

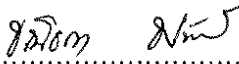
ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด  
เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1


ภิรพุทธิ์ สว่างสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
มิถุนายน 2563  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา  
วิทยานิพนธ์ของ กิริพุทธิ์ สว่างสุข ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

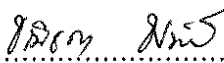
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

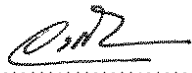
  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ดร.ชนิษฐา พรหมเหลือง)


  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

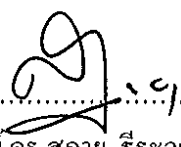
  
.....ประธาน  
(รองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พิฒผล)

  
.....กรรมการ  
(ดร.ชนิษฐา พรหมเหลือง)

  
.....กรรมการ  
(ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต)

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

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

  
.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สฎายุ ชีระวิชิตระกุล)

วันที่ ๙ เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2563

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่ง จาก ดร.ชนิษฐา พรหมเหลือ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.อาพันธ์ชนิด เชนจิต อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความเมตตากรุณา เสียสละเวลาให้แนวคิดที่ถูกต้องในการปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีความถูกต้องยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒนาผล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรากร ทรัพย์วิระปกรณ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้อง ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ครุณี หันวิสัย ดร.คงรัฐ นวลแบ่ง นางสาววาสนา น้อยแก้ว นางบุรณา พันธุ์กรรม และนางสาวสุวิชา บุญรังสิมันต์ ได้เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจนถูกต้อง สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการ โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” นายสิทธิพล ไตรรัตน์สิงหกุล คณะผู้สอนและนักเรียน โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” ที่ให้ความอนุเคราะห์ และให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ที่สนับสนุน เป็นกำลังใจในการทำงานให้สำเร็จลุล่วงไปได้ และขอขอบคุณ พี่ เพื่อน ทุกคน ที่ให้กำลังใจ และมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูคุณเวทิตาแด่ บุพการี บุรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

กิริพุทธิ สว่างสุข

58910171: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)/ ปัญหาปลายเปิด/

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์/ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กิริพุทธิ สว่างสุข: ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)

ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

(RESULTS OF COOPERATIVE LEARNING MANAGEMENT WITH TEAM-GAME-TOURNAMENT (TGT) TECHNIQUE AND OPEN-ENDED PROBLEM ON RATIOS AND PERCENTAGES TOWARD MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY OF GRADE 7 STUDENTS)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ขนิษฐา พรหมเหลือง, ประ.ด., อพันธ์ชนิต เชนจิต, กศ.ด.

248 หน้า. ปี พ.ศ. 2563.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 จำนวน 38 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบที แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test for one sample)

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

58910171: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING; M.Ed. (MATHEMATICS TEACHING)

KEYWORDS: COOPERATIVE LEARNING MANAGEMENT WITH TEAM-GAME-TOURNAMENT (TGT) TECHNIQUE/ OPEN-ENDED PROBLEMS/ MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT/ MATHEMATICAL PROBLEM

PIRAPUT SAWANGSUK: RESULTS OF COOPERATIVE LEARNING MANAGEMENT WITH TEAM-GAME-TOURNAMENT (TGT) TECHNIQUE AND OPEN-ENDED PROBLEM ON RATIOS AND PERCENTAGES TOWARD MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY OF GRADE 7 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: KHANITTHA PROMLUANG, Ph.D., APUNCHANIT JENJIT, Ed.D. 248 P. 2020.

The purposes of this research were; to compare mathematical learning achievement, and to compare mathematical problem solving ability of the students after using cooperative learning management with team-game-tournament (TGT) technique and open-ended problem of 70 percent criterion. The sample group was 38 students of grade 7 in the second semester of 2019 academic school year at Bangpakong Brovonvittayayon School, who were selected by a cluster random sampling technique, The instruments of this research consisted of six lesson plans, a mathematical learning achievement and a mathematical problem-solving ability. The statistics for analyzing the data were means, standard deviation and t-test for one sample.

The research results were that the mathematical learning achievement of the students after learning with cooperative learning management with team-game-tournament (TGT) technique and open-ended problem was higher than the 70 percent criterion at .01 level of significance, and were the mathematical problem-solving ability of the students after learning with cooperative learning management with team-game-tournament (TGT) technique and open-ended problem with a 70 percent criterion at .01 level of significance.

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานในการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่จะได้รับ.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) .....	12
การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ.....	17
การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน.....	30
ปัญหาปลายเปิด.....	52
การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน ร่วมกับการใช้ปัญหา ปลายเปิด.....	61
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	65
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	80
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	103
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	107
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	107
แบบแผนการวิจัย.....	107

## สารบัญ (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	108
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	109
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	126
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	127
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	127
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	133
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	133
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	133
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	145
สรุปผลการวิจัย.....	146
อภิปรายผล.....	146
ข้อเสนอแนะ.....	150
บรรณานุกรม.....	151
ภาคผนวก.....	158
ภาคผนวก ก.....	159
ภาคผนวก ข.....	168
ภาคผนวก ค.....	222
ภาคผนวก ง.....	238
ภาคผนวก จ.....	241
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	248

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1	คะแนนโบนัสนของการแข่งขัน..... 34
2-2	การกำหนดนักเรียนเข้าเป็นกลุ่ม..... 35
2-3	เกณฑ์การคำนวณคะแนนความก้าวหน้า..... 39
2-4	คะแนนโบนัสนของการแข่งขัน..... 42
2-5	ตัวอย่างปัญหาที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ..... 54
2-6	การเปลี่ยนปัญหาปลายปิดให้เป็นปัญหาปลายเปิด..... 58
2-7	รูปแบบการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 95
2-8	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบแยกองค์ประกอบ..... 96
2-9	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบแยกองค์ประกอบ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี..... 97
2-10	การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา..... 98
2-11	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 99
3-1	แบบแผนของการวิจัยแบบ One-group posttest-only design. .... 108
3-2	รายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้..... 109
3-3	วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ..... 111
3-4	วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ..... 117
3-5	การวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 123
3-6	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 124
4-1	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70..... 134
4-2	การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับ เกณฑ์ร้อยละ 70..... 135
4-3	จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการทำความเข้าใจปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน..... 136
4-4	จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นตอนวางแผนในการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน..... 138



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-5 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน.....	140
4-6 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นตอนตรวจสอบผล จำแนกตาม ระดับคะแนน.....	143
ค-1 ค่าความเหมาะสมเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับปัญหาปลายเปิดที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	223
ค-2 ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ.....	223
ค-3 ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ.....	226
ค-4 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ.....	227
ค-5 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....	230
ค-6 สัดส่วนผู้ที่ตอบถูก (p) สัดส่วนผู้ที่ตอบผิด (q) ในข้อหนึ่ง ๆ แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ เพื่อหาค่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....	231
ค-7 ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ.....	231
ค-8 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ.....	232
ค-9 ค่าความแปรปรวน และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ.....	233

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค-10	
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ.....	234
ค-11	
คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ.....	236

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 รูปแบบการจัดตัวแทนของกลุ่มเข้าแข่งขัน.....	38
2-2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มการแข่งขัน.....	40
2-3 การจัดกลุ่มนักเรียนเพื่อการแข่งขัน.....	43
2-4 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหา ปลายเปิด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	64
2-5 ขั้นตอนการแก้ปัญหา.....	87
4-1 ลักษณะคำตอบขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน	136
4-2 ลักษณะคำตอบขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน	137
4-3 ลักษณะคำตอบของขั้นตอนวางแผนในการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน .....	138
4-4 ลักษณะคำตอบขั้นตอนวางแผนในการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน.....	139
4-5 ลักษณะคำตอบขั้นตอนวางแผนในการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน.....	139
4-6 ลักษณะคำตอบขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน..	141
4-7 ลักษณะคำตอบขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน..	141
4-8 ลักษณะคำตอบขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน	142
4-9 ลักษณะคำตอบขั้นตอนตรวจสอบผลของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน.....	143
4-10 ลักษณะคำตอบขั้นตอนตรวจสอบผลของนักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน.....	144
4-11 ลักษณะคำตอบขั้นตอนตรวจสอบผลของนักเรียนกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน.....	144

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญ

ความเจริญก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงทางด้านวิทยาการด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างหลากหลายในเวลาอันรวดเร็ว ส่งผลให้ประเทศไทยมีความจำเป็นต้องเร่งพัฒนาการศึกษาเพื่อพัฒนาคนในชาติให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อาทิ การคิดแบบมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การร่วมมือ การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นต้น คณิตศาสตร์ถือว่าเป็นบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56)

การจัดการศึกษาในปัจจุบัน ได้ให้ความสำคัญต่อคณิตศาสตร์โดยจัดให้เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้ในรายวิชาพื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งถือว่าเป็นวิชาหลักที่สำคัญ แต่การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ของประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเป็นที่น่าพอใจ เห็นได้จาก การประเมินในระดับนานาชาติ โครงการ TIMSS (Trends in international mathematics and science study) ค.ศ. 2011 และ ค.ศ. 2015 ได้รายงานผลการทดสอบของสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (International association for the evaluation of educational achievement หรือ IEA) ที่ได้ศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของไทย ได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในปี ค.ศ. 2011 เป็น 427 คะแนน (สสวท, 2555, หน้า 3) และได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในปี ค.ศ. 2015 เป็น 431 คะแนน (สสวท, 2559, หน้า 4) ซึ่งต่ำกว่าค่ากลางของการประเมิน 500 คะแนน (Low international benchmark) นอกจากนี้ ผลการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนในโครงการ PISA (Programme for international student assessment) ซึ่งเป็นโครงการประเมินความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ที่จัดขึ้นโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทาง

เศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for economic co-operation and development: OECD) ซึ่งในการจัดครั้งล่าสุดปี ค.ศ. 2018 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 419 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489คะแนน) ซึ่งนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ OECD (สสวท, 2562, หน้า 5) อีกทั้งผลการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน จากการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary national education test: O-NET) ที่บ่งชี้ว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่า ร้อยละ 50 ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำ และจากการสอบ O-NET ปีการศึกษา 2561 ของโรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เพียง 26.78 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของจังหวัดฉะเชิงเทรา 28.54 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 6 30.91 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศ 30.04 และต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ร้อยละ 50 อีกด้วย และเมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้อยู่ที่ พบว่า ในเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำร้อยละ 50 กล่าวคือ ได้คะแนนเฉลี่ยเพียง 4.18 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งแบบทดสอบในเรื่องนี้ ส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบที่ต้องอาศัยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนร่วมด้วย ประกอบกับผู้วิจัยได้สอบถามผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พบว่า ผู้สอนส่วนใหญ่ประสบกับปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อหาที่อาศัยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เข้าร่วมด้วยเสมอ

สาเหตุหนึ่งของการไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ก็คือ วิธีการสอน หรือวิธีการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนที่ยังคงใช้วิธีการอธิบายเน้นที่เนื้อหา กฎ สูตร และหลักการทางคณิตศาสตร์แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดตามลำพัง สอดคล้องตามที่ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 9) ระบุว่า ผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบเดิม ๆ เช่น การสอนแบบบรรยาย ไม่ได้ใช้สื่อการสอนที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน และ สสวท. (2555 ก, หน้า 124-125) ระบุว่าผู้สอนไม่ได้เน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน การแสดงความคิดเห็น และขาดการส่งเสริมให้มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ดังนั้น สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, หน้า 9) ระบุว่า เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่จะต้องปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ โดยการค้นหาวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างสัมฤทธิ์ผล โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ตลอดจนพัฒนานักเรียนให้มีความเจริญงอกงามทางด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์และสังคม

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) เป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มากกว่าเน้นที่ตัวผู้สอนหรือเนื้อหา ซึ่งมีนักวิชาการได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เป็นการสอนที่มีประสิทธิภาพทั้งในแง่ของการแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ ทักษะคิดและแรงจูงใจในการเรียน ตลอดจนทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Sarcinelli, 1991, pp.13-25) สอดคล้องกับที่ บุญเลี้ยง ทุ่มทอง (2554, หน้า 57) ระบุว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือส่งผลให้เกิดแรงจูงใจที่จะเรียนเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการพัฒนาทางวิชาการในสมาชิกที่ทำงานร่วมกัน เกิดการรับรู้ทางบวกเกี่ยวกับความตั้งใจของผู้อื่น เพิ่มการช่วยเหลือและการยอมรับความแตกต่างระหว่างเพื่อน ตลอดจนเพิ่มความเชื่อถือในตนเอง ตามที่ กระทรวงศึกษาธิการ (2545, หน้า 27-29) ระบุว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองนั้นมีหลายรูปแบบ ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถตอบสนองความต้องการของนักเรียน ได้วิธีหนึ่งคือ วิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งเป็นการเน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้นักเรียนได้เรียนรู้กันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แต่ละคนจะต้องมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้ และเสริมสร้างการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างบุคคล ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้น รวมทั้งการเป็นกำลังใจให้แก่กันและกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่า

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) โดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (Team-game-tournament; TGT) เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ถูกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหานักเรียนที่มีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน นักเรียนไม่ได้รับการกระตุ้น ไม่มีแรงจูงใจในการเรียน เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น จึงจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบกลุ่มแข่งขัน (TGT) ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ด้วยวิธีการจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ กลุ่มละ 4-5 คน สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถที่แตกต่างกัน คือ ความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ในอัตราส่วน 1: 2: 1 ตามลำดับ ซึ่งสมาชิกของกลุ่มจะได้แข่งขันกันในเกมเชิงวิชาการ ในลักษณะการแข่งขันตัวต่อตัวกับกลุ่มอื่น โดยแข่งขันกับสมาชิกที่มีความสามารถเท่าเทียมกันของแต่ละกลุ่ม แล้วนำคะแนนมารวมเป็นคะแนนของกลุ่ม ซึ่งสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 152) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและตั้งใจอย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมสัมพันธภาพระหว่างบุคคล เสริมสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ กระตุ้นให้เกิดความมั่นใจ อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหา

นอกเหนือจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) แล้ว ผู้วิจัย ได้ศึกษาแนวคิดจากนักวิชาการ พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) ที่มีลักษณะเป็นปัญหาที่มีคำตอบที่หลากหลาย มีวิธีการหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรือสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาอื่นได้ จึงทำให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน สามารถแก้ปัญหาได้ตามถนัดและความสนใจของตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2554, หน้า 92) อีกทั้ง สุรัช อินทสังข์ (2545, หน้า 37) ได้ระบุว่าปัญหาปลายเปิดยังเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคน ได้คิดหรือเลือกวิธีการที่ตัวเองถนัดออกมาใช้ในการแก้ปัญหา สถานการณ์ลักษณะนี้จะสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากแลกเปลี่ยนและเปรียบเทียบคำตอบของตนกับเพื่อน ซึ่งอาจได้ความรู้ใหม่และอาจได้ปัญหาใหม่ด้วย เมื่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันและผู้สอนเกิดขึ้น การเรียนรู้ก็ไม่น่าเบื่อ คูมิชีวิตชีวา และนักเรียนจะรู้สึกดีว่าเรามีเสรีในการคิด สอดคล้องกับ Nohda (1986, p. 125) กล่าวว่าจุดมุ่งหมายปัญหาปลายเปิด คือการให้กิจกรรมที่มีความคิดสร้างสรรค์ และวิคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน นักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าสามารถใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลายและนักเรียนที่มีความสามารถด้อยกว่าก็ยังคงสนุกสนานกับกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามความสามารถของตนเอง การทำเช่นนี้เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเปิดโอกาสสืบเสาะด้วยวิธีการที่ตนเชื่อมั่นและนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนสูงขึ้น ผลที่เกิดขึ้นนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับปัญหาปลายเปิด มาใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นและเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70

## สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

## ประโยชน์ที่จะได้รับ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้รับประโยชน์ ดังนี้

1. เป็นแนวทางสำหรับผู้สอนคณิตศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น
2. เป็นแนวทางสำหรับผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด
3. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด และแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด

## ขอบเขตการวิจัย

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมจำนวนประชากร 205 คน โดยทุกห้องจัดนักเรียนแบบลดความสามารถกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 จำนวน 38 คน

โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) จากห้องเรียนที่จัดแบบลดความสามารถของนักเรียน



### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค21102) เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งมีเนื้อหาย่อยตามหัวข้อต่อไปนี้

1. อัตราส่วน จำนวน 3 คาบ
2. อัตราส่วนที่เท่ากันหลาย ๆ อัตราส่วน จำนวน 2 คาบ
3. สัดส่วน จำนวน 6 คาบ
4. ร้อยละ จำนวน 3 คาบ
5. บทประยุกต์ จำนวน 3 คาบ

### ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
  - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ
  - 2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ดำเนินการสอนโดยจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด 17 คาบ และทดสอบหลังเรียน 2 คาบ รวมทั้งหมด 19 คาบ

### นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขัน ที่มีการจัดนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยมีสมาชิก 4-5 คน ที่ความสามารถแตกต่างกัน คือ ความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มารวมกลุ่มในอัตราส่วน 1: 2: 1 ตามลำดับ ซึ่งสมาชิกของแต่ละกลุ่มจะศึกษาร่วมกัน ช่วยเหลือ สนับสนุน กระตุ้นและส่งเสริมการทำงานของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มให้ประสบผลสำเร็จ ต่อจากนั้นสมาชิกในแต่ละกลุ่มเข้าร่วมการแข่งขันตอบปัญหาหรือเกมการแข่งขัน เพื่อสะสมคะแนน ความสามารถของกลุ่ม คะแนนที่ได้จากการแข่งขันของสมาชิกแต่ละคนในลักษณะแข่งขันกัน ตัวต่อตัวกับกลุ่มอื่น แล้วจะนำเอาคะแนนมารวมเป็นคะแนนของกลุ่ม มีขั้นตอนดังนี้

### ขั้นที่ 1 การเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น

ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำเสนอเนื้อหาต่อนักเรียนทั้งชั้นเรียน รูปแบบการนำเสนอ โดยการบรรยาย อภิปราย ยกตัวอย่าง หรือใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเมื่อมีข้อสงสัย

### ขั้นที่ 2 การศึกษากลุ่มย่อย

นักเรียนร่วมมือกันศึกษาเนื้อหาบทเรียนหรือทำแบบฝึกหัดจากของกิจกรรมที่ประกอบด้วย ใบงาน ใบกิจกรรม และใบเฉลยของตนเองให้เข้าใจและต้องช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม

### ขั้นที่ 3 การเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหา

นักเรียนเล่นเกมการแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียนมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจในบทเรียน เกมประกอบด้วยผู้เล่น 4 คน ซึ่งแต่ละคนจะเป็นตัวแทนของกลุ่มย่อยการกำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อเล่นเกม จะยึดหลักนักเรียนที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกัน การแข่งขันเกมจะกระทำประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง หลังจากแข่งขันเกมไปแล้ว สัปดาห์ต่อไปนักเรียนอาจถูกเปลี่ยนไปแข่งกับโต๊ะเกมอื่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลการแข่งขันในโต๊ะเกมการแข่งขันยากขึ้นกว่าเดิม

