตร} &\text{ เป็นคำตอบที่ถูกต้อง}
 \end{aligned}$$

2.4 ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเพื่อนำเสนอผลงานกลุ่ม แล้วส่งผลงานกลุ่มให้ครูตรวจสอบและให้คะแนน

2.5 เมื่อทุกกลุ่มออกมานำเสนอจนครบแล้ว ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนไม่เข้าใจหรือในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์

2.6 ครูแนะนำให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากห้องสมุด หนังสือเรียนและอินเทอร์เน็ต เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการคิดคำนวณเพิ่มขึ้น

3. ทดสอบย่อย

3.1 ครูแจกแบบทดสอบย่อยที่ 4 โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถของตนเองเพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจเป็นรายบุคคล

3.2 ครูตรวจให้คะแนน และแจ้งผลการสอบย่อยที่ 4

4. คิดคะแนนความก้าวหน้า

4.1 ครูคิดคำนวณคะแนนฐาน ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้งที่นักเรียนแต่ละคนทำได้

4.2 ครูคิดคำนวณคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล ซึ่งได้จากการนำคะแนนทดสอบย่อยลบด้วยคะแนนฐานของแต่ละคนมาเทียบกับเกณฑ์

4.3 ครูคิดคำนวณคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคลของสมาชิกในกลุ่มนั้น ๆ โดยคะแนนพัฒนาการของกลุ่มจะนำไปเทียบกับเกณฑ์ระดับความก้าวหน้า

5. ชมเชย/ยกย่อง

5.1 ครูแจ้งผลคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคลและคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม

5.2 ยกย่องชมเชยกลุ่มนักเรียนที่มีความก้าวหน้ารายบุคคลดีขึ้น และให้รางวัลกับกลุ่มที่มีคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มสูงสุด

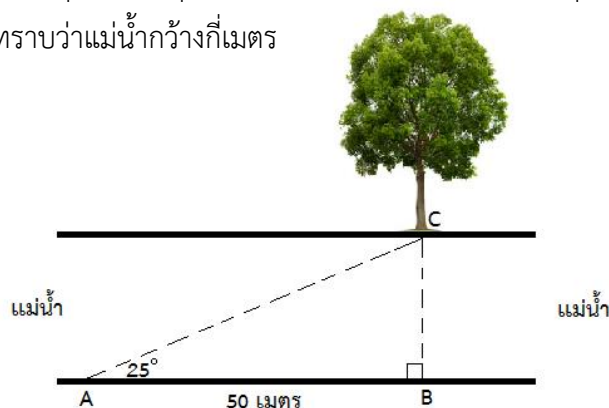
ชั่วโมงที่ 2

1. นำเสนอเนื้อหา

1.1 ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° , 60° และทบทวนโจทย์ปัญหาและแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาที่สอนในชั่วโมงที่ 1 เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมที่จะรับเนื้อหาใหม่ในการจัดการเรียนการสอน

1.2 ครูให้นักเรียนศึกษาโจทย์ปัญหาดังนี้ (ทำความเข้าใจปัญหา)

โจทย์ปัญหา น้ำตาล ยืนอยู่บนฝั่งแม่น้ำและอยากทราบว่าแม่น้ำช่วงนี้กว้างเท่าใด จึงใช้ต้นไม้ที่อยู่บนฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำ (จุด C) เป็นจุดสังเกต แล้วจึงเดินจากจุด B ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับต้นไม้ไปตามแนวฝั่งแม่น้ำถึงจุด A จะได้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มีมุม B เป็นมุมฉาก ด้าน AB ยาว 50 เมตร และมุม CAB มีขนาด 25° อยากรู้ว่าแม่น้ำกว้างกี่เมตร



แล้วให้นักเรียนร่วมกันทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาดังกล่าว โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน พร้อมแสดงการบันทึกคำถามคำตอบที่ได้อย่างเป็นขั้นตอนลงบนกระดาน ดังนี้

- โจทย์พูดถึงเรื่องอะไร (ตอบ แม่น้ำและความกว้างของแม่น้ำ)

- โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

(ตอบ - จุด A ถึงจุด B ห่างกันเป็นระยะทาง 50 เมตร

- มุม BAC มีขนาด 25 องศา

- ความกว้างของแม่น้ำคือระยะระหว่างจุด B กับจุด C)

- อะไรบ้างคือสิ่งที่โจทย์ถามหา (ตอบ ความกว้างของแม่น้ำ)

2. ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม

2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำงานร่วมกัน (วางแผนแก้ปัญหา) โดยให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามเพื่อวางแผนค้นหาคำตอบโดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะค้นพบความสัมพันธ์และเงื่อนไข เช่น

- จากรูปและสิ่งที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ซึ่งได้แก่ ด้าน BC , ด้าน AB และมุม A มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (มีความสัมพันธ์กันเชิงอัตราส่วนตรีโกณมิติ)

- แล้วเราสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างด้านและมุมดังกล่าวเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้หรือไม่ (สามารถเขียนได้ คือ $\tan 25^\circ = \frac{BC}{50}$)

2.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการแก้สมการที่ได้จากข้อ 2.1 (ดำเนินการตามแผน) โดยให้นักเรียนนำยุทธวิธีหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่วางแผนไว้มาเขียนแสดงกระบวนการหาคำตอบ ซึ่งจะได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \tan 25^\circ &= \frac{BC}{50} \\ \text{จะได้ } 0.466 &= \frac{BC}{50} \\ 0.466 \times 50 &= BC \\ 23.30 &= BC \end{aligned}$$

ดังนั้น แม่น้ำกว้างประมาณ 23.30 เมตร

2.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตรวจคำตอบ (ตรวจสอบคำตอบ) โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจเช็คคำตอบให้มั่นใจอีกครั้งว่า คำตอบที่ได้มาถูกต้องหรือไม่ จะตรวจเช็คคำตอบอย่างไร ทั้งนี้เพื่อเป็นการยืนยันคำตอบ ซึ่งแต่ละกลุ่มจะได้ผลการตรวจสอบออกมาดังนี้

$$\text{เนื่องจาก } \tan \theta = \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม } \theta}{\text{ด้านประชิดมุม } \theta}$$

จะพบว่า $\tan 25^\circ = 0.466$ (จากการเปิดตารางค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติ)

$$\text{และค่าของ } \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม } 25^\circ}{\text{ด้านประชิดมุม } 25^\circ} = \frac{\text{ความกว้างของแม่น้ำ}}{\text{ระยะระหว่างจุด A ถึงจุด B}} = \frac{2330}{50} = 0.466$$

$$\text{ดังนั้น } \tan 25^\circ = \frac{\text{ความกว้างของแม่น้ำ}}{\text{ระยะระหว่างจุด A ถึงจุด B}}$$