### ขั้นที่ 4 การยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม

1. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาของบทเรียนและเกมการแข่งขัน
2. คิดคะแนนของกลุ่มและตัดสินผล โดยคะแนนของกลุ่มคำนวณจากคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ซึ่งต้องบันทึกไว้เป็นหลักฐาน แล้วตัดสินกลุ่มที่ควรได้รับการยกย่อง หรือยอมรับ เกณฑ์การตัดสินกลุ่มที่ควรได้รับการยกย่อง หรือยอมรับกำหนดได้ดังนี้
 

กลุ่มระดับยอดเยี่ยม	คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากที่สุด
กลุ่มระดับดีมาก	คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากเป็นอันดับที่ 2
กลุ่มระดับดี	คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากเป็นอันดับที่ 3

ปัญหาปลายเปิด หมายถึง ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการหรือแนวทางหาคำตอบได้หลายวิธี

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขัน ที่มีการจัดนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยมีสมาชิก 4-5 คน ที่ความสามารถแตกต่างกันคือ ความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มารวมกลุ่มในอัตราส่วน 1: 2: 1 ตามลำดับ ซึ่งสมาชิกของแต่ละกลุ่มจะศึกษาความรู้และปัญหาปลายเปิดร่วมกัน ช่วยเหลือ สนับสนุน กระตุ้นและส่งเสริม

การทำงานของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มให้ประสบผลสำเร็จ ต่อจากนั้นสมาชิกในแต่ละกลุ่มเข้าร่วมการแข่งขันตอบปัญหาหรือเกมการแข่งขัน เพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม คะแนนที่ได้จากการแข่งขันของสมาชิกแต่ละคนในลักษณะแข่งขันกันตัวต่อตัวกับกลุ่มอื่น แล้วจะนำเอาคะแนนมารวมเป็นคะแนนของกลุ่ม โดยมีขั้นตอน 4 ขั้น ดังนี้

#### ขั้นที่ 1 การเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น

1. ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำเสนอเนื้อหาต่อนักเรียนทั้งชั้นเรียน รูปแบบการนำเสนอ โดยการบรรยาย อภิปราย ยกตัวอย่าง หรือใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเมื่อมีข้อสงสัย

2. ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดที่สอดคล้องกับเนื้อหาในชั้นเรียน ให้นักเรียนช่วยกันหาวิธีการแก้ปัญหา

#### 3. ผู้สอนนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้น ดังนี้

3.1 ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

3.2 ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

3.3 ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

3.4 ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบผล

#### ขั้นที่ 2 การศึกษากลุ่มย่อย

นักเรียนร่วมมือกันศึกษาเนื้อหาบทเรียนหรือทำแบบฝึกหัดจากของกิจกรรม ประกอบด้วย ใบงาน ใบกิจกรรม และใบเฉลยของตนเองให้เข้าใจและต้องช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม โดยปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมจะเป็นปัญหาปลายเปิด ที่มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการหรือแนวทางหาคำตอบได้หลายวิธี พร้อมส่งตัวแทนไปเสนอผลงานกลุ่ม จากนั้นผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความคิดเห็นและสรุปกิจกรรมที่เรียน

#### ขั้นที่ 3 การเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหา

นักเรียนเล่นเกมการแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียนมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจในบทเรียน เกมประกอบด้วยผู้เล่น 4 คน ซึ่งแต่ละคนจะเป็นตัวแทนของกลุ่มย่อย การกำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อเล่นเกม จะยึดหลักนักเรียนที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกัน การแข่งขันเกมจะกระทำประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง หลังจากแข่งขันเกมไปแล้วสัปดาห์ต่อไปนักเรียนอาจจะถูกเปลี่ยนไปแข่งกับโต๊ะเกมอื่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลการแข่งขันในโต๊ะเกมการแข่งขันยากขึ้นกว่าเดิม

#### ขั้นที่ 4 การยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม

1. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาของบทเรียนและเกมการแข่งขัน

2. คิดคะแนนของกลุ่มและตัดสินผล โดยคะแนนของกลุ่มคำนวณจากคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ซึ่งต้องบันทึกไว้เป็นหลักฐาน แล้วตัดสินกลุ่มที่ควรได้รับการยกย่อง หรือยอมรับ เกณฑ์การตัดสินกลุ่มที่ควรได้รับการยกย่อง หรือยอมรับกำหนดได้ดังนี้

กลุ่มระดับยอดเยี่ยม คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากที่สุด

กลุ่มระดับดีมาก คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากเป็นอันดับที่ 2

กลุ่มระดับดี คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากเป็นอันดับที่ 3

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่เกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด (Cognitive domain) ซึ่งแบ่งออกเป็นพฤติกรรมด้าน 1) ความรู้/ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ และ 4) การวิเคราะห์ ซึ่งในงานวิจัยนี้สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบ

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลว่า โจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ข้อมูลที่โจทย์ให้มาเพียงพอสำหรับการแก้โจทย์หรือไม่ และสิ่งใดเกี่ยวข้องกับปัญหา และมีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการที่ผู้แก้ปัญหา ต้องพิจารณากำหนดว่า ต้องแก้ปัญหาวัยวิธีใดได้บ้าง และแก้ได้อย่างไร แล้วเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาคำเนินการแก้ปัญหตามแผนการที่วางไว้ โดยการแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาแล้ว นำมาแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบผล เป็นการที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปที่ยุ่ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา และขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาว่ารายละเอียดต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนมีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด และตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์และมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่ ซึ่งอาจจะใช้วิธีการอีกวิธีหนึ่งตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณค่าของคำตอบอย่างคร่าว ๆ

ซึ่งในงานวิจัยนี้สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน จำนวน 5 ข้อ

เกณฑ์ หมายถึง ระดับคุณภาพของงานที่ได้จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับปัญหาปลายเปิด ผ่านเกณฑ์ ซึ่งในที่นี้กำหนดเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ ซึ่งวิเคราะห์จากคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนแล้วนำคะแนนมาเฉลี่ยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ใช้สถิติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553, หน้า 17)

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้เสนอแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยมีขอบเขตของเนื้อหา ดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
  - 1.1 เป้าหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.2 คุณภาพนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.3 สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
  - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
  - 2.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
  - 2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
  - 2.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
  - 2.5 ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
3. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)
  - 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)
  - 3.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)
  - 3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)
  - 3.4 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)
  - 3.5 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)
4. ปัญหาปลายเปิด
  - 4.1 ความหมายของปัญหาปลายเปิด
  - 4.2 ประเภทของปัญหาปลายเปิด
  - 4.3 การสร้างปัญหาปลายเปิด

#### 4.4 เกณฑ์การประเมิน

5. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด

5.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด

5.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด

#### 6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

6.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

6.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

#### 7. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.3 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.5 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.7 การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.8 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

#### 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยต่างประเทศ

8.2 งานวิจัยในประเทศ

**หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)**

เป้าหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2560, หน้า 5-7)

ได้พัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้น เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลง โดยพิจารณาว่ากรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) ที่กำหนดเป้าหมาย

และลักษณะของคนไทยใน 20 ปีข้างหน้า รวมถึงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ที่มุ่งให้การศึกษาและการเรียนรู้มีคุณภาพได้มาตรฐานสากลและส่งเสริมระบบ การเรียนรู้ที่บูรณาการ ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM Education) ซึ่งเน้นการเชื่อมโยงระหว่างการเรียนรู้กับการทำงาน (Work integrated learning) โดยมีเป้าหมายของหลักสูตรและรายละเอียด ดังนี้

เป้าหมายหลักสูตร เมื่อจบหลักสูตรต้องการให้เกิดกับนักเรียนดังนี้

1. มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี ในสาระคณิตศาสตร์ที่จำเป็น พร้อมทั้งนำไปประยุกต์ได้
2. มีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง ให้เหตุผล และมีความคิดสร้างสรรค์
3. มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น
4. มีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม เพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน และการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

คุณภาพนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, หน้า 16) ระบุคุณภาพ นักเรียนดังนี้

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริงและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาชีวิตจริง
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
5. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบพหุนาม สมการกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง



6. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

7. มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

8. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

9. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

10. มีความรู้ความเข้าใจเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

11. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

12. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

13. มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติใน การนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้นไม้ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่องและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

14. มีความรู้เข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็น และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

**สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์**

**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, หน้า 11-13) ระบุว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดสาระพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไว้ 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น ดังนี้

1. จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ

กราฟ ดอกเบี้ย และมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิต ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2. การวัดและเรขาคณิต เรียนเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและ ความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิกภาพ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎีบททาง เรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้ เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิต ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3. สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวม ข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและ ความน่าจะเป็น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

จากสาระการเรียนรู้ทั้ง 3 ที่ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้มี การกำหนด มาตรฐาน และ ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

### สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

**มาตรฐาน ค 1.1** เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การ ดำเนินการของ จำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

1. เข้าใจจำนวนตรรกยะและความสัมพันธ์ของจำนวนตรรกยะ และใช้สมบัติ ของ จำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

2. เข้าใจและใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวกในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

3. เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

**มาตรฐาน ค 1.3** ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหา ที่กำหนดให้

1. เข้าใจและใช้สมบัติของการเท่ากันและสมบัติของจำนวน เพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหา โดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับกราฟในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และปัญหา ในชีวิตจริง

3. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงเส้นในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

## สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

**มาตรฐาน ค 2.2** เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

1. ใช้ความรู้ทางเรขาคณิตและเครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือ โปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิตตลอดจน นำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2. เข้าใจและใช้ความรู้ทางเรขาคณิตในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

## สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

**มาตรฐาน ค 3.1** เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

1. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

### ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, หน้า 14-15) ระบุทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และเลือกวิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้ง ตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้าง แนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าสาระ มาตรฐานและตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามที่ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มีทั้งหมด 3 สาระ 4 มาตรฐาน 9 ตัวชี้วัด และเน้น การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ทักษะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาในเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ โดยมุ่งพัฒนานักเรียนในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้ และตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งผู้วิจัยมุ่งเน้นที่ การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การจัดการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative learning) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันในกลุ่มย่อย ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนแตกต่างกัน การเรียนแบบร่วมมือกันไม่ใช่วิธีการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มรวมกันแบบธรรมดา แต่เป็นการรวมกลุ่มที่มีโครงสร้างชัดเจน การเรียนแบบร่วมมือกันได้รับความสนใจ นำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา ตั้งแต่คริสต์ศักราช 1970 โดยมีความเชื่อว่า วิธีการเรียนรู้แบบนี้จะช่วยพัฒนาและแก้ปัญหาหลาย ๆ ด้าน ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม และความภาคภูมิใจในตนเอง (Self-esteem)

#### ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning)

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ดังนี้

Johnson and Johnson (1994, pp. 31-32) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การใช้การจัดการเรียนรู้ในกลุ่มขนาดเล็ก ผ่านที่นักเรียนทำงานร่วมกันเพื่อเพิ่มทักษะของตัวเอง และการเรียนรู้ของแต่ละคน การเรียนแบบร่วมมือคือการทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ใช้ร่วมกัน การเรียนแบบร่วมมือยังเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ซึ่งผสมกลุ่มที่มีความสามารถสูงและมีความสามารถต่ำ ให้ทำงานร่วมกัน ในการแก้ปัญหา มีกลยุทธ์มากมายในการเรียนแบบร่วมมือ เช่น STAD, TGT, CIRC, TAI, GI ฯลฯ นอกจากนี้ยังพบว่า การเรียนแบบร่วมมือยังช่วยในการปรับปรุงความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถสูงและนักเรียนที่มีความสามารถต่ำ ในการเพิ่มความนับถือตนเองและพัฒนาทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ การเรียนแบบร่วมมือมีลักษณะที่แตกต่างกันอยู่ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ลักษณะแข่งขันกัน
2. ลักษณะต่างคนต่างเรียน
3. ลักษณะร่วมมือกันหรือช่วยกันในการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2544, หน้า 4) ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน โดยในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน และมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตัวและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว มีความหมายตรงกันข้ามกับการเรียนที่เน้นการแข่งขัน (Competitive learning) และการเรียนตามลำพัง (Individualized learning)

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 134) ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เป็นลักษณะการรวมกลุ่มอย่างมีโครงสร้างที่ชัดเจน มีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตัวและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

จากความคิดเห็นนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง วิธีการเรียนที่จัดให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย โดยที่ในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน ทั้งความสามารถสูง ปานกลาง และความสามารถต่ำเข้าด้วยกัน โดยให้สมาชิกทุกคนมีความรับผิดชอบต่อกลุ่มร่วมกัน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ช่วยกันทำงานอย่างเต็มความสามารถ และร่วมมือกันทำงานให้บรรลุผลสำเร็จของกลุ่ม

### **องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ**

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ดังนี้

Johnson and Johnson (1994, pp. 31-32) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือจะประสบความสำเร็จประกอบด้วย 5 ประการ ดังนี้

1. การพึ่งพาอาศัยกันในเชิงบวก โดยถือว่าทุกคนมีความสำคัญเท่าเทียมกันและจะต้องพึ่งพากันเพื่อความสำเร็จของกลุ่มร่วมกัน ในขณะที่ทุกคนสมาชิกแต่ละคนจะประสบความสำเร็จได้เมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จ ดังนั้นแต่ละคนต้องมีความรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตนเอง
2. การปรึกษาหารือกันภายในกลุ่ม เป็นการมีปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมซึ่งกันและกัน ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนมีแนวทางในการดำเนินการให้กลุ่มบรรลุเป้าหมาย มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการอธิบายความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มจนในที่สุดสมาชิกในกลุ่มจะเกิดความไว้วางใจกัน

3. ความรับผิดชอบของแต่ละคน สมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ เป็นความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละบุคคลที่จะต้องช่วยเหลือ ส่งเสริมซึ่งกันและกัน เพื่อให้เกิดความสำเร็จตามเป้าหมายของกลุ่ม โดยที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความมั่นใจและพร้อม ที่จะทดสอบเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม เช่น การจัดกลุ่มให้เล็ก การทดสอบเป็นรายบุคคล การสุ่มเรียกชื่อให้รายงาน

4. การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อยจาก องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือกันจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาทักษะในด้านทักษะสังคม การทำงานร่วมกับผู้อื่น การยอมรับซึ่งกันและกัน และการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน

5. การใช้กระบวนการกลุ่ม เป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนหรือวิธีการที่จะช่วยให้ มีการดำเนินงานกลุ่มเป็นไปอย่างมีงานร่วมกัน และดำเนินงานตามแผน ตลอดจนมีการประเมินผล และปรับปรุงงาน วิเคราะห์การทำงานของกลุ่มเพื่อช่วยให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้ และปรับปรุง การทำงานให้ดีขึ้น การวิเคราะห์การเรียนรู้นี้อาจทำได้โดยผู้สอน หรือนักเรียน หรือทั้งสองฝ่าย

กระทรวงศึกษาธิการ (2544, หน้า 5-8) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบสำคัญ ที่ทำให้การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จไว้ว่า องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ จะมีประสิทธิภาพ ถ้าสมาชิกภายในกลุ่มมองเห็นคุณค่าของการทำงานร่วมกันและช่วยเหลือซึ่งกัน และกัน โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางบวก (Positive interdependence) หมายถึง การที่สมาชิกในกลุ่มทำงานอย่างมีเป้าหมายร่วมกัน มีการทำงานร่วมกัน โดยที่สมาชิกทุกคน มีส่วนร่วมในการทำงานนั้น มีการแบ่งปันวัสดุ อุปกรณ์ ข้อมูลต่าง ๆ ในการทำงานทุกคน มีบทบาทหน้าที่และประสบความสำเร็จร่วมกัน ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมให้นักเรียน มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางบวก มีหลายวิธี เช่น

1.1 การกำหนดเป้าหมายของกลุ่ม (แต่ละคนลงมือเรียนและต้องแน่ใจว่าสมาชิกคนอื่นเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน)

1.2 การกำหนดรางวัลร่วมกัน (ถ้าทุกคนทำได้ตามเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้แต่ละคน จะได้รับคะแนนโบนัสเท่าเทียมกันทุกคน)

1.3 การกำหนดให้ใช้วัสดุ อุปกรณ์ หรือสื่อการเรียนอื่น ๆ ร่วมกัน (แต่ละคนใช้วัสดุ เพียง 1 ส่วนของทั้งหมดที่จำเป็นต้องใช้ในการทำงานกลุ่ม)

1.4 การกำหนดบทบาทสมาชิกในกลุ่ม แต่ละคนจะมีบทบาทในกลุ่ม เช่น ผู้อ่าน ผู้ตรวจสอบ ผู้บันทึก ผู้ให้กำลังใจ ผู้จัดหาวัสดุ

2. การมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดในระหว่างการทำงานกลุ่ม (Face to face promotive-interaction) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มให้ประสบความสำเร็จ โดยทำกิจกรรมต่อไปนี้

2.1 แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

2.2 อธิบายความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มฟัง

กิจกรรมดังกล่าวจะทำให้ให้นักเรียนได้ติดต่อกันโดยตรง เป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และการให้ข้อมูลย้อนกลับ

3. การตรวจสอบความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน (Individual accountability) เป็นการจัดเพื่อให้แน่ใจว่าสมาชิกทุกคนมีความรับผิดชอบต่องานกลุ่ม ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น

3.1 กำหนดหน้าที่ของสมาชิกทุกคนในกลุ่มตามความเหมาะสม

3.2 สุ่มถามปากเปล่าสมาชิกหรือสุ่มตรวจงานของสมาชิกในกลุ่ม

3.3 สังเกตและบันทึกการทำงานกลุ่มของสมาชิก

3.4 กำหนดให้สมาชิก 1 คนในกลุ่มเป็นผู้ตรวจสอบความเข้าใจของสมาชิกเกี่ยวกับงานกลุ่ม

3.5 ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่ตนเรียนรู้ให้เพื่อนฟัง

3.6 ทดสอบรายบุคคล

4. การใช้ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interdependence and small group skills) นักเรียนควรได้รับการฝึกทักษะที่จะช่วยให้งานกลุ่มประสบความสำเร็จ ได้แก่

4.1 การทำความรู้จักและไว้วางใจผู้อื่น

4.2 การสื่อสาร

4.3 การยอมรับและช่วยเหลือกัน

4.4 การวิจารณ์ความคิดเห็น โดยไม่วิจารณ์เจ้าของความคิด

4.5 การแก้ปัญหาขัดแย้ง

4.6 การให้ความสำคัญและการเอาใจใส่ต่อทุกคนเท่าเทียมกัน

5. กระบวนการกลุ่ม (Group process) สมาชิกจะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของสมาชิกในกลุ่ม ดังนั้นผลงานของกลุ่มจะได้รับอิทธิพลจากการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของสมาชิกในกลุ่มซึ่งสามารถกระทำได้ด้วย