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า แม่น้ำกว้างประมาณ 23.30 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

2.4 ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเพื่อนำเสนอผลงานกลุ่ม แล้วส่งผลงานกลุ่มให้ครูตรวจสอบและให้คะแนน

2.5 เมื่อทุกกลุ่มออกมานำเสนอจนครบแล้ว ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนไม่เข้าใจหรือในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์

2.6 ครูแนะนำให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากห้องสมุด หนังสือเรียนและอินเทอร์เน็ต เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการคิดคำนวณเพิ่มขึ้น

3. ทดสอบย่อย

3.1 ครูแจกแบบทดสอบย่อยที่ 5 โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถของตนเองเพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจเป็นรายบุคคล

3.2 ครูตรวจให้คะแนน และแจ้งผลการสอบย่อยที่ 5

4. คิดคะแนนความก้าวหน้า

4.1 ครูคิดคำนวณคะแนนฐาน ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้งที่นักเรียนแต่ละคนทำได้

4.2 ครูคิดคำนวณคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล ซึ่งได้จากการนำคะแนนทดสอบย่อยลบด้วยคะแนนฐานของแต่ละคนมาเทียบกับเกณฑ์

4.3 ครูคิดคำนวณคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคลของสมาชิกในกลุ่มนั้น ๆ โดยคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มจะนำไปเทียบกับเกณฑ์ระดับความก้าวหน้า

5. ชมเชย/ยกย่อง

5.1 ครูแจ้งผลคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคลและคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม

5.2 ยกย่องชมเชยกลุ่มนักเรียนที่มีความก้าวหน้ารายบุคคลดีขึ้น และให้รางวัลกับกลุ่มที่มีคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มสูงสุด

ชั่วโมงที่ 3

1. นำเสนอเนื้อหา

1.1 สันทนาการนักเรียนเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาจากชั่วโมงที่ 2 ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนเคยเรียนผ่านมาแล้ว เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมที่จะรับเนื้อหาใหม่ แล้วครูให้นักเรียนศึกษาโจทย์ปัญหาต่อไปนี้

โจทย์ปัญหา นาวินยืนบนหน้าผาแห่งหนึ่ง ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 48.30 เมตร เมื่อเขามองลงไปยังเรือลำหนึ่ง โดยมุมที่แนวสายตาทำกับแนวเส้นระดับเป็นมุมก้ม มีขนาด 60 องศา ถ้าตาของนาวินสูงจากพื้นของหน้าผา 1.70 เมตร เรือลำนี้อยู่ห่างจากเชิงหน้าผาประมาณกี่เมตร

ครูให้นักเรียนทั้งห้องร่วมกันอภิปราย (ทำความเข้าใจปัญหา) โดยการให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาดังกล่าว โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนพร้อมแสดงการบันทึกคำถามคำตอบที่ได้อย่างเป็นขั้นตอนลงบนกระดาน ดังนี้

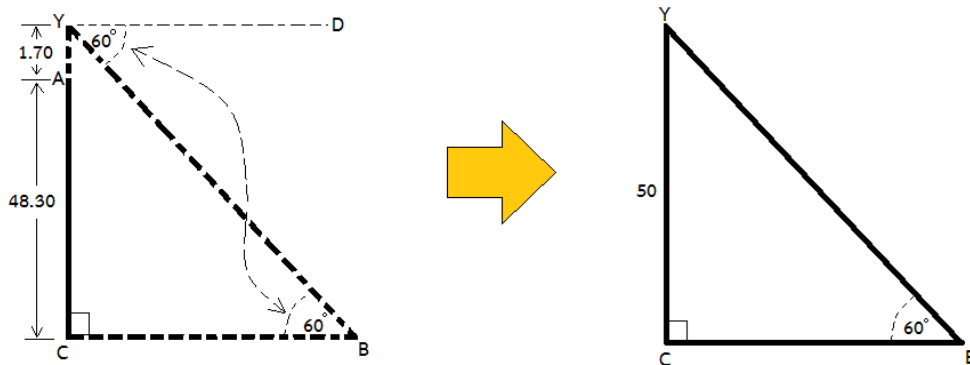
- โจทย์พูดถึงเรื่องอะไร (ตอบ เมื่อยืนอยู่บนหน้าผาแล้วมองดูเรือในทะเล)
- โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง (ตอบ - ถ้าผาอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 48.30 เมตร
 - ความสูงของนาวินจากพื้นที่ยืนถึงระดับสายตา 1.70 เมตร
 - มุม YCB เป็นมุมฉาก
 - มุม BYD มีขนาด 60 องศา
 - มุม BYD เป็นมุมแย้งกับ มุม CBY ดังนั้นมุม CBY ก็จะมีค่าเท่ากับ 60 องศา)
- อะไรบ้างคือสิ่งที่โจทย์ถามหา (ตอบ ระยะห่างระหว่างเชิงหน้าผากับเรือ)

2. ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม

2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำงานร่วมกัน (วางแผนแก้ปัญหา) โดยให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันอภิปรายหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถามเพื่อวางแผนค้นหาคำตอบ โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะค้นพบความสัมพันธ์และเงื่อนไข เช่น

- มุม DYB กับ มุม YBC มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (เป็นมุมแย้งกันซึ่งจะมีขนาดเท่ากัน ดังนั้นมุม YBC จะมีค่าเท่ากับ 60 องศา)

- เพื่อความสะดวกต่อการพิจารณาสามารถเขียนรูปสามเหลี่ยมให้ดูง่ายและสะดวกต่อการหาความยาวแต่ละด้านได้หรือไม่ (สามารถเขียนได้ดังรูป)



- จากรูปสามเหลี่ยม YBC เราสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างด้านและมุมดังกล่าวเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้หรือไม่ (สามารถเขียนได้ คือ $\tan 60^\circ = \frac{YC}{BC}$)

2.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการการสมการที่ได้จากข้อ 2.1 (ดำเนินการตามแผน) โดยให้นักเรียนนำยุทธวิธีหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่วางแผนไว้มาเขียนแสดงกระบวนการหาคำตอบ ซึ่งจะได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \tan 60^\circ &= \frac{50}{BC} \\ \text{จะได้ } \sqrt{3} &= \frac{50}{BC} \\ BC &= \frac{50}{\sqrt{3}} = \frac{50}{\sqrt{3}} \times \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = \frac{50\sqrt{3}}{3} \\ \text{หรือ } BC &= \frac{50}{1.732} \approx 28.87 \end{aligned}$$