5.1 ให้อธิบายการกระทำของสมาชิกที่มีประโยชน์และไม่มีประโยชน์

5.2 ให้ตัดสินใจว่าการกระทำใดของกลุ่มที่ควรรักษาไว้และการกระทำใดควรเลิกปฏิบัติ

5.3 ให้เล่าเหตุการณ์ในกลุ่ม ปัญหาของกลุ่ม หรือวิพากษ์วิจารณ์การทำงานของกลุ่ม องค์ประกอบพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ สมาชิกต้องมีความสัมพันธ์ และต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ในการที่จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปด้วยดีและบรรลุเป้าหมายที่กำหนด

จากความคิดเห็นนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. พึ่งพาอาศัยกันในทางบวก โดยถือว่าทุกคนในกลุ่มต่างต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน เพื่อเป้าหมายร่วมกัน โดยให้ทุกคนมีหน้าที่รับผิดชอบในงานร่วมกัน ในขณะเดียวกัน กลุ่มจะประสบความสำเร็จได้ขึ้นอยู่กับสมาชิกและคนในกลุ่ม และก็เช่นเดียวกันสมาชิกแต่ละคน จะประสบความสำเร็จได้ก็ขึ้นอยู่กับความสำเร็จของกลุ่ม

2. การปรึกษาหารือระหว่างกลุ่ม เป็นการส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันและกัน ได้ร่วมกันวางแผนในการทำงาน ได้ปรึกษาหารือในเรื่องที่สงสัยเพื่อให้กลุ่มประสบความสำเร็จ

3. การตรวจสอบความรับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่ม เป็นการเรียนรู้ที่สมาชิกทุกคน ต้องช่วยเหลือกันและกัน ให้ประสบความสำเร็จและพร้อมทดสอบเป็นรายบุคคล สมาชิกทุกคน ต้องมีความรับผิดชอบร่วมกัน ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทดสอบเป็นรายบุคคล การสังเกตการทำงานกลุ่ม การสุ่มถาม และการสุ่มถามเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

4. การใช้ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย นักเรียนทุกคนควรฝึกทักษะสังคมเพื่อให้กลุ่มประสบความสำเร็จ เช่น การยอมรับซึ่งกันและกัน การไว้วางใจกัน การวิพากษ์วิจารณ์

5. กระบวนการกลุ่ม เป็นการดำเนินการตามแผนที่กลุ่มวางแผนร่วมกัน วิพากษ์การทำงานกลุ่มเพื่อช่วยให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน จนมีการประเมินผลงานและปรับปรุงงาน เพื่อให้งานของกลุ่มบรรลุเป้าหมายร่วมกัน

#### ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ดังนี้

Johnson and Johnson (1990, pp. 101-102) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม โดยผู้สอนเป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำถึงบทบาทของนักเรียน การแบ่งกลุ่มการเรียน แจกวัสดุประสงค์ของการเรียนในแต่ละบทเรียน แต่ละคาบ และฝึกฝนทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมกลุ่ม



2. **ขั้นสอน** ผู้สอนจะทำการสอนในรูปแบบกิจกรรมการสอนที่ประกอบด้วยการนำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหา แนะนำแหล่งข้อมูลและมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

3. **ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม** นักเรียนแต่ละคนจะมีบทบาทหน้าที่ในการทำกิจกรรมกลุ่มตามที่ได้รับมอบหมายและจะช่วยเหลือกัน ทำให้เกิดการเสริมแรงและการสนับสนุนกัน

4. **ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ** เป็นการตรวจสอบว่านักเรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วนหรือไม่ ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่มและรายบุคคล ต่อจากนั้นเป็นการทดสอบ

5. **ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผล** การทำงานกลุ่ม ผู้สอนและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ถ้ามีสิ่งที่น่าสนใจไม่เข้าใจ ผู้สอนควรอธิบายเพิ่มเติม และช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่ม หากจุดเด่นและสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข

เปรมจิตต์ ขจรภักดิ์ (2536, หน้า 8-9) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ ดังนี้

1. **ขั้นเตรียม** ผู้สอนสอนทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ จัดกลุ่มนักเรียน บอกวัตถุประสงค์ของบทเรียน และบอกวัตถุประสงค์ของการทำงานร่วมกัน

2. **ขั้นสอน** โดยผู้สอนสอนเนื้อหาหรือบทเรียนใหม่ ด้วยวิธีสอนที่เหมาะสม มีการอธิบายเนื้อหาและสาธิตตัวอย่างที่นักเรียนทั้งห้องเข้าใจ เปิดโอกาสให้ซักถามแล้วจึงมอบหมายงานให้นักเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

3. **ขั้นทำงานกลุ่ม** นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย แต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ของตน ช่วยกันแก้ปัญหาอภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดมากกว่า คำเฉลย หรือรอคำเฉลยจากผู้สอน

4. **ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ** มีรายละเอียดดังนี้

4.1 **ตรวจสอบผลงาน** ถ้าเป็นงานกลุ่มสมาชิกในกลุ่มเซ็นชื่อในผลงานที่ส่งผู้สอน อาจประเมินด้วยการหยิบผลงานของกลุ่มขึ้นมา แล้วถามสมาชิกกลุ่มคนใดคนหนึ่งเกี่ยวกับงานชิ้นนั้น และถ้าเป็นงานเดี่ยว ผู้สอนอาจให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งในกลุ่มอธิบายวิธีการหาคำตอบของเขาที่ได้จากการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม

4.2 **ผู้สอนทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล** โดยไม่มีการช่วยเหลือกัน เมื่อผู้สอนตรวจผลการสอบ จำนวนคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มให้นักเรียนทราบ และถือว่าเป็นคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม

5. **ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผล** การทำงานกลุ่ม ผู้สอนและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนและประเมินการทำงานกลุ่ม โดยอภิปรายถึงผลงานของนักเรียน และวิธีการทำงานของ

นักเรียนรวมถึงวิธีการปรับปรุงการทำงานของกลุ่มด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าของตนเองทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคม

วิลลิตน์ สุนทรโรจน์ (2546, หน้า 31-32) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียน
2. ชี้นำแจ้งกระบวนการเรียนรู้ เป็นการตกลงร่วมกันระหว่างผู้สอนกับนักเรียน ในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผล ตั้งแต่ต้นจนถึงสิ้นสุดกิจกรรม
3. ชี้นำเสนอความรู้ใหม่ ผู้สอนจะต้องนำเสนอความรู้ใหม่ด้วยเทคนิควิธีการ หลากหลายรูปแบบเช่น การอธิบาย การสาธิต การให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเอง
4. ชี้นำปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนทุกคนเข้ากลุ่มย่อยตามตาราง คณะสมาชิกในกลุ่ม ตามความสามารถ สมาชิกในกลุ่มจะตกลงเกี่ยวกับบทบาทและหน้าที่เพื่อช่วยกันทำกิจกรรม ในขั้นนี้ผู้สอนเลือกเทคนิคกลุ่มในรูปแบบต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา เช่น TGT, STAD, JIGSAW, Co-op Co-op และ GI เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ
5. ชี้นำเสนอผลงาน ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ออกมาจากการจับสลากออกมานำเสนอผลงานของกลุ่ม
6. ชี้นำสรุปบทเรียนและประเมินผลงานกลุ่ม ผู้สอนและนักเรียนจะช่วยกันอภิปราย ในประเด็นปัญหาแล้วร่วมกันสรุปผลและประเมินผล

จากความคิดเห็นนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเตรียม ผู้สอนให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทำงานร่วมกัน การแบ่งกลุ่มและแจ้งวัตถุประสงค์ในการเรียนแต่ละบท
2. ชี้นำการจัดการเรียนรู้ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยวิธีการที่เหมาะสม มีการสอนเนื้อหา และสาธิตตัวอย่างพร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเมื่อมีข้อสงสัย แล้วจึงมอบหมายงานเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ
3. ชี้นำดำเนินกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนทุกคนเข้ากลุ่มย่อยตามที่ได้จัดไว้แบบละ ความสามารถ โดยที่นักเรียนทุกคนต้องมีส่วนร่วมในกิจกรรมและต้องรับผิดชอบบทบาทหน้าที่ของตนเอง
4. ชี้นำตรวจสอบผลงานและทดสอบ
  - 4.1 ชี้นำตรวจสอบผลงาน เป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียน ได้ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วน มากน้อยเพียงใด

4.2 ผู้สอนทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล และคะแนนที่ได้ถือว่าเป็นคะแนนรวมของกลุ่ม

5. ขึ้นสรุปและประเมินผล ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน และประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มและผลงานกลุ่ม พร้อมให้คำแนะนำในการทำงานกลุ่มในครั้งต่อไป

### รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ดังนี้

Slavin (1987, pp. 319-320) ได้แบ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ 5 รูปแบบ ดังนี้

แบบที่ 1 การเรียนแบบร่วมมือกันแบบกลุ่มแข่งขัน (Teams-games tournament หรือ TGT) เป็นการเรียนที่แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แบบทดสอบความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพศ ภาระงานของกลุ่ม คือ หลังจากที่ผู้สอนนำเสนอบทเรียนทั้งชั้น แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำงานตามที่ผู้สอนกำหนด และแต่ละกลุ่มเตรียมสมาชิกแต่ละคนให้พร้อมสำหรับการแข่งขัน ตอบคำถาม โดยปกติจะมีการแข่งขันสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง ประกอบด้วยเนื้อหาสั้น ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาที่ผู้สอนแจกให้ การตอบคำถามใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที ในการแข่งขันผู้สอนจะจัดให้นักเรียนที่มีความสามารถในระดับเดียวกันแข่งขันกัน คะแนนที่สมาชิกตอบคำถามได้นำนมารวมเป็นคะแนนกลุ่ม เมื่อจบการแข่งขันในแต่ละครั้ง ผู้สอนจะประกาศคะแนนผู้ที่ได้คะแนนสูงสุด และกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด

แบบที่ 2 การเรียนแบบร่วมมือกันแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student teams-achievement division หรือ STAD) เป็นการเรียนที่จัดสมาชิกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แบบทดสอบความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพศ โดยผู้สอนจะทำการเสนอบทเรียนให้นักเรียนทั้งชั้นก่อน แล้วให้แต่ละกลุ่มทำงานตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน เมื่อสมาชิกในกลุ่มทำแบบฝึกหัดและทบทวนบทเรียนจบแล้วผู้สอนจะให้นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบประมาณ 15-20 นาที คะแนนที่ได้จากการทดสอบจะถูกแปลงเป็นคะแนนของกลุ่ม

แบบที่ 3 การเรียนแบบร่วมมือกันเพื่อบูรณาการ ด้านการอ่านและการเขียน (Cooperative-integrated reading and composition หรือ CIRC) เป็นรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือกันเพื่อพัฒนาการอ่านและการเขียน จะแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-5 คน แบบทดสอบความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สมาชิกภายในกลุ่มจะจับคู่กันทำกิจกรรมการเรียนตามลำดับ คือ การอ่านกับเพื่อน การเขียนโครงร่างเนื้อเรื่อง การอ่านออกเสียง การให้ความหมายของคำ การเล่าเรื่องใหม่ และการสะกดคำ นักเรียนแต่ละคู่จะผลัดกันเป็นผู้ตรวจสอบการทำกิจกรรมและช่วยสมาชิกในกลุ่มของตนทำกิจกรรมให้สำเร็จ หลังจากทำกิจกรรมแล้ว นักเรียนจะต้องทดสอบ

ความเข้าใจในเรื่องที่อ่าน คะแนนของนักเรียนแต่ละคนจะรวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม ผู้สอนจะประกาศคะแนนกลุ่มที่ทำคะแนนได้สูงสุด

แบบที่ 4 การเรียนแบบร่วมกันแบบจิ๊กซอ (Jigsaw) เป็นการเรียนรู้ที่จัดสมาชิกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แบบทดสอบความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพศ นักเรียนทุกคนจะได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมเดียวกัน ผู้สอนจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นข้อย่อย ๆ เท่ากับจำนวนสมาชิกของแต่ละกลุ่ม และแบ่งเนื้อหาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มไปศึกษาค้นคว้า สมาชิกแต่ละกลุ่มที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษาค้นคว้าในหัวข้อเดียวกันจะมารวมกันและศึกษาหัวข้อร่วมกัน จากนั้นก็จะกลับเข้ากลุ่มเพื่ออธิบายหัวข้อของตนให้สมาชิกฟัง สมาชิกทุกคนจะรับรู้เนื้อหาทุกหัวข้อแล้วผู้สอนจะทำการทดสอบเพื่อวัดความเข้าใจ การเรียนวิธีนี้ต่างจากการเรียนทั้ง 3 แบบที่กล่าวมาคือการให้คะแนนเป็นรายบุคคล ต่อมา สลาบิน (Slavin) ได้พัฒนาการเรียนแบบร่วมมือกัน โดยการศึกษาทั้งบทเรียนเรียกว่า “Jigsaw 2” โดยให้นักเรียนค้นคว้าบทเรียนและทำความเข้าใจกับเนื้อหาต่าง ๆ ร่วมกับสมาชิกต่างกลุ่มที่ได้รับมอบหมายให้ทำความเข้าใจกับบทเรียนในหัวข้อเดียวกัน จะศึกษาหัวข้อร่วมกัน หลังจากนั้นก็กลับไปอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง เมื่อสมาชิกทุกคนเข้าใจแล้ว ให้ทำแบบทดสอบ และคะแนนที่ได้จะแปลงเป็นคะแนนกลุ่ม

แบบที่ 5 การเรียนแบบร่วมมือกันแบบกลุ่มช่วยสอนเป็นรายบุคคล (Team assisted individualization หรือ TAI) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการแบ่งกลุ่มการเรียนรู้ โดยจัดสมาชิกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แบบทดสอบความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพศ เป็นการออกแบบเพื่อใช้สอนในวิชาคณิตศาสตร์ จะมีการทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนแต่ละคนจะเริ่มบทเรียนไม่เหมือนกันแต่ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม นักเรียนทุกคนจะได้รับการสอนเป็นรายบุคคลในกลุ่มที่มีความสามารถเท่ากัน เมื่อจบบทเรียนแล้วนักเรียนทุกคนจะกลับมานั่งรวมกลุ่มกัน นักเรียนที่เรียนได้เร็วจะช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อนกว่าและช่วยตรวจแบบฝึกหัดเมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยย่อยแล้วผู้สอนจะทำการทดสอบนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบที่แตกต่างกัน และแต่ละสัปดาห์ผู้สอนจะนับจำนวนบทเรียนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำได้สำเร็จ ถ้ากลุ่มใดทำได้มากกว่าเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดให้กลุ่มนั้นจะได้รับรางวัล

สุดัดดา ลอยฟ้า (2536, หน้า 35-37) ได้แบ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือออกเป็น 3 แนวคิด ดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Robert Slavin และคณะจาก John Hopkins University ได้พัฒนาเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ 3 ประการด้วยกัน คือ รางวัลและเป้าหมายของกลุ่ม ความหมายความสำเร็จหรือความหมายของแต่ละบุคคล และโอกาสในการช่วยให้อีกกลุ่มประสบความสำเร็จเท่าเทียมกัน

1.1 STAD (Student team-achievement division) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถดัดแปลงใช้ได้เกือบทุกวิชาและทุกระดับชั้น เพื่อเป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนและทักษะทางสังคมเป็นสำคัญ

1.2 TGT (Team-games-tournament) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่คล้ายกับ STAD แต่เป็นการจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น โดยการใช้การแข่งขันเกมแทนการทดสอบย่อย

1.3 TAI (Team assisted integrated reading and composition) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสานแนวความคิด ระหว่างการร่วมมือกับการเรียนรู้รายบุคคล (Individualized instruction) จะเป็นการประยุกต์ใช้กับการสอนคณิตศาสตร์

1.4 CIRC (Cooperative integrated reading and composition) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้แบบผสมผสาน ที่มุ่งพัฒนาขึ้นเพื่อสอนการอ่านและการเขียน สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายโดยเฉพาะ

1.5 Jigsaw ผู้ที่คิดค้นการจัดการเรียนรู้แบบ Jigsaw เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวิชาที่เกี่ยวข้องกับการบรรยาย เช่น สังคมศึกษา วรรณคดี บางส่วนของวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งวิชาอื่น ๆ ที่เน้นพัฒนาความรู้ความเข้าใจมากกว่าพัฒนาทักษะ

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ David Johnson และคณะ Johnson and Johnson ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน โดยยึดหลักเบื้องต้น 5 ประการด้วยกัน

2.1 การพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (Positive in interdependence)

2.2 การปฏิสัมพันธ์แบบตัวต่อตัว (Face of face promotive interaction)

2.3 ความหมายและความสามารถของแต่ละบุคคลในกลุ่ม

2.4 ทักษะทางสังคม (Social skills)

2.5 กระบวนการกลุ่ม (Group processing)

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันในงานเฉพาะอย่าง เช่น Group investigation ของ Sholomo และ Yael Sharan, Co-op Co-op

กระทรวงศึกษาธิการ (2542, หน้า 40-42) ได้รวบรวมรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนเลือกนำไปใช้ในการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามความเหมาะสม ดังนี้

1. การเล่าเรื่องรอบวง (Round robin) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มเล่าประสบการณ์ความรู้ สิ่งที่น่าสนใจศึกษาและสิ่งที่ตนประทับใจให้เพื่อนในกลุ่มฟังทีละคน เพื่อพัฒนาการสื่อความหมายของนักเรียน

2. มุมสนทนา (Corners) เป็นการจัดนักเรียนกลุ่มย่อยเข้าไปนั่งตามมุม หรือจุดต่าง ๆ ของห้องเรียนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบ สำหรับโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ที่ผู้สอนหยิบยกมาแล้วให้สมาชิกในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งมาอธิบายเรื่องราวที่ตนได้ศึกษาให้เพื่อนอีกกลุ่มหนึ่งฟัง

3. คู่ตรวจสอบ (Pairs check) เป็นการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-6 คน ให้สมาชิกในกลุ่มจับคู่กันทำงานเมื่อได้รับโจทย์ปัญหาหรือแบบฝึกหัดจากผู้สอน นักเรียนคนหนึ่งจะเป็นคนแก้โจทย์หรือตอบปัญหา อีกคนหนึ่งทำหน้าที่เสนอแนะวิธีการแก้ปัญหา หลังจากที่ทำตามข้อแรกเสร็จแล้ว นักเรียนคู่นั้นจะสลับหน้าที่ เมื่อทำครบทุกข้อแล้ว แต่ละคู่จะนำข้อสอบมาแลกเปลี่ยนกันตรวจสอบกับคำตอบของผู้อื่นในกลุ่ม

4. เพื่อนคู่คิด (Think-pairs share) ผู้สอนจะเป็นผู้ตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ แต่ก่อนตอบนักเรียนต้อง มั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องและดีที่สุด จึงนำคำตอบเหล่านั้นมาเล่าให้เพื่อนในห้องฟัง

5. เพื่อนเรียน (Partners) นักเรียนจับคู่ช่วยเหลือกันเรียนและทำความเข้าใจเนื้อหาที่เป็นความคิดรวบยอดที่สำคัญในบางครั้งคู่หนึ่ง อาจจะไปขอคำแนะนำหรืออธิบายจากคู่อื่น ๆ ที่คาดว่า จะมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวดี เมื่อมีความเข้าใจที่แจ่มชัดแล้วให้นำความรู้ไปถ่ายทอดให้นักเรียนคู่อื่น ๆ

6. จิกซอ (Jigsaw) ผู้สอนมอบหมายให้สมาชิกแต่ละกลุ่มให้ศึกษาเนื้อหาในบทเรียน หรือเอกสารที่กำหนดให้ โดยทุกกลุ่มศึกษาเหมือนกัน สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะถูกกำหนดให้ศึกษาเนื้อหาคนละตอนที่แตกต่างกัน นักเรียนที่ศึกษาหัวข้อเดียวกันจากทุกกลุ่ม จะรวมกันเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ หลังจากทีทุกคนศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้วจะร่วมกันคิดหาวิธีอธิบายให้เพื่อนนักเรียนในกลุ่มประจำของตนฟัง และจะกลับมาที่กลุ่มประจำของตน สมาชิกที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษาเรื่องต้น ๆ หรือโจทย์ข้อแรก ๆ จะเล่าให้สมาชิกในกลุ่มของตนฟังก่อน ทำเช่นนี้จนครบข้อสุดท้าย สมาชิกในกลุ่มคนใดคนหนึ่งจะสรุปเนื้อหาของสมาชิกทุกคนในกลุ่มเข้าด้วยกันและผู้สอนควรทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนในช่วงสุดท้ายของการเรียนและให้รางวัล

7. กลุ่มร่วมมือ (Co-op) เป็นการแบ่งนักเรียนในห้องเป็นกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มย่อยร่วมกันศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยสมาชิกแต่ละคนจะแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ หลังจากทีสมาชิกแต่ละคนทำงานที่ตนได้รับมอบหมายเสร็จ ก็จะนำผลงานมารวมกันเป็นงานกลุ่ม แล้วจึงนำงานนั้นนำเสนอต่อชั้นเรียน ซึ่งความสำเร็จของกลุ่มคือ ความสำเร็จของสมาชิกทุกคน

8. กลุ่มการแข่งขัน (Teams-games-tournament) เป็นการแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีอายุ เพศ ความสามารถต่างกัน กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 จะเป็นกลุ่มแข่งขัน มีจำนวนสมาชิกกลุ่มละเท่ากัน กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มเชี่ยวชาญ เมื่อเริ่มเรียนทุกกลุ่มจะศึกษาเนื้อหาที่

ได้รับมอบหมายจนแตกฉาน หลังจากนั้นสมาชิกทุกคนในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ช่วยกันตั้งคำถาม โดยไม่ต้องเขียนคำตอบ แล้วนำไปมอบให้ผู้ประสานงานกลุ่มที่ 3 ในขณะที่เดียวกันสมาชิกกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ก็จะช่วยกันศึกษาข้อคำถามในกลุ่มของตน เมื่อครบกำหนดเวลา ผู้ประสานงานกลุ่มที่ 3 จะเรียกผู้แทนจากกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 สลับกันออกมาจับฉลากคำถาม แล้วตอบคำถาม โดยกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มเฉลย ถ้าตอบถูกจะได้ข้อละ 1 คะแนน กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดจะได้รับคำชมเชย กลุ่มที่ได้รับคะแนนต่ำจะได้รับกาให้กำลังใจ ผู้สอนสรุปผลการทำกิจกรรม สิ่งที่ได้เรียนรู้ ข้อเสนอแนะ และคำอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนไม่เข้าใจ

9. ร่วมกันคิด (Numbered heads together) เริ่มจากผู้สอนถามคำถามแล้วนักเรียนในกลุ่มย่อยช่วยกันคิดหาคำตอบ หลังจากนั้นผู้สอนเรียกให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งจากกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งตอบคำถาม

จากการศึกษารูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือพบว่า มีรูปแบบของการจัดการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนานักเรียนและแตกต่างกันไปตามลักษณะของการจัดกลุ่ม ทั้งนี้ผู้วิจัยสนใจการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ซึ่งมีการจัดกลุ่มร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 4-5 คน แบบละความสามารถ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางสังคม เป็นการจูงใจทางการเรียนเพิ่มขึ้นด้วยการใช้เกมการแข่งขัน ที่สอดคล้องกับบริบทของโรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” ที่จัดห้องเรียนที่มีนักเรียนแบบละความสามารถ และนักเรียนขาดแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์

### ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ดังนี้

Johnson, Johnson and Holubec (1994 อ้างถึงในทิสนา เขมมณี, 2550, หน้า 99-102) กล่าวว่า ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือซึ่งได้จากการรวบรวมผลการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบร่วมมือทั้งในงานวิจัยเชิงทดลองและงานวิจัยเชิงหาความสัมพันธ์ ไว้ดังนี้

1. มีความพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายมากขึ้น (Greater efforts to achieve) การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้นักเรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีผลงานมากขึ้น การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น (Long-term retention) มีแรงจูงใจภายในและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีการใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เหตุผลดีขึ้น และคิดอย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น

2. มีความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนดีขึ้น (More positive relationships among students) การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้นักเรียนมีน้ำใจนักกีฬามากขึ้น ใส่ใจในผู้อื่นมากขึ้น เห็นคุณค่าของความแตกต่าง ความหลากหลาย การประสานสัมพันธ์และการรวมกลุ่ม

3. มีสุขภาพจิตดีขึ้น (Greater psychological health) การเรียนรู้แบบร่วมมือ ช่วยให้นักเรียนมีสุขภาพจิตดีขึ้น มีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเองและมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคมและความสามารถในการเผชิญกับความเครียดและความผันแปรต่าง ๆ

วันเพ็ญ จันเจริญ (2542, หน้า 119) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ มีดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก เพราะทุก ๆ คนร่วมมือในการทำงานกลุ่มทุก ๆ คนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน
2. สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิดพูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน
3. ส่งเสริมให้มีความช่วยเหลือกัน เช่น เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภาคภูมิใจ รู้จักใช้เวลา ส่วนเด็กที่ไม่เก่งเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน
4. ร่วมกันคิดทุกคน ทำให้เกิดการระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาร่วมกัน เพื่อประเมินคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันคิดหาข้อมูลให้มากและวิเคราะห์ตัดสินใจเลือก
5. ส่งเสริมทักษะทางสังคม เช่น การอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เข้าใจกันและกัน อีกทั้งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2544, หน้า 40) ระบุว่า ความสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ ยุทธศาสตร์การสอนหรือวิธีการสอนเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุจุดหมายที่กำหนด การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการสอนที่จะพัฒนานักเรียนในด้านวิชาการและทักษะทางสังคม นอกจากนี้ยังเป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมทักษะทางสังคม โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันจนประสบความสำเร็จตามจุดหมายของการเรียนร่วมกันทุกคน ในปัจจุบันผู้สอนเป็นจำนวนมากเน้นพัฒนานักเรียนในด้านวิชาการ โดยไม่เน้นการพัฒนาทักษะทางสังคมและมักจะส่งเสริมให้นักเรียนเรียนด้วยการแข่งขัน หรือเรียนตามลำพัง ซึ่งการสอนทั้ง 2 อย่าง ไม่ได้คำนึงถึงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนคนอื่น ๆ ในชั้น สภาพการเรียนการสอนดังกล่าวก่อให้เกิดผลเสียหลายประการแก่นักเรียน กล่าวคือ การสอนแบบแข่งขันทำให้เกิดผู้ชนะและผู้แพ้ โดยผู้ชนะจะดีใจ สำหรับผู้แพ้จะเสียใจ ซึ่งสัดส่วนของผู้ชนะจะมีน้อยกว่าผู้แพ้มาก มีผลทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความเครียดและไม่มีความสุขในการเรียน ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือยังเป็นการเตรียมนักเรียนให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมประชาธิปไตยได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข



การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีข้อดีหลายประการ ซึ่งมีงานวิจัยหลายเรื่องที่ยังบอกถึงคุณลักษณะและประสิทธิภาพของการเรียนรู้ดังกล่าวไว้ คือ

1. ช่วยพัฒนาความเชื่อมั่นของนักเรียน
2. ช่วยพัฒนาความคิดของนักเรียน
3. ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ช่วยส่งเสริมบรรยากาศในชั้นเรียน
5. ส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน
6. ทำให้นักเรียนมีวิสัยทัศน์หรือมุมมองกว้างขึ้น
7. ช่วยการปรับตัวในสังคมได้ดีขึ้น

เพราะฉะนั้น การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้สอนต้องคำนึงถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง นักเรียนเกิดความเชื่อมั่น มีการพัฒนาความคิด สามารถเรียนรู้ร่วมกัน และทำงานร่วมกันอย่างมีความสุขในวิถีประชาธิปไตย

จากความคิดเห็นของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์หรือบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ และยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยเน้นทักษะทางสังคมให้นักเรียนแก้ปัญหาาร่วมกัน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน จึงทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนดีขึ้น อีกทั้งยังสร้างบรรยากาศที่ดีในชั้นเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น และยังช่วยให้นักเรียนได้แก้ปัญหาาร่วมกัน เนื่องจากบริบทของโรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” ที่ผู้วิจัยปฏิบัติงานอยู่นั้น จัดนักเรียนแบบละความสามารถ นักเรียนมีความสามารถที่แตกต่างกัน และยังมีได้คำนึงถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนมากนัก

### การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (Team-games-tournament) หรือทีมแข่งขัน (TGT) เป็นวิธีการสอนรูปแบบหนึ่งที่ Slavin (1987, pp. 23-26) เริ่มพัฒนาที่มหาวิทยาลัยจอห์นฮอปกิน แห่งสหรัฐอเมริกา (Johns Hopkin University) ซึ่งเงื่อนไขของการเรียนรู้แบบร่วมมือกันนั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รวมกลุ่มกันทำงานและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยสมาชิกแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ ความสามารถสูง ปานกลางและต่ำ ในสัดส่วน 1: 2: 1 ทุกกลุ่มจะมีเป้าหมายอยู่ที่เกมการแข่งขันเชิงวิชาการ ความสำเร็จของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคลเป็นสำคัญ และจะต้อง

ใช้การเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมมือกันทำงาน และทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จมากที่สุด

### ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ไว้ดังนี้

Slavin (1980, pp. 315-342) กล่าวว่า TGT (Team games tournament) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) แบบแรกที่สลาบิน โดยจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รวมกลุ่ม เพื่อทำงานร่วมกันและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สมาชิกในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย สมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ ความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มารวมกลุ่มกันในอัตราส่วน 1: 2: 1 ซึ่งสมาชิกของกลุ่มจะแข่งขันกันในเกมเชิงวิชาการ ความสำเร็จของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคล เป็นสำคัญ ซึ่งเทคนิคนี้จะมีการใช้เทคนิคการเสริมแรงในลักษณะต่าง ๆ ร่วมด้วย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมมือกันทำงาน และเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

สมพงษ์ สิงหะพล (2542, หน้า 23-28) กล่าวว่า TGT (Team games tournaments) แปลเป็นภาษาไทยว่า แบบกลุ่มแข่งขัน เป็นวิธีการเรียนรู้แบบกลุ่ม มีการแบ่งกลุ่มศึกษาการทำงาน ทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบต่าง ๆ ตามบทเรียน จากนั้นจึงให้ทุกคนในทีมแยกเข้ากลุ่มแข่งขันตอบปัญหา ซึ่งแต่ละกลุ่ม (โต๊ะแข่งขัน) จะแยกระดับความยากง่ายต่างกัน มีการเลื่อนระดับตามผลการทดสอบของตน แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นคะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม

พิมพันธ์ เดชะอุปต์ (2544, หน้า 144-145) ได้กล่าวว่า วิธีการเรียนแบบร่วมมือประเภทการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม (Teams-games-tournament หรือ TGT) คือ เทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือวิธีหนึ่งจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยมีการจัดให้นักเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มมีสมาชิก 4 คน ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน สมาชิกภายในกลุ่มจะศึกษาค้นคว้าและทำงานร่วมกัน นักเรียนจะบรรลุเป้าหมายก็ต่อเมื่อเพื่อนร่วมกลุ่มบรรลุถึงเป้าหมายนั้นร่วมกัน นักเรียนจึงมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เพื่อช่วยเหลือ สนับสนุน กระตุ้นและส่งเสริมการทำงานของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มให้ประสบผลสำเร็จ นักเรียนได้อภิปราย ซักถามซึ่งกันและกัน เพื่อให้เข้าใจบทเรียนหรืองานที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดีทุกคน ต่อจากนั้นจะมีกิจกรรมการแข่งขันตอบปัญหาเพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละคนจะเป็นผู้แทนของกลุ่มที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน จัดเป็นกลุ่มแข่งขันขึ้นใหม่ ซึ่งมีการแข่งขันอยู่ภายในกลุ่ม เมื่อเสร็จสิ้นการแข่งขันตอบปัญหาแต่ละครั้ง นักเรียนจะกลับมาสู่กลุ่มเดิมที่มี

ความสามารถแตกต่างกันแล้วนำคะแนนที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนที่สะสมได้จากการตอบปัญหามารวมกันเป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม กลุ่มใดทำคะแนนได้สูงถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะได้รับรางวัล

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 163) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคแบบกลุ่มแข่งขันเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมืออีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งคล้ายกับเทคนิคแบบทีมสัมฤทธิ์ โดยแบ่งนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกัน กลุ่มละประมาณ 4-5 คน โดยกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มได้แข่งขันกันในเกมการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้แล้วทำการทดสอบความรู้ โดยการใช้เกมการแข่งขัน คะแนนที่ได้จากการแข่งขันของสมาชิกแต่ละคนในลักษณะการแข่งขันตัวต่อตัวกับกลุ่มอื่น นำคะแนนมาบวกกันเป็นคะแนนรวมของกลุ่ม ผู้สอนจะต้องใช้เทคนิคการเสริมแรง เช่น ให้รางวัล คำชมเชย เป็นต้น ดังนั้นสมาชิกกลุ่มจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายร่วมกันช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

จากความคิดเห็นของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) หมายถึง เป็นการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขัน ที่มีการจัดนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยมีสมาชิก 4 คน ที่ความสามารถแตกต่างกัน คือ ความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มารวมกลุ่มในอัตราส่วน 1: 2: 1 ตามลำดับ ซึ่งสมาชิกของแต่ละกลุ่มจะศึกษาร่วมกัน ช่วยเหลือ สนับสนุน กระตุ้นและส่งเสริมการทำงานของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มให้ประสบผลสำเร็จ ต่อจากนั้นสมาชิกในแต่ละกลุ่มเข้ารวมการแข่งขันตอบปัญหาหรือเกมการแข่งขัน เพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม คะแนนที่ได้จากการแข่งขันของสมาชิกแต่ละคนในลักษณะแข่งขันกันตัวต่อตัวกับกลุ่มอื่น แล้วจะนำเอาคะแนนมารวมเป็นคะแนนของกลุ่ม มีขั้นตอนดังนี้

#### องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ไว้ดังนี้

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2545, หน้า 30) ได้เสนอองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) มี 6 ประการ ดังนี้

1. การเสนอบทเรียน (Class presentation) ผู้สอนเป็นผู้นำเสนอบทเรียน โดยการอภิปรายหรือเสนอบทเรียนด้วยการใช้เสียงและภาพ
2. สมาชิกกลุ่ม (Teams) สมาชิกกลุ่มมี 4 คน เพื่อสะดวกในการจับคู่ทำงานและง่ายต่อการดูแลของผู้สอน ประกอบด้วยนักเรียนมีความแตกต่างกัน เช่น ระดับความสามารถ เพศ เชื้อชาติ สมาชิกในกลุ่มมีหน้าที่หมุนเวียนกันรับผิดชอบในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ผู้ชี้แนะ ผู้บันทึก

ผู้ควบคุมจัดอุปกรณ์ และผู้กระตุ้น และหน้าที่สำคัญของสมาชิกทุกคน คือ ช่วยเหลือให้สมาชิกคนอื่น ๆ โดยการตั้งคำถาม-คำตอบเกี่ยวกับเนื้อเรื่องที่เรียนมาภายในกลุ่มของตนเอง เพราะคะแนนที่สมาชิกแต่ละคนได้มาถือว่าเป็นคะแนนกลุ่ม เพราะฉะนั้นสมาชิกจะต้องช่วยเหลือกันเพื่อผลงานของกลุ่ม

3. เกม (Games) เป็นการถาม-ตอบปัญหา เพื่อทดสอบความรู้ที่นักเรียนได้รับการเรียนการสอน และการซักซ้อมของทีม เกมทั้งหมด คือ คำถามในแผ่นกระดาษที่มีหมายเลขกำกับ นักเรียนเลือกหมายเลขเหล่านี้และพยายามตอบคำถามไปตามหมายเลข

4. การแข่งขัน (Tournaments) เป็นการแข่งขันเล่นเกมในข้อ (3) โดยหลังจากนักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะต้องแยกย้ายไปแข่งขันเล่นเกมตอบปัญหากับสมาชิกในกลุ่มอื่น ซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้จัดการแข่งขันให้กับนักเรียนใหม่

5. คะแนน (Score) หลังจากการแข่งขันเสร็จแล้วผู้เข้าแข่งขันที่นั่งประจำกลุ่มเดิมของตน (กลุ่ม 4 คน) และนำคะแนนที่ตนไปแข่งขันมารวมกันและเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม

6. การยอมรับความสามารถของกลุ่ม (Team recognition) เป็นการเน้นให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มรับรู้ว่า ตนเองในกลุ่มมีความสามารถเท่าเทียมกัน โดยคะแนนที่แต่ละคนทำได้ส่งผลต่อความสำเร็จของกลุ่ม

สวิตซ์ มูลคำ และอรัญ มูลคำ (2547, หน้า 164) ได้เสนอองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยกลุ่มแข่งขัน (TGT) ดังนี้

1. การนำเสนอเนื้อหา เป็นการนำเสนอเนื้อหาหรือบทเรียนใหม่ รูปแบบการนำเสนออาจจะเป็นการบรรยาย อภิปราย กรณีศึกษา หรือมาจากสื่อการเรียนอื่น ๆ ประกอบด้วยเทคนิคทีมแข่งขัน จะแตกต่างจากเทคนิคอื่น ๆ ตรงที่ผู้สอนต้องเน้นให้นักเรียนทราบว่านักเรียนต้องให้ความสนใจในเนื้อหาสาระอย่างมาก เพราะจะช่วยให้ทีมประสบความสำเร็จในการแข่งขัน