ดังนั้น เรือลำนี้อยู่ห่างจากเชิงหน้าผาประมาณ $\frac{50\sqrt{3}}{3}$ หรือ 28.87 เมตร

2.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตรวจคำตอบ (ตรวจสอบคำตอบ) โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจเช็คคำตอบให้มั่นใจอีกครั้งว่า คำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่ จะตรวจเช็คคำตอบอย่างไร ทั้งนี้เพื่อเป็นการยืนยันคำตอบ ซึ่งแต่ละกลุ่มจะได้ผลดังนี้

จะพบว่า $\tan 60^\circ = \sqrt{3}$ และอัตราส่วนระหว่างพื้นทะเลถึงระดับสายตาของนาวิน กับ ระยะระหว่างเรือถึงเชิงหน้าผา เป็นดังนี้

$$\frac{\text{ความสูงจากระดับน้ำทะเลถึงระดับสายตาของนาวิน}}{\text{ระยะระหว่างเรือถึงเชิงหน้าผา}} = \frac{50}{\frac{50}{\sqrt{3}}} = 50 \times \frac{\sqrt{3}}{50} = \sqrt{3}$$

$$\text{ซึ่งจะพบว่า } \tan 60^\circ = \sqrt{3} = \frac{\text{ความสูงจากระดับน้ำทะเลถึงระดับสายตาของนาวิน}}{\text{ระยะระหว่างเรือถึงเชิงหน้าผา}}$$

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า เรืออยู่ห่างจากเชิงหน้าผาประมาณ 28.87 เมตรจึงถูกต้อง

2.4 ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเพื่อนำเสนอผลงานกลุ่ม แล้วส่งผลงานกลุ่มให้ครูตรวจสอบและให้คะแนน

2.5 เมื่อทุกกลุ่มออกมานำเสนอจนครบแล้ว ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนไม่เข้าใจหรือในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์

2.6 ครูแนะนำให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากห้องสมุด หนังสือเรียนและอินเทอร์เน็ต เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการคิดคำนวณเพิ่มขึ้น

3. ทดสอบย่อย

3.1 ครูแจกแบบทดสอบย่อยที่ 6 โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถของตนเองเพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจเป็นรายบุคคล

3.2 ครูตรวจให้คะแนน และแจ้งผลการสอบย่อยที่ 5

4. คิดคะแนนความก้าวหน้า

4.1 ครูคิดคำนวณคะแนนฐาน ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้งที่นักเรียนแต่ละคนทำได้

4.2 ครูคิดคำนวณคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล ซึ่งได้จากการนำคะแนนทดสอบย่อยลบด้วยคะแนนฐานของแต่ละคนมาเทียบกับเกณฑ์

4.3 ครูคิดคำนวณคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคลของสมาชิกในกลุ่มนั้น ๆ โดยคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มจะนำไปเทียบกับเกณฑ์ระดับความก้าวหน้า

5. ชมเชย/ยกย่อง

5.1 ครูแจ้งผลคะแนนความก้าวหน้ารายบุคคลและคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม

5.2 ยกย่องชมเชยกลุ่มนักเรียนที่มีความก้าวหน้ารายบุคคลดีขึ้น และให้รางวัลกับกลุ่มที่มีคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มสูงสุด

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. แบบทดสอบย่อยที่ 4 - 6

2. ห้องสมุด หนังสือเรียน แหล่งสืบค้นด้วยระบบอินเทอร์เน็ต

7. การวัดผลและประเมินผล

วิธีการวัด	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้วัด
1. ทดสอบย่อยหลังเรียนในแต่ละชั่วโมง	ถูกต้อง 70%	แบบทดสอบย่อยที่ 4 - 6
2. สังเกตความรับผิดชอบ ความมีระเบียบวินัย	ผ่านเกณฑ์ 80%	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ภาคผนวกท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

แบบทดสอบย่อยที่ 4 เรื่องการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

ชื่อนักเรียน.....ชื่อกลุ่ม.....

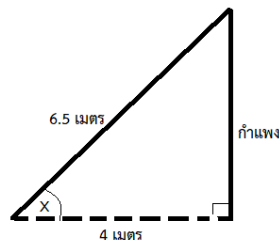
โจทย์ :: พาดบันไดไว้กับกำแพงโดยให้ปลายบันไดตอนบนจดขอบกำแพงพอดี ถ้าบันไดยาว 6.5 เมตร และโคนบันไดอยู่ห่างจากกำแพง 4 เมตร บันไดนี้ทำมุมกับพื้นดินประมาณกี่องศา และกำแพงนี้สูงประมาณเท่าใด

เฉลย

จากโจทย์พบว่า

- พาดบันไดไว้กับกำแพงโดยให้ปลายบันไดตอนบนจดขอบกำแพงพอดี
- บันได ยาว 6.5 เมตร
- โคนบันไดอยู่ห่างจากกำแพง 4 เมตร
- โจทย์ต้องการทราบว่า บันไดทำมุมกับพื้นดินประมาณกี่องศา

กำหนดให้ บันไดทำมุมกับพื้นดิน x องศา สามารถเขียนเป็นรูปเพื่อแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้



จากรูปจะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$\cos x^\circ = \frac{4}{6.5} = 0.6154$$

เมื่อเปิดตารางแสดงค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติพบว่า $\cos 52^\circ = 0.6154$ ดังนั้น

$$52^\circ = x$$

ดังนั้น บันไดทำมุมกับพื้นดิน 52 องศา

ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $\cos 52^\circ = 0.6154$(1) (ได้จากเปิดตารางค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติ)

และ $\cos x^\circ = \frac{4}{6.5} = 0.6154$(2)

จะพบว่า (1) = (2)

ซึ่งจะได้ $x = 52$ องศา

ดังนั้น บันไดทำมุมกับพื้นดิน 52 องศา เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

ภาคผนวกท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

แบบทดสอบย่อยที่ 5 เรื่องการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

ชื่อนักเรียน.....ชื่อกลุ่ม.....

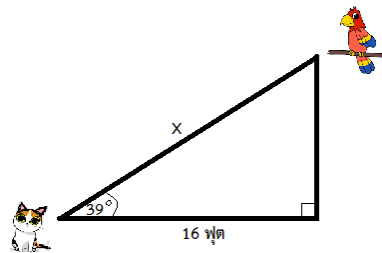
โจทย์ :: ถ้ามุมเงยของสายตาของแมวที่มองนกซึ่งเกาะอยู่บนกิ่งไม้มีขนาด 39° องศา และแมวยู่ห่างจากโคนต้นไม้ 16 ฟุต จงหาระยะห่างระหว่างแมวตัวนี้กับนกที่เกาะอยู่บนกิ่งไม้

เฉลย

จากโจทย์พบว่า

- แมวมองนกที่เกาะบนกิ่งไม้ด้วยมุมเงย 39° องศา
- แมวยู่ห่างจากโคนต้นไม้ 16 ฟุต
- โจทย์ต้องการทราบว่า แมวกับนกอยู่ห่างกันเท่าใด

กำหนดให้ แมวกับนกอยู่ห่างกัน x ฟุต สามารถเขียนเป็นรูปเพื่อแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้



จากรูปจะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$\cos 39^\circ = \frac{16}{x}$$

เมื่อเปิดตารางแสดงค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติพบว่า $\cos 39^\circ = 0.7771$ ดังนั้น

$$0.7771 = \frac{16}{x}$$

$$20.589 = x$$

ดังนั้น แมวอยู่ห่างจากนกเท่ากับ 20.589 ฟุต

ตรวจสอบคำตอบ

เนื่องจาก $\cos 39^\circ = 0.7771$(1) (ได้จากเปิดตารางค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติ)

และ $\frac{16}{20.589} = 0.7771$(2)

จะพบว่า (1) = (2)

ซึ่งจะได้ $\cos 39^\circ = \frac{16}{20.589}$

ดังนั้น แมวอยู่ห่างจากนกเท่ากับ 20.589 ฟุต เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

ตอบ แมวอยู่ห่างจากนกเท่ากับ 20.589 ฟุต

ภาคผนวกท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

แบบทดสอบย่อยที่ 6 เรื่องการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

ชื่อนักเรียน.....ชื่อกลุ่ม.....

โจทย์: เด็กคนหนึ่งกำลังเล่นว่าวอยู่ มือข้างที่ถือเชือกอยู่สูงจากพื้นดิน 1.2 เมตร และเส้นเชือกทำมุมกับแนวระดับ 59 องศา โดยที่เชือกจากมือถึงว่าวยาว 9.5 เมตร อยากทราบว่า ว่าวตัวนี้อยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด

เฉลย

จากโจทย์พบว่า

- มือที่ถือเชือกอยู่สูงจากพื้นดิน 1 เมตร
- เชือกทำมุมกับแนวระดับ 60 องศา
- ความยาวเชือกที่อยู่ระหว่างมือที่ถือกับว่าว ยาว 15 เมตร
- โจทย์ต้องการทราบว่า ว่าวอยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด

กำหนดให้ ว่าวอยู่สูงจากระดับมือที่ถือเชือก x เมตร

จากรูปจะได้ความสัมพันธ์ว่า

$$\sin 60^\circ = \frac{x}{15}$$

เมื่อเปิดตารางแสดงค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติพบว่า $\sin 60^\circ = 0.8660$ ดังนั้น

$$0.8660 = \frac{x}{15}$$

$$12.99 = x$$

ดังนั้น ว่าวอยู่ห่างจากพื้นดินเท่ากับ $12.99 + 1 = 13.99$ เมตร

ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $\tan 60^\circ = 0.8660$(1)

และ $\frac{12.99}{15} = 0.8660$ (2)

จะพบว่า (1) = (2)

ซึ่งจะได้ $\tan 60^\circ = \frac{12.99}{15}$

ดังนั้น ว่าวอยู่สูงจากระดับมือ 12.99 เมตร หรือ อยู่สูงจากพื้นดิน $12.99+1 = 13.99$ เมตร

เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

ตอบ ว่าวอยู่สูงจากพื้นดิน 13.99 เมตร

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

วิชา...คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3.....ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5.....ภาคเรียนที่ 1/2559.....
 สาระที่ 2 การวัด.....จำนวนชั่วโมงที่ใช้สอน.....10.....ชั่วโมง
 บทที่ 2 อัตราส่วนตรีโกณมิติ.....เรื่อง.....การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ.....เวลา.....3.....ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาระยะและความสูง ซึ่งบางครั้งใช้เครื่องมือวัดโดยตรงไม่ได้ เช่น การวัดความสูงของภูเขา การหาความกว้างของแม่น้ำ สามารถทำได้โดยอาศัยความรู้เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งจะมีขนาดของมุมเข้ามาเกี่ยวข้องรวมทั้ง มุมก้ม (angle of depression) และมุมเงย (angle of elevation)

2. ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ตัวชี้วัด

ค 2.2, ม.4-6/1 แก้ไขปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ค 6.1, ม.4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

ค 6.1, ม.4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

– นักเรียนสามารถนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว ความสูง และระยะทางได้

3. สาระการเรียนรู้

– โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูง

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

4.1 มีวินัย

4.2 ใฝ่เรียนรู้

4.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 สนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° , 60° และ ทบทวนการหาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติจากการเปิดตาราง เพื่อให้ให้นักเรียนมีความพร้อมที่จะรับเนื้อหาใหม่ในการจัดการเรียนการสอน

1.2 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

2. ขั้นสอน

2.1 ครูแจกใบความรู้ที่ 3 เพื่อใช้ประกอบการสอน ครูนำเสนอบทเรียนใหม่เกี่ยวกับ มุมกัม และมุมเงย

2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีทำและการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา จากตัวอย่างที่ 1 (จากใบความรู้ที่ 3)

2.3 ครูแจกใบงานที่ 4 ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด แล้วให้ทำงานตามใบงานเพื่อฝึกทักษะ การคิดคำนวณ ครูคอยดูแลอยู่ห่างๆ และให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนมีคำถาม นักเรียนในห้องสามารถ สอบถามแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันได้

2.4 เมื่อนักเรียนทำใบงานที่ 4 เสร็จแล้ว ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลงานของตนเอง เมื่อนักเรียนเฉลยเสร็จ ครูและนักเรียนปรบมือชมเชยเพื่อเป็นกำลังใจ หลังจากนั้นครูและนักเรียนใน ห้องร่วมอภิปรายเพื่อเฉลยใบงานที่ 4 อีกครั้งความสมบูรณ์ของวิธีทำและเป็นการตรวจสอบคำตอบ ร่วมกัน

2.5 ครูแนะนำให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากห้องสมุดและอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ นักเรียนมีประสบการณ์ในการคิดคำนวณเพิ่มขึ้น

3. ขั้นสรุป

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายบทเรียนที่เรียนในช่วงนี้แล้วร่วมกันสรุปบทเรียน เกี่ยวกับมุมกัมและมุมเงย

3.2 ให้นักเรียนทำการบ้านเพื่อเสริมทักษะการคิดคำนวณจำนวน 1 ข้อ ดังนี้

โจทย์ :: พาดบันไดไว้กับกำแพงโดยให้ปลายบันไดตอนบนจดขอบกำแพงพอดี ถ้าบันไดยาว

6.5 เมตร และโคนบันไดอยู่ห่างจากกำแพง 4 เมตร บันไดนี้ทำมุมกับพื้นดินประมาณกี่องศา และกำแพงนี้สูงประมาณเท่าใด