2. การจัดทีม (Team) เป็นการจัดทีมนักเรียน โดยให้แต่ละกันทั้งเพศและความสามารถ โดยแบ่งสมาชิกออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยสมาชิกในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย นักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน ในอัตราส่วน 1: 2: 1 อย่งไรก็ดี แต่ละกลุ่มต้องประมาณว่ามีความสามารถทางการเรียนพอ ๆ กัน ตลอดช่วงการใช้กิจกรรมแบบทีมแข่งขัน แต่ละกลุ่มจะได้รับการฝึกฝนที่เหมือนกัน สมาชิกในกลุ่มจะช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทบทวนสิ่งที่ผู้สอนสอน เพื่อใช้ในการชิงชัยทางวิชาการ

3. เกม (Games) เป็นเกมตอบคำถามง่าย ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้ในการเล่น เกม นักเรียนที่เป็นตัวแทนจากกลุ่มแต่ละกลุ่มจะมาเป็นผู้แข่งขัน เกมที่ใช้เป็นเกมเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจโดยใช้การแข่งขันทางการต่อสู้เชิงวิชาการ โดยมีการจัดโต๊ะสำหรับแข่งขัน ซึ่งจัดไว้สำหรับผู้แข่งขันจากกลุ่มต่าง ๆ ใช้คำถามในบัตร (Card) หรือเอกสาร (Sheet)

ชนิดเดียวกัน นักเรียนจะสลับกันหยิบบัตรซึ่งในบัตรจะมีคำถามอยู่ ผู้แข่งขันจะต้องตอบคำถามในบัตรของตนให้ได้ก่อนคนอื่น ๆ ถ้าตอบคำถามไม่ได้ ผู้อื่นมีโอกาสตอบได้เช่นกัน เพราะกติกา กำหนดให้ผู้เล่นเปิดโอกาสให้ผู้แข่งขันคนอื่น ๆ ตอบคำถามของตนได้

4. การแข่งขัน (Tournaments) การจัดการแข่งขันจะจัดขึ้นปลายสัปดาห์หรือท้ายบทเรียนก็ได้ ซึ่งจะเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาและผ่านการเตรียมความพร้อมจากกลุ่มมาแล้ว การจัดโต๊ะแข่งขันจะมีหลายโต๊ะ แต่ละโต๊ะจะมีตัวแทนของกลุ่มแต่ละกลุ่มมาร่วมแข่งขัน ทุกโต๊ะการแข่งขันควรเริ่มดำเนินการพร้อมกัน เมื่อแข่งขันเสร็จแล้วจัดลำดับผลการแข่งขันแต่ละโต๊ะนำไปเทียบหาค่าของคะแนนโบนัส ดังตัวอย่างให้ค่าคะแนนโบนัส ตามตารางต่อไปนี้ถ้าผู้ร่วมแข่งขัน มีโต๊ะละ 5 คน อาจจะให้คะแนนโบนัส ได้ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 คะแนนโบนัสของการแข่งขัน

ลำดับที่การแข่งขัน	คะแนนโบนัส
1	10
2	8
3	6
4	4
5	2

5. การยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม มีการนำคะแนนโบนัสของสมาชิกแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม และหาค่าเฉลี่ยกลุ่มที่มีคะแนนสูงสุดจะได้รับการยอมรับ และได้รับรางวัล ซึ่งจะกำหนดรางวัลให้กับกลุ่มได้ 3 รางวัล ได้แก่ Good team, Great team และ Super team จากการศึกษาองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) พบว่าประกอบด้วย 5 องค์ประกอบดังนี้

1. การเสนอบทเรียน (Class presentation) ผู้สอนเป็นผู้นำเสนอบทเรียน โดยการอภิปรายหรือเสนอบทเรียนด้วยการใช้เสียงและภาพ

2. การจัดกลุ่มหรือทีม (Teams) จะมีสมาชิก 4-5 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ในอัตราส่วน 1: 2: 1 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องมีความสามารถทางการเรียนพอ ๆ กัน สมาชิกแต่ละกลุ่มจะช่วยเหลือกันและกัน

3. เกม (Games) เป็นเกมตอบคำถามที่นักเรียนได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว เกมที่ใช้เป็นเกมเพื่อทดสอบความเข้าใจ เกมจะประกอบไปด้วยบัตรคำหรือบัตรกิจกรรมและบัตรเฉลย

4. การแข่งขัน (Tournament) จะจัดขึ้นปลายสัปดาห์หรือท้ายบทเรียนก็ได้ ซึ่งเนื้อหาที่ใช้ในการแข่งขันจะเป็นเนื้อหาที่ได้เรียนไปแล้ว โดยมีการจัดโต๊ะสำหรับแข่งขันในระดับต่าง ๆ แต่ละโต๊ะจะมีตัวแทนของกลุ่มมาร่วมแข่งขัน เมื่อแข่งขันเสร็จแล้วจัดลำดับผลการแข่งขันหาค่าของคะแนนโบนัส

5. การยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม มีการนำคะแนน โบนัสสามารถกันแล้วเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่มีคะแนนสูงสุดจะได้รับการยอมรับและได้รับรางวัล

#### ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ไว้ดังนี้

Slavin (1986) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

##### 1. การกำหนดนักเรียนเข้าเป็นกลุ่ม

การจัดนักเรียนเข้าเป็นกลุ่มนั้น ในแต่ละกลุ่มจะมีสมาชิกประมาณ 4 คน โดยที่สมาชิกจะประกอบด้วยคนเก่งที่สุด 1 คน คนอ่อนที่สุด 1 คน และปานกลาง 2 คน ถ้าเป็นไปได้ ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างเพศด้วย ชาย 2 คน และหญิง 2 คน วิธีการจัดการเรียนรู้เข้ากลุ่มทำได้โดยจัดลำดับนักเรียนจากเก่งที่สุดไปหาอ่อนที่สุด โดยยึดตามคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหาจำนวนกลุ่มทั้งหมดว่ามีกี่กลุ่ม แต่ละกลุ่มควรประกอบด้วยสมาชิก 4 คน ดังนั้น จำนวนกลุ่มทั้งหมดหาได้จากการนำจำนวนนักเรียนทั้งหมดมาหารด้วย 4 ถ้าหารไม่ลงตัวอนุโลมให้บางกลุ่มมีสมาชิก 5 คน สามารถแสดงการกำหนดนักเรียนเข้าเป็นกลุ่ม ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 การกำหนดนักเรียนเข้าเป็นกลุ่ม

ระดับนักเรียน	ลำดับนักเรียน	ทีมสังกัด
นักเรียนที่เรียนเก่ง	1	A
	2	B
	3	C
	4	D
	5	E

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ระดับนักเรียน	ลำดับนักเรียน	ทีมสังกัด
นักเรียนที่เรียนได้ปานกลาง	6	E
	7	D
	8	C
	9	B
	10	A
	11	*
	12	*
	13	A
	14	B
	15	C
	16	D
นักเรียนที่เรียนได้ค่อนข้างต่ำ	17	E
	18	E
	19	D
	20	C
	21	B
	22	A
นักเรียนทั้งหมดในชั้นเรียน 22 คน		

เนื่องจากนักเรียนทั้งหมดมี 22 คน ถ้าแบ่งกลุ่มละ 4 คน จะได้ 5 กลุ่ม และจะมี 2 กลุ่มที่มี 5 คนนักเรียนคนที่ 11, 12 (สัญลักษณ์ \*) จะจัดเข้ากลุ่มใดก็ได้ โดยยึดหลักความแตกต่างของเพศ

## 2. ผู้สอนเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น

ในขั้นแรกจะเป็นการสอนเนื้อหาสาระ โดยใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบการสอนที่กระทำโดยผู้สอน จากนั้นนักเรียนจะได้ปรึกษาหารือและอธิบายความรู้ให้แก่กัน หากมีสมาชิกคนใดในกลุ่มยังไม่เข้าใจในเนื้อหาที่ผู้สอนได้สอนไปแล้วนั้น เพื่อนในกลุ่มเดียวกันต้องรับผิดชอบสอนเพื่อนคนนั้นให้เข้าใจ ทั้งนี้เพราะหลังจากได้เรียนจบเนื้อหาแล้ว ผู้สอนจะทำการทดสอบวัด

ความก้าวหน้าของกลุ่มจากความสามารถของสมาชิกแต่ละคน ดังนั้นจึงไม่ควรมีสมาชิกคนใดที่ไม่เข้าใจ

### 3. การศึกษากลุ่มย่อย

นักเรียนในแต่ละกลุ่มต้องพยายามศึกษาเนื้อหาในชองกิจกรรมของตนให้เข้าใจ และต้องช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม ในการทำความเข้าใจเนื้อหาที่เขาศึกษาด้วยสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย บัตรงาน บัตรกิจกรรม และบัตรเฉลย พฤติกรรมหรือบทบาทของสมาชิกในกลุ่มย่อย ควรมีลักษณะดังนี้

- 3.1 นักเรียนต้องช่วยเพื่อนในกลุ่มได้เรียนรู้เนื้อหา หรือสื่ออย่างถ่องแท้
- 3.2 ทุกคนในกลุ่มต้องเข้าใจเนื้อหาไม่มีใครเรียนหรือศึกษาเนื้อหาจบเพียงคนเดียว
- 3.3 ถ้าสมาชิกคนใดในกลุ่มไม่เข้าใจต้องถาม หรือปรึกษาเพื่อนในกลุ่มก่อนที่จะ

ถามผู้สอน

- 3.4 เพื่อนในกลุ่มต้องปรึกษาหารือกันเบา ๆ ไม่ให้รบกวนผู้อื่น
- 3.5 นักเรียนสามารถเคลื่อนย้ายโต๊ะเก้าอี้ในกลุ่มหรือย้ายที่ทำงานของกลุ่มภายใน

ชั้นเรียนได้

- 3.6 ให้เวลาประมาณ 10 นาที สำหรับตั้งชื่อกลุ่ม

3.7 แนะนำให้นักเรียนร่วมมือกันทำงานเป็นคู่หรือกลุ่ม 4 คนก็ได้ โดยให้มีการตรวจสอบงานซึ่งกันและกัน เมื่อมีการผิดพลาดเพื่อนในกลุ่มต้องร่วมกันอธิบายให้เข้าใจ

3.8 ไม่ควรจบการศึกษาง่าย ๆ จนกว่าจะแน่ใจว่าเพื่อนในกลุ่มทุกคนสามารถตอบคำถามได้ 100 เปอร์เซ็นต์

- 3.9 ให้มีการอธิบายคำตอบซึ่งกันและกัน แล้วจึงนำไปตรวจกับบัตรเฉลยคำตอบ

- 3.10 เมื่อมีปัญหาให้ปรึกษาเพื่อนร่วมกลุ่มย่อยแล้วจึงปรึกษาผู้สอน

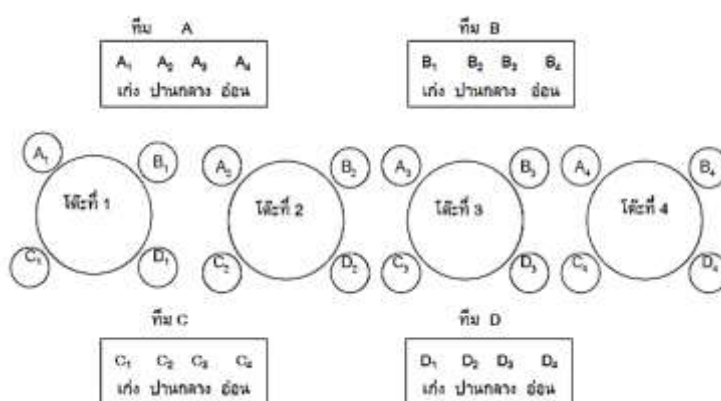
3.11 ระหว่างนักเรียนทำกิจกรรมผู้สอนควรเดินไปรอบ ๆ ห้องเพื่อให้ นักเรียนได้มีโอกาสปรึกษาหารือได้สะดวก และเป็นการส่งเสริมกำลังใจให้แก่ นักเรียนด้วย

### 4. การเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหา

เกมการแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจในบทเรียน เกมประกอบด้วยผู้เล่น 4 คน ซึ่งแต่ละคนจะเป็นตัวแทนของกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่ม การกำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อเล่นเกม จะยึดหลักนักเรียนที่มีความสามารถเท่าเทียมกันกล่าวคือ นักเรียนเก่งของแต่ละกลุ่มแข่งขันกัน นักเรียนปานกลางแต่ละกลุ่มแข่งขันกัน และนักเรียนอ่อนของแต่ละกลุ่มแข่งขันกันดังแผนภาพที่ 2-1 การที่นักเรียนที่มีความสามารถแต่ละกลุ่มมาแข่งขันกันเพื่อให้นักเรียนแข่งขันกับตนเองและนักเรียนแต่ละคน



มีโอกาสในการช่วยเหลือกลุ่ม ให้ประสบความสำเร็จเท่าเทียมกัน ถ้านักเรียนแต่ละคนเตรียมตัวให้ดีที่สุด การแข่งขันเกมจะกระทำประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง หลังจากแข่งขันเกมไปแล้วสัปดาห์ต่อไปนักเรียนอาจจะถูกเปลี่ยนไปแข่งกับโต๊ะเกมอื่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลการแข่งขันในโต๊ะที่เกมการแข่งขันยากขึ้นกว่าเดิม เช่น ย้ายจากโต๊ะเกมที่ 4 ไปโต๊ะเกมที่ 3 เป็นต้น และเช่นกันถ้าได้ตำแหน่งสุดท้ายก็อาจถูกเลื่อนไปแข่งขันในโต๊ะเกมที่ง่ายเช่นเดียวกัน เช่น ย้ายจากโต๊ะที่ 2 ไปโต๊ะที่ 1 เป็นต้น แสดงได้ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 รูปแบบการจัดตัวแทนของกลุ่มเข้าแข่งขัน (Slavin, 1986)

### 5. กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ

จุดประสงค์หลัก คือ ให้มีการปรับปรุงการเรียนเป็นรายบุคคลและปรับปรุงการเรียนของกลุ่มเพื่อจะได้บรรลุเป้าหมาย เพื่อได้รับการยกย่อง หรือยอมรับโดยมีขั้นตอน ดังนี้

5.1 คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล จะขึ้นอยู่กับการทำคะแนนให้ได้มากกว่าคะแนนพื้นฐานของตนเองมากน้อยเพียงใด ใช้เกณฑ์การคำนวณความก้าวหน้า ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 เกณฑ์การคำนวณคะแนนความก้าวหน้า

คะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อย	คะแนนความก้าวหน้า
1. ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนฐานมากกว่า 10 คะแนน	0
2. ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนฐาน 1-10 คะแนน	10
3. ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนฐาน 1-10 คะแนน	20
4. ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนฐานมากกว่า 10 คะแนน	30
5. ได้คะแนนยอดเยี่ยม	40

หมายเหตุ คะแนนที่นำมาเทียบค่าคะแนนความก้าวหน้าจะต้องมาจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน

การหาคะแนนฐานของนักเรียน

การหาคะแนนฐานของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ ผู้สอนและนักเรียนต้องทราบคะแนนฐานของนักเรียนแต่ละคน เพื่อการพัฒนาปรับปรุงการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ทราบผลการเรียนของแต่ละคนว่ามีความก้าวหน้าขึ้นหรือไม่ เพียงใด และเพื่อเป็นฐานในการคำนวณคะแนนพัฒนาและคะแนนความก้าวหน้าต่อไป คะแนนฐานของนักเรียนแต่ละคน อาจได้จากผลการเรียนในภาคเรียนที่ผ่านมาในช่วงนั้น ๆ หรือจากคะแนนในกลุ่มวิชานั้น ๆ ในปีการศึกษาที่ผ่านมา แต่ถ้าเป็นคะแนนตลอดปีการศึกษาควรเฉลี่ยคะแนนก่อน ดังตัวอย่าง

เด็กหญิงไก่อ สอบวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อปีการศึกษาที่ผ่านมา 2 ภาคเรียน ได้คะแนน

ดังนี้

คะแนนภาคเรียนที่ 1 ได้ 75 คะแนน

คะแนนภาคเรียนที่ 2 ได้ 77 คะแนน

รวม 152 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยของเด็กหญิงไก่อ คือ  $152/2$  คือ 76 คะแนน

ดังนั้น คะแนนฐานของเด็กหญิงไก่อ คือ 76 คะแนน

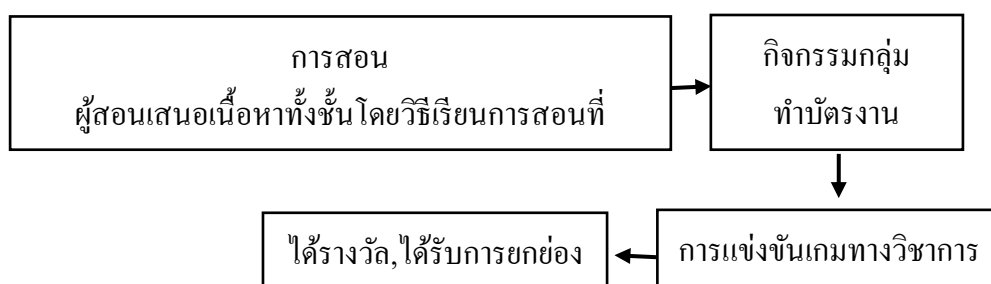
คะแนนฐานสามารถเปลี่ยนแปลงได้ทุกครั้งที่ทำกรทดสอบย่อย โดยการนำคะแนนครั้งล่าสุดเป็นคะแนนฐานในครั้งต่อไป ที่สำคัญคะแนนฐานกับคะแนนสอบควรคำนวณจากฐานเดียวกันจากคะแนนเต็ม 100

5.2 คะแนนของกลุ่ม คำนวณจากคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้าของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ซึ่งควรบันทึกไว้เป็นหลักฐาน แล้วแจ้งให้แต่ละกลุ่มทราบทุกครั้งหลังจากการทดสอบย่อย

### 5.3 เกณฑ์การตัดสินกลุ่มที่ควรได้รับการยกย่อง หรือยอมรับ กำหนดได้ดังนี้

กลุ่มระดับดี	คะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม เท่ากับ 15-19
กลุ่มระดับดีมาก	คะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม เท่ากับ 20-24
กลุ่มระดับยอดเยี่ยม	คะแนนความก้าวหน้าของกลุ่ม เท่ากับ 25-30

จะเห็นว่าในการหากกลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือได้รับรางวัลนั้นมีการสะสมคะแนนของกลุ่มอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการบันทึกคะแนนของกลุ่มอย่างเป็นระบบ จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) จากที่ได้กล่าวมาแสดงได้ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มการแข่งขัน (TGT) (Slavin, 1986)

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนารูปแบบมาจากการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเป็นกลุ่ม โดยจุดมุ่งหมายจะเหมือนกัน คือความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม

สุดัดดา ลอยฟ้า (2536, หน้า 35-37) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มการแข่งขัน (TGT) ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. การนำเสนอบทเรียน ผู้สอนสอนเนื้อหาในชั้นเรียน โดยผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมตามลักษณะเนื้อหาของบทเรียน และใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ประกอบคำอธิบายของผู้สอน เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนมากที่สุด