ชั่วโมงที่ 2

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

1.1 สนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° , 60° และ ทบทวนการหาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติจากการเปิดตาราง และทบทวนโจทย์ปัญหาและแนวทางการแก้ โจทย์ปัญหาจากตัวอย่างที่ 1 เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมที่จะรับเนื้อหาใหม่ในการจัดการเรียน การสอน

1.2 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

2. ขั้นสอน

2.1 ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 2 จากใบความรู้ที่ 3 แล้วครูและนักเรียนร่วมกัน อภิปรายเกี่ยวกับวิธีทำและการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาดังกล่าว

2.2 ครูแจกใบงานที่ 5 ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด แล้วให้ทำงานตามใบงานเพื่อฝึกทักษะ การคิดคำนวณ ครูคอยดูแลอยู่ห่างๆ และให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนมีคำถาม นักเรียนในห้องสามารถ สอบถามแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันได้

2.3 เมื่อนักเรียนทำใบงานที่ 5 เสร็จแล้ว ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลงานของตนเอง เมื่อนักเรียนเฉลยเสร็จ ครูและนักเรียนปรบมือชมเชยเพื่อเป็นกำลังใจ หลังจากนั้นครูและนักเรียนใน ห้องร่วมอภิปรายเพื่อเฉลยใบงานที่ 5 อีกครั้งความสมบูรณ์ของวิธีทำและเป็นการตรวจสอบคำตอบ ร่วมกัน

2.4 ครูแนะนำให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากห้องสมุดและอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ นักเรียนมีประสบการณ์ในการคิดคำนวณเพิ่มขึ้น

3. ขั้นสรุป

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายบทเรียนที่เรียนในชั่วโมงแล้วร่วมกันสรุปบทเรียน

3.2 ให้นักเรียนทำการบ้านเพื่อเสริมทักษะการคิดคำนวณจำนวน 1 ข้อ ดังนี้

โจทย์ :: ถ้ามุมเงยของสายตาของแมวที่มองนกซึ่งเกาะอยู่บนกิ่งไม้มีขนาด 39° องศา และแมวยู่ห่าง จากโคนต้นไม้ 16 ฟุต จงหาระยะห่างระหว่างแมวตัวนี้กับนกที่เกาะอยู่บนกิ่งไม้

ชั่วโมงที่ 3

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

1.1 สนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาจากตัวอย่างที่ 2 เพื่อให้นักเรียนมี ความพร้อมที่จะรับเนื้อหาใหม่ในการจัดการเรียนการสอน

1.2 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

2. ขั้นสอน

2.1. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 3 จากใบความรู้ที่ 3 แล้วครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีทำและการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาดังกล่าว

2.2 ครูแจกใบงานที่ 6 ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด แล้วให้ทำงานตามใบงานเพื่อฝึกทักษะการคิดคำนวณ ครูคอยดูแลอยู่ห่างๆ และให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนมีคำถาม นักเรียนในห้องสามารถสอบถามแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันได้

2.3 เมื่อนักเรียนทำใบงานที่ 6 เสร็จแล้ว ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลงานของตนเอง เมื่อนักเรียนเฉลยเสร็จ ครูและนักเรียนปรบมือชมเชยเพื่อเป็นกำลังใจ หลังจากนั้นครูและนักเรียนในห้องร่วมอภิปรายเพื่อเฉลยใบงานที่ 6 อีกครั้งความสมบูรณ์ของวิธีทำและเป็นการตรวจสอบคำตอบร่วมกัน

2.4 ครูแนะนำให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากห้องสมุดและอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ นักเรียนมีประสบการณ์ในการคิดคำนวณเพิ่มขึ้น

3. ขั้นสรุป

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายบทเรียนที่เรียนในชั่วโมงแล้วร่วมกันสรุปบทเรียน

3.2 ให้นักเรียนทำการบ้านเพื่อเสริมทักษะการคิดคำนวณจำนวน 1 ข้อ ดังนี้

โจทย์ :: เด็กคนหนึ่งกำลังเล่นว่าวอยู่ มือข้างที่ถือเชือกอยู่สูงจากพื้นดิน 1.2 เมตร และเส้นเชือกทำมุมกับแนวระดับ 59 องศา โดยที่เชือกจากมือถึงว่าวยาว 9.5 เมตร อยากทราบว่า ว่าวตัวนี้อยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 3

2. ใบงานที่ 4 - 6

3. ห้องสมุด หนังสือเรียน แหล่งสืบค้นด้วยระบบอินเทอร์เน็ต

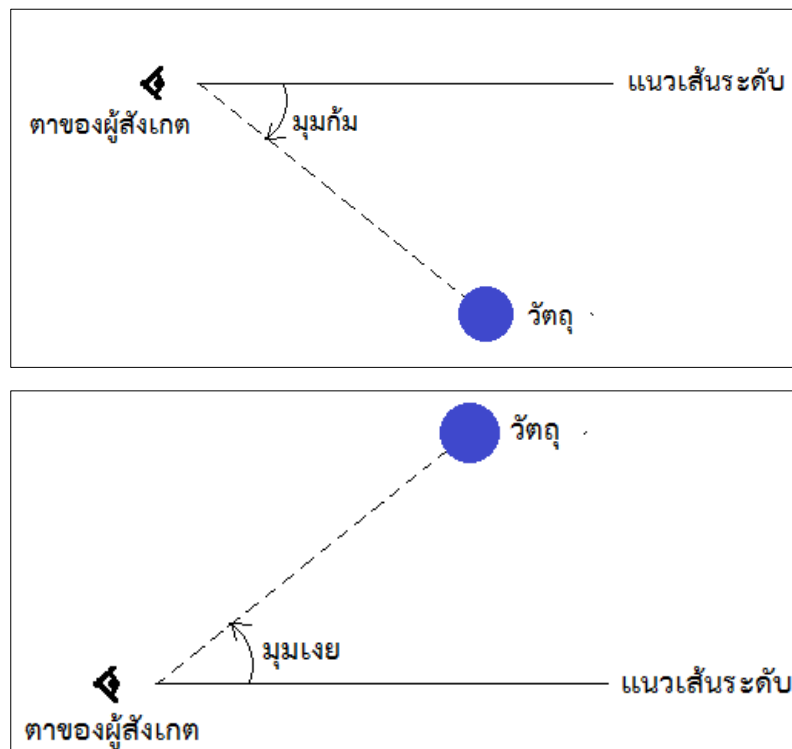
ภาคผนวกท้ายแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบปกติ

ใบความรู้ที่ 3

เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

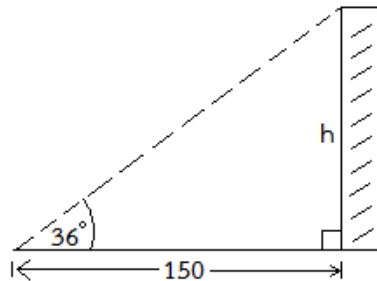
ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาระยะทางและความสูง ซึ่งบางครั้งใช้เครื่องมือวัดโดยตรงไม่ได้ เช่น การวัดความสูงของภูเขา การหาความกว้างของแม่น้ำ สามารถทำได้โดยอาศัยความรู้เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งจะมีขนาดของมุมเข้ามาเกี่ยวข้องรวมทั้ง มุมก้ม (angle of depression) และ มุมเงย (angle of elevation)

มุมก้ม และมุมเงย เป็นมุมที่เกิดจากแนวเส้นระดับสายตา และแนวเส้นจากตาไปยังวัตถุ ถ้า วัตถุอยู่ต่ำกว่าแนวเส้นระดับสายตา มุมที่ได้เรียกว่า มุมก้ม แต่ถ้าวัตถุอยู่สูงกว่าแนวเส้นระดับสายตา มุมที่ได้เรียกว่า มุมเงย ดังรูป ขนาดของมุมก้มและมุมเงย จะเป็นจำนวนบวกเสมอ



ตัวอย่างที่ 1: เอมอรยืนห่างจากตึกแห่งหนึ่ง 150 เมตร เมื่อมองขึ้นไปบนยอดตึกเป็นมุมเงยขนาด 36 องศา อยากทราบว่า ตึกนี้สูงประมาณกี่เมตร โดยไม่คิดความสูงของเอมอร

วิธีทำ กำหนดให้ตึก มีความสูง h เมตร สามารถเขียนเป็นรูปได้ดังนี้



ความสูงของตึก ระยะห่างระหว่างเอมอรกับตึก และมุมเงยที่กำหนดให้ มีความสัมพันธ์กันเชิงอัตราส่วนตรีโกณมิติ ดังนี้

$$\begin{aligned}\tan 36^\circ &= \frac{h}{150} \\ \text{จะได้ } 0.727 &= \frac{h}{150} \\ 0.727 \times 150 &= h \\ 109.05 \approx 109 &= h\end{aligned}$$

ดังนั้น ตึกมีความสูงประมาณ 109 เมตร

ตรวจคำตอบ

$$\text{เนื่องจาก } \tan \theta = \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม } \theta}{\text{ด้านประชิดมุม } \theta}$$

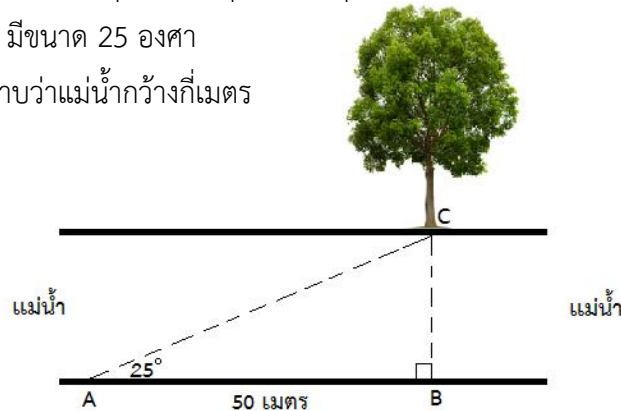
จะพบว่า $\tan 36^\circ = 0.727$ (จากการเปิดตารางค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติ)

$$\text{และค่าของ } \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม } 36^\circ}{\text{ด้านประชิดมุม } 36^\circ} = \frac{\text{ความสูงของตึก}}{\text{ระยะห่างจากตึกถึงเอมอร}} = \frac{109}{150} = 0.7267$$

$$\text{ดังนั้น } \tan 36^\circ = \frac{\text{ความสูงของตึก}}{\text{ระยะห่างจากตึกถึงเอมอร}} = \frac{109}{150}$$

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ตึกมีความสูง 109 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

ตัวอย่างที่ 2 น้ำตาล ยืนอยู่บนฝั่งแม่น้ำและอยากทราบว่าแม่น้ำช่วงนี้กว้างเท่าใด จึงใช้ ต้นไม้ที่อยู่บนฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำ (จุด C) เป็นจุดสังเกต แล้วจึงเดินจากจุด B ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับต้นไม้ไปตามแนวฝั่งแม่น้ำถึงจุด A จะได้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุม B เป็นมุมฉาก ด้าน AB ยาว 50 เมตร และมุม CAB มีขนาด 25° องศา
อยากทราบว่าแม่น้ำกว้างกี่เมตร



วิธีทำ ถ้าพิจารณาด้านของรูปสามเหลี่ยม ABC กับมุม มีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$\begin{aligned} \tan 25^\circ &= \frac{BC}{AB} = \frac{BC}{50} \\ \text{จะได้ } 0.466 &= \frac{BC}{50} \\ 0.466 \times 50 &= BC \\ 23.30 &= BC \end{aligned}$$

ดังนั้น แม่น้ำกว้างประมาณ 23.30 เมตร

ตรวจคำตอบ

$$\text{เนื่องจาก } \tan \theta = \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม } \theta}{\text{ด้านประชิดมุม } \theta}$$

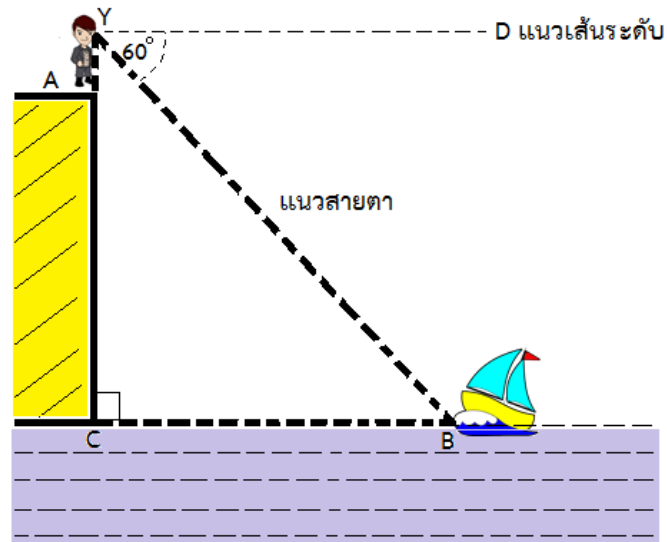
จะพบว่า $\tan 25^\circ = 0.466$ (จากการเปิดตารางค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติ)

$$\text{และค่าของ } \frac{\text{ด้านตรงข้ามมุม } 25^\circ}{\text{ด้านประชิดมุม } 25^\circ} = \frac{\text{ความกว้างของแม่น้ำ}}{\text{ระยะระหว่างจุด A ถึงจุด B}} = \frac{23.30}{50} = 0.466$$

$$\text{ดังนั้น } \tan 25^\circ = \frac{\text{ความกว้างของแม่น้ำ}}{\text{ระยะระหว่างจุด A ถึงจุด B}}$$