2. การเรียนเป็นกลุ่ม เป็นการทำงานกลุ่มซึ่งแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยสมาชิก 4 คน กิจกรรมของกลุ่มจะอยู่ในรูปของการอภิปรายหรือการแก้ปัญหาาร่วมกัน กลุ่มจะต้องทำให้ดีที่สุดเพื่อช่วยเหลือสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มของตน ผู้สอนควรกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนทราบว่างานของกลุ่มจะประสบความสำเร็จก็ต่อเมื่อสมาชิกในกลุ่มส่งเสริมและสนับสนุนซึ่งกันและกัน

3. การแข่งขันเกมวิชาการ เป็นการแข่งขันตอบคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจในบทเรียน การแข่งขันจะประกอบไปด้วยผู้เล่นกลุ่มละ 4 คน ซึ่งแต่ละคนจะเป็นตัวแทนของกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่ม การกำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มเล่นเกม จะยึดหลักนักเรียนที่มีความสามารถทัดเทียมกันแข่งขันกัน กล่าวคือนักเรียนที่มีความสามารถสูงแต่ละกลุ่มจะแข่งขันกัน นักเรียนที่มีความสามารถ ปานกลางของแต่ละกลุ่มจะแข่งขันกัน และนักเรียนที่มีความสามารถต่ำแต่ละกลุ่มจะแข่งขันกัน การที่นักเรียนที่มีความสามารถทัดเทียมกันของแต่ละกลุ่มมาทำการแข่งขันกัน เพื่อให้ให้นักเรียนแข่งขันกับตนเอง และนักเรียนแต่ละคนมีโอกาสดูช่วยเหลือกลุ่มให้ประสบความสำเร็จเท่าเทียมกัน

4. การยอมรับกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนรวมถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะได้รางวัล โดยกำหนดรางวัลไว้ 3 รางวัล ได้แก่ กลุ่มยอดเยี่ยม กลุ่มเก่งมาก และกลุ่มเก่ง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 164) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มการแข่งขัน (TGT) ดังนี้

1. การนำเสนอเนื้อหา เป็นการนำเสนอเนื้อหาหรือบทเรียนใหม่ รูปแบบการนำเสนอ อาจจะเป็นการบรรยาย อภิปราย กรณีศึกษา หรืออาจมาสื่อการเรียนอื่น ๆ ประกอบด้วย เทคนิคทีมแข่งขัน จะแตกต่างจากเทคนิคอื่น ๆ ตรงที่ผู้สอนต้องเน้นให้นักเรียนทราบว่านักเรียนต้องให้ความสนใจในเนื้อหาสาระอย่างมาก เพราะจะช่วยทำให้ทีมประสบความสำเร็จในการแข่งขัน

2. การจัดทีม (Team) เป็นการจัดทีมนักเรียน โดยให้คละกันทั้งเพศและความสามารถ โดยแบ่งสมาชิกออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยสมาชิกในแต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในอัตราส่วน 1: 2: 1 อย่งไรก็ดี แต่ละกลุ่มต้องประมาณว่ามีความสามารถทางการเรียนพอ ๆ กัน ตลอดช่วงการใช้กิจกรรมแบบทีมแข่งขัน แต่ละกลุ่มจะได้รับการฝึกฝนที่เหมือนกัน สมาชิกในกลุ่มจะช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทบทวนสิ่งที่ผู้สอนสอน เพื่อใช้ในการชิงชัยทางวิชาการ

3. เกม (Games) เป็นเกมตอบคำถามง่าย ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่นักเรียนได้ศึกษา เรียนรู้ในการเล่น เกม นักเรียนที่เป็นตัวแทนจากกลุ่มแต่ละกลุ่มจะมาเป็นผู้แข่งขัน เกมที่ใช้เป็นเกมเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจโดยใช้การแข่งขันทางการต่อสู้เชิงวิชาการ โดยมีการจัดโต๊ะสำหรับแข่งขัน ซึ่งจัดไว้สำหรับผู้แข่งขันจากกลุ่มต่าง ๆ ใช้คำถามในบัตร (Card) หรือเอกสาร (Sheet) ชนิดเดียวกัน นักเรียนจะสลับกันหยิบบัตรซึ่งในบัตรจะมีคำถามอยู่ ผู้แข่งขันจะต้องตอบคำถามในบัตรของตนให้ได้ก่อนคนอื่น ๆ ถ้าตอบคำถามไม่ได้ ผู้อื่นมีโอกาสตอบได้เช่นกัน เพราะกติกา กำหนดให้ผู้เล่นเปิดโอกาสให้ผู้แข่งขันคนอื่น ๆ ตอบคำถามของตนได้

4. การแข่งขัน (Tournaments) การจัดการแข่งขันจะจัดขึ้นปลายสัปดาห์หรือท้ายบทเรียนก็ได้ ซึ่งจะเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาและผ่านการเตรียมความพร้อมจากกลุ่มมาแล้ว การจัดโต๊ะแข่งขันจะมีหลายโต๊ะ แต่ละโต๊ะจะมีตัวแทนของกลุ่ม แต่ละกลุ่มมาร่วมแข่งขัน ทุกโต๊ะการแข่งขันควรเริ่มดำเนินการพร้อมกัน เมื่อแข่งขันเสร็จแล้วจัดลำดับผลการแข่งขันแต่ละโต๊ะนำไปเทียบหาค่าของคะแนนโบนัส ดังตัวอย่างให้ค่าคะแนน โบนัส ตามตารางต่อไปนี้ถ้าผู้ร่วมแข่งขันมีโต๊ะละ 5 คน จะให้คะแนนโบนัส ดังตารางที่ 2-4

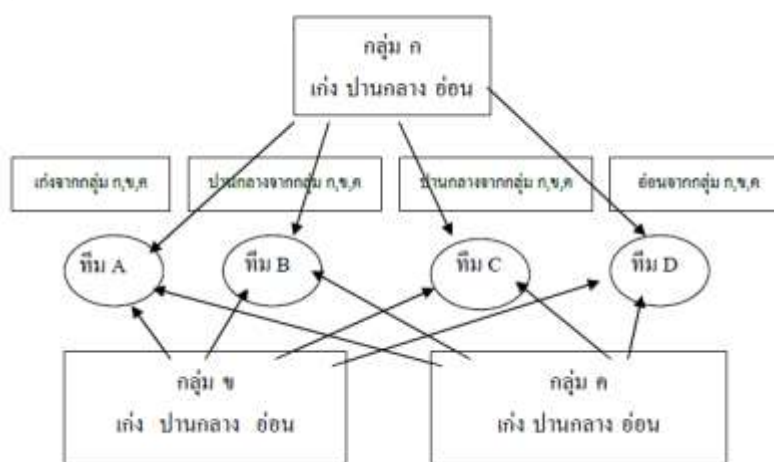
ตารางที่ 2-4 คะแนนโบนัสของการแข่งขัน

ลำดับที่การแข่งขัน	คะแนนโบนัส
1	10
2	8
3	6
4	4
5	2

5. การยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม โดยการนำคะแนนโบนัสของสมาชิกแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม และหาค่าเฉลี่ย กลุ่มที่มีคะแนนสูงสุดจะได้รับการยอมรับ และได้รับรางวัล ซึ่งจะกำหนดรางวัลให้กับกลุ่มได้ 3 รางวัล ได้แก่ Good team, Great team และ Super team

วัชรวิภา เล่าเรียนดี (2547, หน้า 15-16) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ว่ามีลำดับขั้นตอนเช่นเดียวกับเทคนิคการร่วมมือกันเรียนรู้อื่น ๆ กล่าวคือ ผู้สอนต้องดำเนินการสอนในสาระความรู้ หรือทักษะต่าง ๆ ให้นักเรียนทั้งชั้นก่อน จนแน่ใจว่านักเรียนทุกคนรู้และเข้าใจในสาระความรู้ นั้น หรือรู้และเข้าใจแนวทางการปฏิบัติพอสมควรแล้วจึงจัดกลุ่มให้นักเรียน เรียนรู้ตามใบงาน หรือใบกิจกรรมที่เตรียมไว้ล่วงหน้าในแต่ละหน่วยการเรียนรู้หรือแต่ละชั่วโมงสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนในกลุ่มได้ร่วมมือกันศึกษา และทำแบบฝึกหัด คนเก่งคอยช่วยเหลือ แนะนำอธิบาย ให้เพื่อนสมาชิกที่เรียนด้อยกว่าภายในกลุ่ม สมาชิกที่เรียนอ่อนกว่าจะต้องยอมรับ รวมทั้งพยายามถามตอบร่วมเรียนรู้และฝึกปฏิบัติจนรู้ และเข้าใจในสาระเหล่านั้นอย่างแท้จริง ที่สำคัญสมาชิกกลุ่มทุกคนต้องรู้ ยอมรับผลงาน และผลการเรียนรู้จากการทดสอบคือผลงานที่ทุกคนมีส่วนรับผิดชอบ และเป็นผลงานหรือผลการปฏิบัติของกลุ่ม สำหรับเทคนิค TGT นักเรียนจะไม่ทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล

แต่จะแข่งขันการตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนแทน โดยที่ผู้สอนจะต้องเตรียมคำถามให้นักเรียนตอบ อาจจะสร้างข้อคำถามให้มี 3 ระดับ คือ คำถามสำหรับเด็กเรียนเก่ง เด็กเรียนปานกลาง และเด็กเรียนอ่อน เป็นต้นหรืออาจจะเป็นข้อคำถามคละกันทั้งยาก-ง่าย ให้แต่ละกลุ่มตอบคำถามเหล่านั้น คำถามเหมือนกันก็ได้ โดยให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของนักเรียน พร้อมกับกำหนดเวลาในการทำแบบฝึกหัดเพื่อการแข่งขันแต่ละครั้งก็ได้ การจัดกลุ่มนักเรียนเพื่อการแข่งขัน (4 กลุ่ม จากกลุ่มเดิม 3 กลุ่ม) สามารถแสดงการจัดกลุ่มนักเรียนเพื่อการแข่งขันได้ ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 การจัดกลุ่มนักเรียนเพื่อการแข่งขัน (วัชรรา เล่าเรียนดี, 2547, หน้า 16)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)

1. ขั้นสอน ผู้สอนสอนบทเรียนใช้เวลา 1-2 ครั้ง/ ชั่วโมง
2. ขั้นกิจกรรมกลุ่ม ร่วมกันศึกษา ฝึกปฏิบัติตามใบงานใช้เวลา 1-2 ครั้ง/ ชั่วโมง
3. ขั้นการแข่งขัน ตอบปัญหาระหว่างกันตามกลุ่มใหม่ที่จัดขึ้น ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

กลุ่มละ 4-5 คน ตามจำนวนของนักเรียนในห้อง จากแผนภูมิการจัดกลุ่มการแข่งขันที่นำเสนอ

4. ขั้นให้รางวัลกลุ่ม คะแนนกลุ่ม คำนวณได้จากคะแนนพัฒนาของสมาชิกร่วมกัน

แล้วเฉลี่ย

วิธีการจัดการแข่งขันตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยกลุ่มแข่งขัน (TGT)

ตามรูปแบบที่แท้จริงอาจจะยุ่งยากซับซ้อน สำหรับผู้สอนที่ไม่คุ้นเคยกับเทคนิคนี้โดยเฉพาะ ดังนั้นควรจัดการแข่งขันกันระหว่างกลุ่มที่เหมาะสมตามความพร้อมของนักเรียนและความพร้อมของผู้สอน แต่ทั้งนี้ต้องมุ่งเน้นการร่วมมือกันเรียนรู้ของนักเรียน ความรับผิดชอบด้วยตนเองและต่อ

กลุ่ม ที่สำคัญผลงานหรือผลการเรียนรู้ทุกครั้งเป็นงานกลุ่ม ซึ่งจะเป็นผลจากการพัฒนาการเรียนรู้ของแต่ละคนเป็นหลัก

วีจรา เล่าเรียนดี (2547, หน้า 16) ได้เสนอแนะข้อแนะนำเพิ่มเติมสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ว่าถ้าจัดทีมใหม่โดยให้กลุ่มเก่ง คือ นักเรียนเก่งจากทุกกลุ่ม ทีมปานกลางคือ นักเรียนปานกลางจากทุกกลุ่ม และทีมอ่อนคือ นักเรียนอ่อนจากทุกกลุ่มการออกแบบคำถามสำหรับแต่ละทีม (ใหม่) คำถามยากง่าย ชับซ้อนตามความสามารถของนักเรียนอาจจะจัดแข่งขันในลักษณะดังกล่าว 2 ครั้ง สำหรับครั้งต่อไปให้มีการแข่งขันระหว่างกลุ่มเดิมโดยไม่จัดกลุ่มใหม่ ข้อคำถามเพื่อการแข่งขันคละกันทั้งยากและง่ายและให้ทุกคนได้ตอบคำถามเหล่านั้น คำถามอาจมีชุดเดียวหรือสองชุดสลับกันก็ได้ เนื่องจากเป็นกิจกรรมการแข่งขันเพื่อส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ การเอาไปใช้ และที่สำคัญเพื่อให้นักเรียนร่วมมือกันเรียนรู้ ช่วยเหลือ แนะนำอธิบายให้กันและกัน เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้นจากการร่วมมือกัน คิดปฏิบัติ และเพื่อลดการแข่งขันเป็นรายบุคคลมากที่สุด

พิมพันธ์ เคะชะคุปต์ (2544, หน้า 145-153) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) หรือการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยทีมแข่งขัน (TGT) มีขั้นตอนที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้หลายขั้นตอนด้วยกัน เพื่อให้แต่ละขั้นตอนเป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่องและสามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้อย่างเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ จึงสรุปเป็นขั้นตอนของวิธีการเรียนได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นักเรียนศึกษาเรื่องที่เรียนร่วมกันทุกกลุ่มหรือศึกษาบางเรื่องที่ได้รับมอบหมายร่วมกันเฉพาะภายในกลุ่มที่นักเรียนมีความสามารถแตกต่างกัน ในขั้นนี้นักเรียนจะมีการแบ่งงานกันรับผิดชอบตามบทบาทหน้าที่ นักเรียนทุกคนจะปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายให้ดีที่สุด จนกระทั่งเรื่องที่ศึกษาหรืองานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จ แล้วนำเสนอผลงานของกลุ่ม จากนั้นผู้สอนช่วยสรุปอีกครั้ง เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ถูกต้องดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นตรวจสอบและช่วยเหลือเพื่อนร่วมกลุ่มให้มีความรู้ความเข้าใจตลอดจนสามารถทำใบงานหรือแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง แล้วกลุ่มจะต้องเตรียมพร้อมเพื่อทำการเข้าแข่งขันตอบปัญหาในการสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ผู้สอนจัดนักเรียนเข้ากลุ่มแข่งขัน กลุ่มละ 4 คน ซึ่งเป็นการแข่งขันภายในกลุ่ม สมาชิกภายในกลุ่มมีความสามารถใกล้เคียงกันมาแข่งขันด้วยกัน การแข่งขันจะต้องจัด 2 ครั้งขึ้นไป

ขั้นที่ 4 การแข่งขันตอบปัญหาเพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม ในขั้นนี้มีวิธีการดังนี้

1. ผู้สอนจัดเตรียมคำถามที่ใช้ในกิจกรรมนี้
  2. ผู้สอนแจกซองคำถาม ซองเฉลยของแต่ละข้อ บัตรสะสม 1 ชุด และแบบบันทึกคะแนนในการแข่งขันของกลุ่มแข่งขันที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน 1 แผ่น ให้โต๊ะแข่งขันทุกโต๊ะ
  3. ผู้สอนให้นักเรียนในกลุ่มโต๊ะแข่งขันกำหนดหมายเลขบัตรประจำตัวของแต่ละคน ตั้งแต่หมายเลข 1-4 จากนั้นผู้สอนใช้วิธีจับสลาก หมายเลขใดที่จับสลากได้ นักเรียนหมายเลขนั้นจะเป็นผู้เลือกหยิบซองคำถามเป็นคนแรก 1 ซอง อ่านแล้ววางกลางโต๊ะ ซึ่งนักเรียนจะหมุนเวียนเปลี่ยนกันหยิบซองคำถามโดยวนหมายเลขตั้งแต่หมายเลขที่จับสลากได้ไปตามเข็มนาฬิกา คือถ้าจับสลากครั้งแรกเป็นหมายเลข 1 ในข้อถัดไปจะเป็นหมายเลข 2 เป็นผู้หยิบและอ่านคำถาม ข้อถัดไปจะเป็นหมายเลข 3 ข้อถัดไปจะเป็นหมายเลข 4 และข้อถัดไปจะเป็นหมายเลข 1 เป็นผู้หยิบและอ่านเป็นเช่นนี้เรื่อยไปจนครบ 8 ข้อ หรือ 12 ข้อ
  4. นักเรียนคนแรกอ่านคำถามออกเสียงให้เพื่อนในกลุ่มโต๊ะแข่งขันฟัง รวมทั้งคำตอบในกรณีที่เป็นคำถามแบบเลือกตอบ
  5. นักเรียนพิจารณาเลือกคำตอบ หรือคำนวณหาคำตอบในกรณีที่เป็นโจทย์ปัญหาจากคำถามในข้อ 4.4
  6. เมื่อนักเรียนทุกคนได้ตอบคำถามเสร็จแล้ว ให้นักเรียนทางด้านขวาของผู้อ่านตรวจคำตอบจากซองเฉลย และวางคำตอบไว้กลางโต๊ะให้เพื่อนในกลุ่มแข่งขันได้เห็น
- กติกาในการให้คะแนน
- 6.1 นักเรียนผู้อ่านคำถามจะมีสิทธิ์ตอบเป็นคนแรก ถ้าตอบถูกต้องบัตรสะสม 2 ใบ ถ้าตอบผิดจะไม่ได้รับบัตรสะสม
  - 6.2 นักเรียนคนต่อ ๆ ไปทางด้านซ้ายของผู้อ่านตอบคำถาม ถ้าตอบถูกต้องจะได้รับบัตรสะสม 1 ใบ ถ้าตอบผิดจะไม่ได้รับบัตรสะสม
7. เมื่อจบการแข่งขัน นักเรียนบันทึกจำนวนบัตรสะสมที่ได้ลงบนแบบบันทึกคะแนนในการแข่งขันของกลุ่มแข่งขันที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน (ในท้ายแผนการสอน)
  8. นักเรียนแต่ละคนรวมคะแนนจากจำนวนบัตรสะสม แล้วนำมาพิจารณาการได้คะแนนโบนัส



ขั้นที่ 5 การรวบรวมผลงานของกลุ่ม หลังจากการแข่งขันเสร็จสิ้นลง นักเรียนกลับมา กลุ่มเดิมของตนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน แล้วนำคะแนนโบนัสที่สมาชิกแต่ละคน ในกลุ่มทำได้จากการแข่งขันตอบปัญหารวมเป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม

ขั้นที่ 6 การประเมินผลงานของกลุ่ม โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่สะสม ได้ กลุ่มที่มีคะแนนสูงถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้จะได้รับรางวัลเป็นกลุ่มตามเกณฑ์ของ Slavin (1995, p. 90) โดยรางวัลเป็นใบเกียรติบัตร 3 ระดับ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม 40 คะแนน รางวัลที่ได้เป็นเกียรติบัตรระดับดี

คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม 45 คะแนน รางวัลที่ได้เป็นเกียรติบัตรระดับดีเด่น

คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม 50 คะแนน รางวัลที่ได้เป็นเกียรติบัตรระดับยอดเยี่ยม

จากขั้นตอนหลักของวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน จะเห็นได้ว่า มีขั้นตอนที่เรียงตามลำดับและสามารถปฏิบัติได้ง่ายในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการแบ่งบทบาทหน้าที่ที่รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ให้เท่าเทียมกัน และมีการหมุนเวียนกันอย่างทั่วถึง พร้อมกับทักษะต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงานกลุ่ม และควรแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละครั้งให้นักเรียนทราบ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายสู่ความสำเร็จร่วมกันอย่างมีคุณภาพ

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ก่อนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัย จัดนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยมีสมาชิก 4-5 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ ความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มารวมกลุ่มในอัตราส่วน 1: 2: 1 ตามลำดับ ตามวิธีการ กำหนดนักเรียนเข้าเป็นกลุ่มของ Slavin โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยยึดคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์จากภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 และแบ่งการจัดการเรียนรู้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น

ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำเสนอเนื้อหาต่อนักเรียนทั้งชั้นเรียน รูปแบบ การนำเสนอ โดยการบรรยาย อภิปราย ยกตัวอย่าง หรือใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเมื่อมีข้อสงสัย

ขั้นที่ 2 การศึกษากลุ่มย่อย

นักเรียนร่วมมือกันศึกษาเนื้อหาบทเรียนหรือทำแบบฝึกหัดจากของกิจกรรมที่ประกอบด้วย ใบงาน ใบกิจกรรม และใบเฉลยของตนเองให้เข้าใจและต้องช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม

ขั้นที่ 3 การเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหา

นักเรียนเล่นเกมการแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียนมีจุดมุ่งหมายเพื่อ ทดสอบความรู้ ความเข้าใจในบทเรียน เกมประกอบด้วยผู้เล่น 4 คน ซึ่งแต่ละคนจะเป็นตัวแทน

ของกลุ่มย่อยการกำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อเล่นเกม จะยึดหลักนักเรียนที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกัน การแข่งขันเกมจะกระทำประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง หลังจากแข่งขันเกมไปแล้ว สัปดาห์ต่อไปนักเรียนอาจจะถูกเปลี่ยนไปแข่งกับโต๊ะเกมอื่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลการแข่งขันในโต๊ะเกมการแข่งขันยากขึ้นกว่าเดิม

#### ขั้นที่ 4 การยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม

1. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาของบทเรียนและเกมการแข่งขัน
2. กิติกะแนนของกลุ่มและตัดสินผล โดยคะแนนของกลุ่มคำนวณจากคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ซึ่งต้องบันทึกไว้เป็นหลักฐาน แล้วตัดสินกลุ่มที่ควรได้รับการยกย่อง หรือยอมรับ เกณฑ์การตัดสินกลุ่มที่ควรได้รับการยกย่อง หรือยอมรับกำหนดได้ดังนี้
  - กลุ่มระดับยอดเยี่ยม คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากที่สุด
  - กลุ่มระดับดีมาก คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากเป็นอันดับที่ 2
  - กลุ่มระดับดี คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากเป็นอันดับที่ 3

#### ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึง ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ไว้ดังนี้

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542, หน้า 7) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก เพราะทุก ๆ คน ร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ทุก ๆ คน มีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน
2. สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน
3. เสริมให้มีความช่วยเหลือกัน เช่น นักเรียนคนที่เก่งจะช่วยนักเรียนที่เรียนไม่เก่ง ทำให้นักเรียนเก่งภาคภูมิใจ รู้จักสละเวลา ส่วนนักเรียนที่เรียนไม่เก่งเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน
4. ร่วมกันคิดทุกคน ทำให้เกิดการระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาร่วมกัน เพื่อประเมินวิธีการและคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันคิดหาข้อมูลให้มากและวิเคราะห์ตัดสินใจเลือก
5. ส่งเสริมทักษะทางสังคม เช่น การอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกันเข้าใจกัน และกัน อีกทั้งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 152) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ดังนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนสนใจและตั้งใจเรียนอย่างต่อเนื่อง กระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้และทบทวนบทเรียนให้เข้าใจ จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
2. ส่งเสริมสัมพันธภาพระหว่างบุคคล เนื่องจากนักเรียนจะบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้และรางวัลจากการเล่นเกมการแข่งขันทางวิชาการก็ต่อเมื่อสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มไปถึงเป้าหมายเดียวกัน ดังนั้นนักเรียนจะต้องช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน สร้างสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน มีการให้กำลังใจ กระตุ้นและส่งเสริมเพื่อนทุกคน ให้มีความรู้ความเข้าใจในบทเรียน เพื่อที่จะทำคะแนนสะสมได้ในการเล่นการแข่งขันทางวิชาการ อันจะนำไปสู่ความสำเร็จและบรรลุเป้าหมายร่วมกัน
3. สร้างเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากนักเรียนมีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ยอมรับและไว้วางใจซึ่งกันและกัน มีการเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการ เพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม ที่ไม่เน้นการแพ้-ชนะ เพียงแต่นักเรียนทุกคนในกลุ่มจำร่วมแรงร่วมใจกันทำคะแนนสะสมให้ได้ถึงเกณฑ์ตามที่กำหนดเท่านั้น จึงทำให้นักเรียนมีความสุขกับการเรียนและมีความสุขกับเกมวิชาการ
4. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในตนเองและตระหนักถึงคุณค่าของตนเอง เนื่องจากเทคนิคนี้มีเกมการแข่งขันทางวิชาการ นักเรียนได้ร่วมเล่นเกมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน ดังนั้น ไม่ว่านักเรียนเก่งหรือนักเรียนอ่อนก็มีโอกาสทำคะแนนให้กับกลุ่มของตนเองได้เท่าเทียมกัน จึงทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ มั่นใจและตระหนักถึงคุณค่าของตนเองที่เป็นส่วนหนึ่งในความสำเร็จของกลุ่ม
5. พัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป้าหมายที่สำคัญของวิธีเรียนประเภทการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม คือ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ทักษะการร่วมมือและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สิ่งนี้เป็นทักษะที่สำคัญของสังคมที่คนเราต้องทำงานร่วมกันภายใต้ระบบที่ทุกคนต่างต้องพึ่งพาซึ่งกันและกัน และฝึกให้นักเรียนรู้จักปรับตัว เพื่อให้สามารถทำงานในสังคมภายนอกได้อย่างมีความสุข
6. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและความรับผิดชอบ เนื่องจากกิจกรรมการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกมตอบปัญหาทางวิชาการ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม และขณะที่เล่นเกมนักเรียนจะต้องคิดคำนวณ คิดแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ข้อสรุปเพื่อจะตอบปัญหานั้น เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหา

7. ลดปัญหาวินัยในชั้นเรียน เนื่องจากสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีหน้าที่และความรับผิดชอบ ในความสำเร็จของกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นการทำงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกันหรือการร่วมกัน ในกิจกรรมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการ จึงทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์เกิดขึ้น ในกลุ่ม การขาดเรียนและพฤติกรรมก้าวร้าวรุนแรงจะไม่ปรากฏในชั้นเรียน

วิภา ตันตุลพงษ์ (2549, หน้า 19) กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดย เทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ดังนี้

1. เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้สูง นักเรียนได้รับความสนุกสนานและเกิดการเรียนรู้จากการเล่น

2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยการเห็นประจักษ์แจ้งด้วยตนเอง ทำให้การเรียนรู้มีความหมายและอยู่คงทน

3. เป็นวิธีสอนที่สอนไม่เหน็ดเหนื่อยแรงมากขณะสอน และนักเรียนชอบ

จากความคิดเห็นของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นนักเรียนให้มีความสนใจ สนุกสนาน กล้าเรียนรู้ด้วยตนเอง และเสริมสร้างการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างบุคคล ทำให้นักเรียน มีความมั่นใจในตนเองมากขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามไปด้วย ผู้วิจัยจึงเลือก การจัดการเรียนรู้โดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) มาแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

**ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)**

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิค กลุ่มแข่งขัน (TGT) ไว้ดังนี้

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542, หน้า 7) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก เพราะทุก ๆ คนร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ทุก ๆ คน มีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน

2. สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำ อย่างเท่าเทียมกัน

3. เสริมให้มีความช่วยเหลือกัน เช่น นักเรียนคนที่เก่งจะช่วยนักเรียนที่เรียนไม่เก่ง ทำให้นักเรียนเก่งภาคภูมิใจ รู้จักสละเวลา ส่วนนักเรียนที่เรียนไม่เก่งเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อน สมาชิกด้วยกัน

4. ร่วมกันคิดทุกคน ทำให้เกิดการระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาร่วมกันเพื่อประเมินวิธีการและคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันคิดหาข้อมูลให้มากและวิเคราะห์ตัดสินใจเลือก

5. ส่งเสริมทักษะทางสังคม เช่น การอยู่ร่วมกันด้วยมนุษย์สัมพันธ์ที่ดีต่อกันเข้าใจกัน และกัน อีกทั้งส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

พิมพันธ์ เคะชคุปต์ (2544, หน้า 152) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ดังนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนสนใจและตั้งใจเรียนอย่างต่อเนื่อง กระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้และทบทวนบทเรียนให้เข้าใจ จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2. ส่งเสริมสัมพันธภาพระหว่างบุคคล เนื่องจากนักเรียนจะบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้และรางวัลจากการเล่นเกมการแข่งขันทางวิชาการก็ต่อเมื่อสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มไปถึงเป้าหมายเดียวกัน ดังนั้นนักเรียนจะต้องช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน สร้างสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน มีการให้กำลังใจ กระตุ้นและส่งเสริมเพื่อนทุกคน ให้มีความรู้ความเข้าใจในบทเรียน เพื่อที่จะทำคะแนนสะสมได้ในการเล่นเกมแข่งขันทางวิชาการ อันจะนำไปสู่ความสำเร็จและบรรลุเป้าหมายร่วมกัน

3. สร้างเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากนักเรียนมีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ขอมรับและไว้วางใจซึ่งกันและกัน มีการเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการ เพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม ที่ไม่เน้นการแพ้-ชนะ เพียงแต่นักเรียนทุกคนในกลุ่มจำร่วมแรงร่วมใจกันทำคะแนนสะสมให้ได้ถึงเกณฑ์ตามที่กำหนดเท่านั้น จึงทำให้นักเรียนมีความสุขกับการเรียนและมีความสุขกับเกมวิชาการ

4. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในตนเองและตระหนักถึงคุณค่าของตนเอง เนื่องจากเทคนิคนี้มีเกมการแข่งขันทางวิชาการ นักเรียนได้ร่วมเล่นเกมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน ดังนั้น ไม่ว่านักเรียนเก่งหรือนักเรียนอ่อนก็มีโอกาสทำคะแนนให้กับกลุ่มของตนเองได้เท่าเทียมกัน จึงทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ มั่นใจและตระหนักถึงคุณค่าของตนเองที่เป็นส่วนหนึ่งในความสำเร็จของกลุ่ม

5. พัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป้าหมายที่สำคัญของวิธีเรียนประเภทการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม คือนักเรียนเกิดการเรียนรู้ ทักษะการร่วมมือและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สิ่งนี้เป็นทักษะที่สำคัญของสังคมที่คนเราต้องทำงานร่วมกันภายใต้ระบบที่ทุกคนต่างต้อง

พึ่งพาซึ่งกันและกัน และฝึกให้นักเรียนรู้จักปรับตัว เพื่อให้สามารถทำงานในสังคมภายนอกได้อย่างมีความสุข

6. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและความรับผิดชอบ เนื่องจากกิจกรรมการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกมตอบปัญหาทางวิชาการ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม และขณะที่เล่นเกมนักเรียนจะต้องคิดคำนวณ คิดแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ข้อสรุปเพื่อจะตอบปัญหานั้น เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหา

7. ลดปัญหาวินัยในชั้นเรียน เนื่องจากสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีหน้าที่และความรับผิดชอบในความสำเร็จของกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นการทำงานที่ได้รับมอบหมายร่วมกันหรือการร่วมกันในกิจกรรมการแข่งขันตอบปัญหาทางวิชาการ จึงทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์เกิดขึ้นในกลุ่ม การขาดเรียนและพฤติกรรมก้าวร้าวรุนแรงจะไม่ปรากฏในชั้นเรียน

วิชา ต้นทุลพงษ์ (2549, หน้า 19) กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ดังนี้

1. เป็นเวลาสอนที่ใช้เวลามาก
2. เป็นวิธีสอนที่มีวัสดุอุปกรณ์ประกอบ โดยผู้สอนต้องซื้อหา หรือจัดทำเฉพาะเกมหนึ่ง ๆ
3. เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนต้องมีความรู้ ทักษะ ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดเกมประกอบการเรียนรู้
4. เป็นวิธีการสอนที่ต้องเตรียมความพร้อม ทั้งวัสดุ อุปกรณ์ และผู้สอน โดยผู้สอนต้องศึกษา ทดลองใช้เกมที่จะนำไปใช้สอนให้เข้าใจ
5. เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนต้องมีทักษะในการตั้งคำถาม และการอภิปรายที่มีประสิทธิภาพ จึงจะสามารถช่วยให้นักเรียนสรุปผลการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์

จากความคิดเห็นของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) คือ ใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากกว่าการเรียนการสอนตามปกติ ผู้สอนต้องเตรียมอุปกรณ์ เตรียมเกม เตรียมความพร้อม และต้องเตรียมคำถามและการอภิปรายที่มีประสิทธิภาพ

## ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem)

### ความหมายของปัญหาปลายเปิด

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาปลายเปิดไว้ ดังนี้

Stenmark (1991, p. 20) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่มีแนวทางเข้าสู่คำตอบได้อย่างหลากหลายและให้นักเรียนตอบได้อย่างหลากหลายวิธี

Hancock (1995, p. 496) ให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดว่าเป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบ

Cai and Jakabcsin (1996, pp. 137-145) กล่าวว่าปัญหาปลายเปิดจะไม่ถามแค่ผลลัพธ์หรือคำตอบที่ได้เพียงเท่านั้น แต่จะให้นักเรียนได้แสดงถึงวิธีการให้เหตุผลหรือการได้มาซึ่งคำตอบและการแก้ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย

Becker and Shimada (1997, p. 1) กล่าวว่า ปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาต่างมีลักษณะร่วมกันประการหนึ่ง คือ มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว โดยจะเรียกปัญหาลักษณะนี้ว่า “ปัญหาสมบรูณ์” หรือ “ปัญหาปลายปิด” แต่ยังมีปัญหาอีกลักษณะหนึ่งมีคำตอบได้อย่างหลากหลาย ซึ่งปัญหาลักษณะนี้แม้ว่าจะมีผู้หาคำตอบได้แล้วนักเรียนที่เหลือก็ยังมีโอกาสหาคำตอบอื่น ๆ ได้อีก เรียกปัญหาลักษณะนี้ว่า “ปัญหาปลายเปิด”

Becker and Shimada (1997, p. 1) ได้ให้ข้อสังเกตว่า ปัญหาที่ใช้กันอยู่ในการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนตามปกติที่ระดับประถมศึกษาและมัศึกษามีลักษณะร่วมกันประการหนึ่ง คือ มักมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เมื่อกำหนดปัญหาและตัวเลือกที่เป็นคำตอบก็จะสามารถตรวจสอบได้ว่าตัวเลือกใดเป็นคำตอบของปัญหา คำตอบของปัญหาแต่ละปัญหาได้รับการกำหนดให้เป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ก็ไม่ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง ปัญหาลักษณะนี้เรียกว่าปัญหาสมบรูณ์หรือปัญหาปิด สำหรับปัญหาอีกประเภทหนึ่ง เป็นปัญหาที่สร้างให้มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบเรียกว่า ปัญหาไม่สมบรูณ์หรือปัญหาเปิด ปัญหาประเภทนี้มักพบอยู่เสมอในการสอนปกติในชั้นเรียน เมื่อผู้สอนใช้ปัญหาโดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความหลากหลาย ของวิธีการหรือแนวทางเข้าสู่การหาคำตอบของปัญหาที่กำหนด

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546, หน้า 13) ได้ให้ความหมายปัญหาปลายเปิดว่าเป็นสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายคำตอบ และหลากหลายกระบวนการในการแก้ปัญหา และสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาอื่น ๆ ได้ ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถที่แตกต่างกันในชั้นเรียนนั้นสามารถแก้ปัญหาได้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองว่าทุกคนนั้นสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้

จากความคิดเห็นของนักการศึกษา สามารถสรุปความหมายของปัญหาปลายเปิดได้ว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการหรือแนวทางหาคำตอบได้หลายวิธี

### ประเภทของปัญหาปลายเปิด

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทของปัญหาปลายเปิดไว้ ดังนี้

Becker and Shimada (1997, p. 27) ได้แบ่งปัญหาปลายเปิดออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่เกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ (Finding relations) ปัญหาประเภทนี้จะให้นักเรียนค้นหากฎหรือความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น “87 เป็นจำนวนที่อยู่ในพจน์ใดพจน์หนึ่งของลำดับ 3, 10, 17, 24, 31, .....หรือไม่ เพราะเหตุใด”

2. ปัญหาที่เกี่ยวกับการจำแนก (Classifying) เป็นปัญหาที่ให้นักเรียนได้จำแนกหรือแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะแตกต่างกันโดยใช้เกณฑ์ของนักเรียนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างมโนคติทางคณิตศาสตร์ เช่น

“จากสมการต่อไปนี้  $y = 3$ ,  $y = x + 3$ ,  $y = x^2 - 1$ ,  $y^2 + x^2 = 16$ ,  $y^2 = 3x + 8$ ,  $4y^2 + 9x^2 = 36$ ,  $2x + 4 = 3$ ,  $4y^2 - 25x^2 = 100$ ,  $x = 0$  ให้นักเรียนจัดกลุ่มของสมการพร้อมกับบอกเกณฑ์ที่ใช้”

3. ปัญหาที่ให้ประเมินหรือประเมินปริมาณของสิ่งต่าง ๆ หรือสถานการณ์ (Measuring) ปัญหาในลักษณะนี้มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนประเมินสถานการณ์ที่เป็นปัญหาใด ๆ ที่เกี่ยวกับการคิด การตัดสินใจโดยใช้คณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้รับการคาดหวังว่าจะประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะพื้นฐานที่จะนำมาแก้ปัญหา

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, หน้า 206-207) ได้แบ่งปัญหาปลายเปิดออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ

ตัวอย่างปัญหาที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ

“จงหาความยาวด้านที่เป็นจำนวนเต็มของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีความยาวรอบรูปเท่ากับ 15 หน่วย” นักเรียนอาจแก้ปัญหานี้ด้วยการสมมุติความยาวของด้านต่าง ๆ ของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งต้องใช้ความรู้พื้นฐานที่ว่า “ผลบวกของความยาวของด้านสองด้านของรูปสามเหลี่ยม ย่อมยาวกว่าด้านที่สาม” ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหานี้ได้ สามารถแสดงตัวอย่างปัญหาที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ ดังตารางที่ 2-5