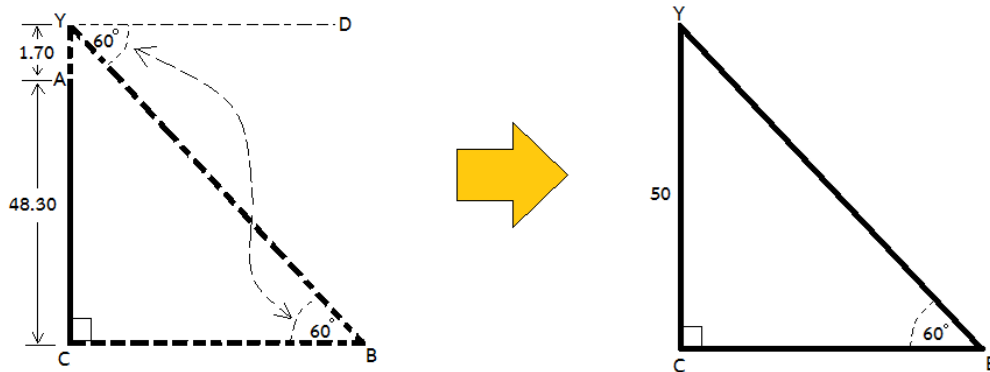
ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า แม่น้ำกว้างประมาณ 23.30 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

ตัวอย่างที่ 3 นาวิณยืนบนหน้าผาแห่งหนึ่ง ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 48.30 เมตร เมื่อเขามองลงไปยังเรือลำหนึ่ง โดยมุมที่แนวสายตาทำกับแนวเส้นระดับเป็นมุมก้มมีขนาด 60 องศา ถ้าตาของนาวิณสูงจากพื้นของหน้าผา 1.70 เมตร เรือลำนี้อยู่ห่างจากเชิงหน้าผาประมาณกี่เมตร



วิธีทำ

ถ้าพิจารณาส่วนประกอบของรูปภาพตามโจทย์ สามารถเขียนเป็นรูปใหม่ได้ดังนี้



เมื่อพิจารณาจากรูป ความสัมพันธ์ระหว่างด้าน CY กับด้าน CB และมุม CBY ในเชิงอัตราส่วนตรีโกณมิติ ดังนี้

$$\tan 60^\circ = \frac{CY}{BC} = \frac{50}{BC}$$

$$\text{ดังนั้น } \tan 60^\circ = \frac{50}{BC}$$

$$\text{จะได้ } \sqrt{3} = \frac{50}{BC}$$

$$BC = \frac{50}{\sqrt{3}} = \frac{50}{\sqrt{3}} \times \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = \frac{50\sqrt{3}}{3}$$

$$\text{หรือ } BC = \frac{50}{1.732} \approx 28.87$$

ดังนั้น เรือลำนี้อยู่ห่างจากเชิงหน้าผาประมาณ $\frac{50\sqrt{3}}{3}$ หรือ 28.87 เมตร

ตรวจคำตอบ

$$\text{จะพบว่า } \tan 60^\circ = \sqrt{3}$$

และอัตราส่วนระหว่างพื้นที่เหลือถึงระดับสายตาของนาวิน กับ ระยะระหว่างเรือถึงเชิงหน้าผา เป็นดังนี้

$$\frac{\text{ความสูงจากระดับน้ำทะเลถึงระดับสายตาของนาวิน}}{\text{ระยะระหว่างเรือถึงเชิงหน้าผา}} = \frac{50}{\frac{50}{\sqrt{3}}} = 50 \times \frac{\sqrt{3}}{50} = \sqrt{3}$$

ซึ่งจะพบว่า $\tan 60^\circ = \sqrt{3} = \frac{\text{ความสูงจากระดับน้ำทะเลถึงระดับสายตาของนาวิน}}{\text{ระยะระหว่างเรือถึงเชิงหน้าผา}}$
 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า เรืออยู่ห่างจากเชิงหน้าผาประมาณ 28.87 เมตรจึงถูกต้อง

ภาคผนวก จ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ ผู้ช่วยผู้วิจัย และหนังสือราชการ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1) นายปิยะวุฒิ ศรีชนะ

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการสถานศึกษา
 ที่ทำงาน โรงเรียนโพนงามวิทยาคาร อำเภอกุศุม จังหวัดยโสธร
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 28
 วุฒิการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
 ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง

2) นางสุภัทรา บุญยิ่ง

ตำแหน่ง ครู
 วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
 ที่ทำงาน โรงเรียนเลิงนกทา อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 28
 วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

3) นายสุทธิพงษ์ พึ่งเพ็ง

ตำแหน่ง ครู
 วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
 ที่ทำงาน โรงเรียนเลิงนกทา อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 28
 วุฒิการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครราชสีมา

4) นางนันทพร พึ่งเพ็ง

ตำแหน่ง ครู
 วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
 ที่ทำงาน โรงเรียนเลิงนกทา อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 28
 วุฒิการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

5) นางสาวลารัตน์ ทาสีเพชร

ตำแหน่ง ครู

วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

ที่ทำงาน โรงเรียนคำเตยวิทยา อำเภอไทยเจริญ จังหวัดยโสธร
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 28

วุฒิการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
 การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา
 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผู้ช่วยผู้วิจัย

ผู้ช่วยผู้วิจัย เป็นผู้ทำการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติกับกลุ่มควบคุม จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน ใช้เวลาทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง

นางสาวสุนันทา ศรีบุญนำ

ตำแหน่ง ครู

วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

ที่ทำงาน โรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 28

วุฒิการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา



ที่ ศธ ๐๕๒๙.๗/ว.๗๕๖๑

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๘๕ ถนนสมเด็จ ตำบลเมืองศรีโค
อำเภอวารินชำราบ
จังหวัดอุบลราชธานี ๓๔๑๙๐

๓ สิงหาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอลาหยุดราชการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

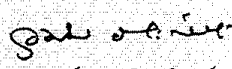
เรียน นายปิยะวุฒิ ศรีชนะ

ตามที่ ว่าที่ร้อยตรี อธิวัฒน์ แสงศรี ตำแหน่งครู สังกัดโรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ ได้เข้าศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตั้งแต่ภาคฤดูร้อน ปีการศึกษา ๒๕๕๖ โดยนักศึกษาได้จัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD” ซึ่งมีตร.บรรทม สุระพร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์นั้น

เนื่องจากในการจัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อดังกล่าว จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัย ซึ่งคณะกรรมการบริหารหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ได้พิจารณาหัวข้อวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว ดังนั้น คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัยของว่าที่ร้อยตรี อธิวัฒน์ แสงศรี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

งานบริการการศึกษา สำนักงานเลขานุการ
โทรศัพท์ ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๐๐ - ๔ ต่อ ๔๔๑๗
โทรสาร ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๒๒

ภาพที่ จ.1 หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยของ นายปิยะวุฒิ ศรีชนะ



ที่ ศธ ๐๕๒๙.๗/ว.๗๕๖๑

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๘๕ ถนนสถลมารค ตำบลเมืองศรีโค
อำเภวารินชำราบ
จังหวัดอุบลราชธานี ๓๔๑๙๐

๓ สิงหาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย
เรียน นางสุภัทรา บุญยิ่ง

ตามที่ ว่าที่ร้อยตรี ธีรวัฒน์ แสงศรี ตำแหน่งครู สังกัดโรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ ได้เข้าศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตั้งแต่ภาคฤดูร้อน ปีการศึกษา ๒๕๕๖ โดยนักศึกษาได้จัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD” ซึ่งมีดร.บรรทม สุระพร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์นั้น

เนื่องจากในการจัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อดังกล่าว จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัย ซึ่งคณะกรรมการบริหารหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ได้พิจารณาหัวข้อวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว ดังนั้น คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัยของว่าที่ร้อยตรี ธีรวัฒน์ แสงศรี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

งานบริการการศึกษา สำนักงานเลขานุการ
โทรศัพท์ ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๐๐ - ๔ ต่อ ๔๔๑๗
โทรสาร ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๒๒

ภาพที่ จ.2 หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยของนางสุภัทรา บุญยิ่ง



ที่ ศธ ๐๕๒๙.๗/ว.๗๕๖๑

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๘๕ ถนนสถลมารค ตำบลเมืองศรีโค
อำเภวารินชำราบ
จังหวัดอุบลราชธานี ๓๔๑๙๐

๓ สิงหาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

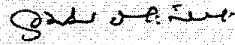
เรียน นายสุทธิพงษ์ พึ่งเพ็ง

ตามที่ ว่าที่ร้อยตรี อีรวัฒน์ แสงศรี ตำแหน่งครู สังกัดโรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ ได้เข้าศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตั้งแต่ภาคฤดูร้อน ปีการศึกษา ๒๕๕๖ โดยนักศึกษาได้จัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD” ซึ่งมี ดร.บรรทม สุระพร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์นั้น

เนื่องจากในการจัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อดังกล่าว จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัย ซึ่งคณะกรรมการบริหารหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ได้พิจารณาหัวข้อวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว ดังนั้น คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัยของ ว่าที่ร้อยตรี อีรวัฒน์ แสงศรี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

งานบริการการศึกษา สำนักงานเลขานุการ
โทรศัพท์ ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๐๐ - ๔ ต่อ ๔๔๑๗
โทรสาร ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๒๒

ภาพที่ จ.3 หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยของ นายสุทธิพงษ์ พึ่งเพ็ง



ที่ ศธ ๐๕๒๙.๗/ว.๗๕๖๑

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๘๕ ถนนสถลมารค ตำบลเมืองศรีโค
อำเภอวารินชำราบ
จังหวัดอุบลราชธานี ๓๔๑๙๐

๓ สิงหาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

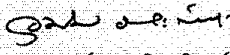
เรียน นางนันทพร พึ่งเพ็ง

ตามที่ ว่าที่ร้อยตรี อีรวัฒน์ แสงศรี ตำแหน่งครู สังกัดโรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ ได้เข้าศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตั้งแต่ภาคฤดูร้อน ปีการศึกษา ๒๕๕๖ โดยนักศึกษาได้จัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD” ซึ่งมีดร.บรรทม สุระพร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์นั้น

เนื่องจากในการจัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อดังกล่าว จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัย ซึ่งคณะกรรมการบริหารหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ได้พิจารณาหัวข้อวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว ดังนั้น คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัยของ ว่าที่ร้อยตรี อีรวัฒน์ แสงศรี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

งานบริการการศึกษา สำนักงานเลขานุการ
โทรศัพท์ ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๐๐ - ๔ ต่อ ๔๔๑๗
โทรสาร ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๒๒

ภาพที่ จ.4 หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยของนางนันทพร พึ่งเพ็ง



ที่ ศธ ๐๕๒๙.๗/ว.๗๕๖๑

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๘๕ ถนนสมเด็จมาร์ค ตำบลเมืองศรีโค
อำเภวารินชำราบ
จังหวัดอุบลราชธานี ๓๔๑๙๐

๓ สิงหาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

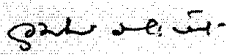
เรียน นางสาวลารัตน์ ทาสีเพชร

ตามที่ ว่าที่ร้อยตรี ธีรวัฒน์ แสงศรี ตำแหน่งครู สังกัดโรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ ได้เข้าศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตั้งแต่ภาคฤดูร้อน ปีการศึกษา ๒๕๕๖ โดยนักศึกษาได้จัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD” ซึ่งมีดร.บรรทม สุระพร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์นั้น

เนื่องจากในการจัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อดังกล่าว จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัย ซึ่งคณะกรรมการบริหารหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ได้พิจารณาหัวข้อวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว ดังนั้น คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัยของ ว่าที่ร้อยตรี ธีรวัฒน์ แสงศรี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

งานบริการการศึกษา สำนักงานเลขานุการ
โทรศัพท์ ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๐๐ - ๔ ต่อ ๔๔๑๗
โทรสาร ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๒๒

ภาพที่ จ.5 หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยของ นางสาวลารัตน์ ทาสีเพชร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	ว่าที่ร้อยตรี อีรวัฒน์ แสงศรี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2537 – 2541, มหาวิทยาลัยนเรศวร การศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2541 อาจารย์ 1 ระดับ 3 พ.ศ. 2547-ปัจจุบัน โรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์
ตำแหน่ง	ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนศรีแก้วประชาสรรค์ ตำบลศรีแก้ว อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร รหัสไปรษณีย์ 35120 โทรศัพท์ 045-979874 โทรสาร 045-979874 เว็บไซต์ http://www.srikaew.ac.th/ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 28