ตารางที่ 2-5 ตัวอย่างปัญหาที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545, หน้า 206)

กรณีที่	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	หมายเหตุ
1	7	7	1	
2	6	6	3	
3	5	5	5	
4	4	4	7	
5	3	3	9	$3 + 3 < 9$ ไม่ใช่รูปสามเหลี่ยม
6	2	2	11	$2 + 2 < 11$ ไม่ใช่รูปสามเหลี่ยม

จากตารางข้างต้น จะมีคำตอบเพียง 4 คำตอบ คือ กรณีที่ 1-4

2. ปัญหาที่แสดงแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้หลายอย่าง

ตัวอย่างปัญหาที่แสดงแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้หลายอย่าง

“พี่น้องสามคน มีอายุห่างกันคนละ 2 ปี เรียงตามลำดับอายุน้อยไปหามาก คือ สมใจ สมหวัง และสมจิตร ทั้งสามคนมีอายุรวมกัน 75 ปี จงหาอายุของคนทั้งสาม”

แนวคิด 1

75 เป็นจำนวนคี่ ซึ่งได้จากผลบวกของจำนวนสามจำนวน แต่ละจำนวนที่อยู่ติดกันมีค่าแตกต่างกัน 2 ดังนั้น ทั้งสามจำนวนเป็นจำนวนคี่

สมมติจำนวนแล้ว ตรวจสอบผลบวก

$$19 + 21 + 23 = 63$$

$$21 + 23 + 25 = 69$$

$$23 + 25 + 27 = 75$$

คำตอบ คือ สมใจ สมหวังและสมจิตร มีอายุ 23, 25 และ 27 ปี ตามลำดับ

แนวคิด 2

อายุของคนกลาง คือ สมหวัง เป็นค่าเฉลี่ยของอายุของทั้งสามคน หาค่าเฉลี่ยของอายุได้

$$75 \div 3 = 25 \text{ เป็นอายุของสมหวัง}$$

ดังนั้น สมใจมีอายุ  $25 - 2 = 23$  ปี และสมจิตรมีอายุ  $25 + 2 = 27$  ปี

แนวคิด 3

สมมติน้องสุดท้อง คือสมใจ มีอายุ  $x$  ปี จะได้ว่าสมหวังและสมจิตร มีอายุ  $x + 2$

และ  $x + 4$  ปี ตามลำดับ

$$\begin{aligned}x + (x + 2) + (x+4) &= 75 \\3x+6 &= 75 \\3x &= 69 \\x &= 23\end{aligned}$$

ดังนั้น สมใจ สมหวัง และสมจิตร มีอายุ 23, 25 และ 27 ปี ตามลำดับ

Nohda (1983, pp. 43-45 อ้างถึงใน ไผ่ตริ อินทร์ประสิทธิ์, 2547, หน้า 6-8) ได้จำแนกปัญหาปลายเปิดออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. กระบวนการเปิด (Process is open) ปัญหาชนิดนี้มีแนวทางในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นปัญหาต้นกำเนิดให้ได้อย่างหลากหลาย แน่แน่นอนว่าปัญหาคณิตศาสตร์ทุกปัญหาก็เป็นปัญหาปลายเปิดโดยนัยนี้ อย่างไรก็ตามประเด็นที่น่าสนใจก็คือ โดยทั่วไปปัญหาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจะเน้นการพิจารณาคำตอบเพียงคำตอบเดียว รวมทั้งไม่ได้เน้นแง่มุมเชิงกระบวนการของปัญหา ตัวอย่างของปัญหาที่เป็นชนิดของกระบวนการเปิด ได้แก่

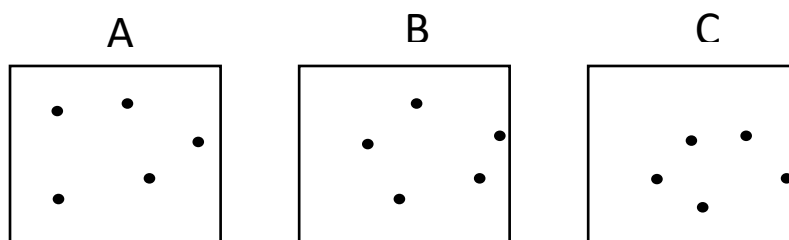
นักเรียน 37 คน ต้องการทำการ์ควันเกิดสำหรับผู้สอน ในที่ประชุมตกลงกันว่า ทุกคนจะช่วยกันทำการ์ควัน โดยพวกเขาจะทำการ์ควันขนาดเล็ก (รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดยาว 15 เซนติเมตร และกว้าง 10 เซนติเมตร) จากกระดาษแผ่นใหญ่ (รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดยาว 45 เซนติเมตร และกว้าง 35 เซนติเมตร) ปัญหาก็คือ จะทำการ์ควันแผ่นเล็กจากกระดาษแผ่นใหญ่ได้กี่แผ่น

สำหรับปัญหานี้ นักเรียนอาจจะใช้วิธีแบ่งแผ่นกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่กำหนดให้ออกเป็นการ์ควันขนาดเล็ก แล้วลองเรียงกันให้ได้ตั้งรู้ หรือนักเรียนอาจใช้วิธีคำนวณ

$$(34 \times 45) \div (15 \times 10) \text{ ได้คำตอบเป็น } 10.5 \text{ หรือบางคนอาจคำนวณจาก } (7 \times 9) \div (3 \times 2)$$

โดยการใช้อัตราส่วนแนวทางคำตอบที่หลากหลายทำให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมไปได้ตามความสามารถและความสนใจและโดยอาศัยการอภิปรายกลุ่มจะทำให้นักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาที่ดีกว่าเดิม


2. ผลลัพธ์เปิด (End product are open) ปัญหาปลายเปิดชนิดนี้มีคำตอบที่ถูกต้องหลากหลาย โดยชิมะและเพื่อนร่วมงานของเขาได้พัฒนารูปแบบของปัญหานี้ขึ้นในยุโรป ตัวอย่างปัญหาปลายเปิดเรื่อง “ปัญหาก้อนหิน” รู้จักกันดีในฐานะที่เป็นตัวแทนของปัญหาแบบปลายเปิด



รูปนี้แสดงการกระจายของก้อนหินที่โยน โดยนักเรียน 3 คน นักเรียน A นักเรียน B นักเรียน C ในเกมนี้นักเรียนคนใดที่มีก้อนหินกระจายน้อยที่สุดจะเป็นผู้ชนะ จากรูปจะเห็นว่าพิสัยของการกระจายจาก A ถึง C นั้นจะเข้าใจได้ง่าย ถ้าใช้ตัวเลขกำหนดคิกริชของการกระจายให้นักเรียนลองพิจารณามุมมองที่หลากหลาย เพื่อกำหนดคิกริชของการกระจายให้ได้มากที่สุด จากนั้นอธิบายว่าวิธีใดเป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับนักเรียน เพราะเหตุใด

เพื่อแก้ปัญหานี้นักเรียนบางคนอาจคิดว่า “การวัดพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม” เป็นวิธีการที่ดีในการกำหนดของการกระจาย “การวัดความยาวของส่วนของเส้นตรงทั้งหมด” หรือบางคนก็อาจใช้ “การวัดรัศมีของวงกลมที่เล็กที่สุดที่รวมจุดทั้งหมดของการกระจาย” วิธีต่าง ๆ เหล่านี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ผู้สอนควรจะช่วยให้นักเรียนได้เห็นทั้งข้อดีและข้อเสีย เพื่อพัฒนาไปสู่แนวทางคำตอบที่เป็นกรณีทั่วไปจากแนวทางต่าง ๆ ที่นักเรียนเสนอขึ้นมา

3. แนวทางการพัฒนาปัญหาปลายเปิด (Ways to develop are open) หลังจากที่นักเรียนได้แก้ปัญหาไปแล้ว นักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือองค์ประกอบของปัญหาเดิม การเน้นแง่มุมนี้ซึ่งเรียกว่า “จากปัญหาสู่ปัญหา” (Takeuchi & Sawada, 1984) ถือได้ว่าเป็นแนวทางการพัฒนาปัญหาปลายเปิด ตัวอย่างของปัญหาปลายเปิดนี้ได้แก่เรื่อง ปัญหาไม้ขีดไฟ (Mathstic problem) ซึ่งเป็นปัญหาที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบเรื่องการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอเมริกาและญี่ปุ่น

“สร้างรูปสี่เหลี่ยม โดยใช้ไม้ขีดไฟดังรูปข้างล่างนี้ ถ้าต้องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจำนวน 8 รูป จะต้องใช้ไม้ขีดไฟจำนวนเท่าใด”

--	--	--	--	--

1. ให้นักเรียนเขียนแนวทางของการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหาข้างต้น
2. ให้นักเรียนสร้างปัญหาของนักเรียนเองให้คล้ายกับปัญหาข้างต้น โดยสร้างปัญหาที่หลากหลายเท่าที่นักเรียนจะทำได้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องหาคำตอบที่ตัวเองสร้างขึ้น
3. ให้นักเรียนเลือกปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุดจากปัญหาที่สร้างไว้ข้างต้น โดยระบุข้อที่เลือกแล้วให้เหตุผลว่าทำไมจึงคิดว่าเป็นปัญหาที่ดีที่สุด

นักเรียนอาจจะพัฒนาปัญหาขึ้นมาโดยการเปลี่ยนจำนวนของรูปสี่เหลี่ยม หรือนักเรียนบางคนอาจเปลี่ยนเงื่อนไขจาก “รูปสี่เหลี่ยม” เป็น “รูปสามเหลี่ยม” หรือ “รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน” หรือบางคนอาจพัฒนาปัญหาที่ถามเกี่ยวกับจำนวนสี่เหลี่ยมจัตุรัส เมื่อกำหนดจำนวนด้าน ไม่ขีดให้ด้วย แนวทางนี้นักเรียนสามารถสนุกสนานกับการตั้งปัญหาด้วยตนเอง ยิ่งไปกว่านั้นจากการเปรียบเทียบกับเพื่อน ๆ นักเรียนสามารถอภิปรายถกเถียงกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ของปัญหาและความเป็นกรณีทั่วไปของแนวทางคำตอบที่นักเรียนคิดได้

จากความคิดเห็นของนักการศึกษา สามารถสรุปได้ว่าประเภทของปัญหาปลายเปิดแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาปลายเปิดที่มีคำตอบได้หลากหลายคำตอบ
2. ปัญหาปลายเปิดที่มีวิธีการได้มาซึ่งคำตอบหลายวิธี
3. ปัญหาปลายเปิดที่มีแนวทางการพัฒนาแบบเปิด หลังจากที่นักเรียนแก้ปัญหาแล้วสามารถพัฒนาเป็นปัญหาใหม่โดยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือองค์ประกอบเดิม จะเรียกว่า “จากปัญหาสู่ปัญหา” ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาปัญหาปลายเปิด โดยนักเรียนสามารถตั้งปัญหาใหม่ได้ด้วยตัวเอง

โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ปัญหาปลายเปิดประเภทที่มีคำตอบได้หลากหลายคำตอบ หรือมีวิธีการได้มาซึ่งคำตอบหลายวิธี

#### การสร้างปัญหาปลายเปิด

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการสร้างปัญหาปลายเปิดไว้ ดังนี้

Becker and Shimada (1997, p. 27) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดจะทำให้ให้นักเรียนมีประสบการณ์เรียนรู้บางประการที่แปลกใหม่ต่างไปจากเดิม จากการที่มีคำตอบเปิดกว้าง แม้ว่า

จะมีผู้หาคำตอบของปัญหาได้แล้ว นักเรียนคนอื่นก็ยังมีโอกาสหาคำตอบอื่น ๆ ได้อีก รวมทั้ง การท้าทายให้แสวงหาวิธีการใหม่ ๆ ในการหาคำตอบ ซึ่งต้องบูรณาการความรู้ที่มีมาก่อนทั้ง ทักษะและวิธีการคิดเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ นักเรียนยังจะสร้างปัญหาได้ด้วยตนเองที่มีความ เกี่ยวข้องกับปัญหาเดิมได้ และขยายปัญหานั้นต่อไปได้อีก สามารถแสดงการเปลี่ยนปัญหา ปลายปิดให้เป็นปัญหาปลายเปิด ดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 การเปลี่ยนปัญหาปลายปิดให้เป็นปัญหาปลายเปิด

ปัญหาปลายปิด	ปัญหาปลายเปิด
1. ค่าเฉลี่ยของ 3, 6, 9, 10 เท่ากับเท่าไร	1. ถ้าค่าเฉลี่ยของจำนวน 4 จำนวนเท่ากับ 7 จำนวนเหล่านั้นคืออะไร
2. สวนหลังบ้านรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้าง 10 เมตร และมีความยาว 15 เมตร ถ้าต้องการปลูกต้นไม้จะมีพื้นที่ในการปลูกทั้งหมดเท่าไร	2. สวนหลังบ้านรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีพื้นที่ในการปลูกต้นไม้ทั้งหมด 150 ตารางเมตร จะมีความกว้าง และความยาวเท่ากับเท่าไร
3. รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งมีพื้นที่ 150 ตารางเซนติเมตร มีฐานยาว 10 เซนติเมตร จะมีความสูงเท่าไร	3. รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งจะมีความยาวฐานและความสูงเท่ากับเท่าไร ถ้ารูปสามเหลี่ยมนั้นมีพื้นที่เท่ากับ 150 ตารางเซนติเมตร
4. จงแก้สมการ $4x-1 = 3$	4. จงยกตัวอย่างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 1
5. แดงมีอายุเป็นสองเท่าของดำ ถ้าดำอายุ 7 ปี แดงจะอายุเท่าไร	5. แดงและดำอายุเท่าไร ถ้าอายุของแดงรวมกับดำ เท่ากับ 21 ปี
6. รูปสามเหลี่ยม ABC มีมุม $A = 40^\circ$ มุม $B = 80^\circ$ จงหามุม C	6. มุม A, B และ C เท่ากับเท่าไร ถ้ารูปสามเหลี่ยม ABC มีมุมภายในเท่ากับ $180^\circ$
7. ราคาหมูในตลาดสด A ราคา กิโลกรัมละ 80 บาท ถ้าแม่ค้าต้องการเนื้อหมู 5 กิโลกรัม แม่จะต้องจ่ายเงินทั้งหมดกี่บาท	7. จงหาจำนวน 2 จำนวน ที่คูณกันแล้วเท่ากับ 400

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

ปัญหาปลายปิด	ปัญหาปลายเปิด
8. คุณแม่จะจ่ายเงินประจำสัปดาห์ให้ส้ม ทุกเช้าวันจันทร์ เป็นเงิน 250 บาท โดยจ่าย เป็นธนบัตรใบละ 20 บาท และ ธนบัตรใบละ 50 บาท ถ้าส้มนับธนบัตร ได้ทั้งหมด 7 ใบ อยากทราบว่าส้มได้รับ ธนบัตรใบละ 20 บาท และธนบัตรใบละ 50 บาทอย่างละกี่ฉบับ	8. คุณแม่จ่ายเงินประจำสัปดาห์ให้ส้มทุกเช้า วันจันทร์เป็นเงิน 250 บาท ส้มจะได้รับธนบัตร ใบละ 20 บาท และธนบัตรใบละ 50 บาท อย่างละ กี่ใบ
9. จงหาค่าของ $\log 1000$	9. จงยกตัวอย่างลอการิทึมที่มีค่าเท่ากับ 3

Becker and Shimada (1997, pp. 28-31) กล่าวว่า เป็นสิ่งที่ยากในการสร้างปัญหา  
ปลายเปิดที่ดี และเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกัน จากการทำวิจัย  
หลาย ๆ ครั้ง ทำให้ได้ข้อแนะนำสำหรับการสร้างปัญหาปลายเปิดดังนี้

1. เตรียมสถานการณ์เชิงกายภาพที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรเชิงปริมาณที่สามารถสังเกต  
ความสัมพันธ์ได้
2. เปลี่ยนปัญหาจากเดิมที่ให้พิสูจน์ทฤษฎีบทในรูป “ถ้า P แล้ว Q” เปลี่ยนเป็น  
“ถ้า P แล้วความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนพบมีอะไรบ้าง” โดยจะต้องมีการกำหนดขอบเขต  
ของ “สิ่งต่าง ๆ” ให้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น
3. ในการสอนเกี่ยวกับทฤษฎีบท ควรเริ่มต้นด้วยการยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างก่อน  
เพื่อให้นักเรียนได้สร้างข้อสรุปด้วยตนเอง
4. แสดงรายการที่เป็นลำดับหรือตารางของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ค้นหา  
ความสัมพันธ์ หรือกฎทางคณิตศาสตร์
5. ใช้ตัวอย่างจริงเพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพ
6. แสดงปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกันหลาย ๆ ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้หาคำตอบและหา  
สมบัติที่ปัญหาเหล่านั้นมีร่วมกัน
7. จัดสถานการณ์กึ่งคณิตศาสตร์ (Quasi-mathematics) ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่นักเรียน  
สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการช่วยอธิบายได้
8. แสดงตัวอย่างที่ชัดเจนของโครงสร้างทางพีชคณิต โดยแสดงตัวอย่างที่เป็นข้อมูล  
เชิงตัวเลขที่ง่ายในการพิจารณาเพื่อให้นักเรียนได้ค้นหากฎทางคณิตศาสตร์

Becker and Shimada (1997, pp. 31-32) กล่าวว่าก่อนที่จะนำปัญหาปลายเปิดไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

1. ปัญหานั้นมีคุณค่าทางคณิตศาสตร์หรือไม่ โดยปัญหาที่ใช้นอกจากจะกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดจากมุมมองที่แตกต่างกันแล้วควรจะมีคุณค่าในเชิงเนื้อหาคณิตศาสตร์ กล่าวคือนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสูงและต่ำ สามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองมีอยู่ ซึ่งแต่ละคนอาจจะใช้วิธีการที่แตกต่างกัน และในแต่ละวิธีการนั้นยังคงมีคุณค่าทางคณิตศาสตร์
2. ระดับของความรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ในการตอบปัญหาเหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียนหรือไม่ เพราะเมื่อนักเรียนต้องตอบปัญหาปลายเปิดนั้นเขาอาจต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว ดังนั้นผู้สอนควรเลือกใช้ปัญหาที่เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ของนักเรียน
3. ปัญหานั้นเมื่อใช้แล้วสามารถนำไปสู่การพัฒนาเชิงคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ กล่าวคือคำตอบที่เป็นไปได้ของปัญหาปลายเปิดนั้นควรจะมีบางคำตอบที่สามารถเชื่อมโยงหรือสัมพันธ์กับโมเดลทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น หรือสามารถพัฒนาระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นได้
4. นักเรียนสามารถตอบได้อย่างหลากหลายทั้งวิธีการและคำตอบ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนย่อมมีความคิดที่ไม่เหมือนกัน และที่สำคัญควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อสารความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างอิสระและเต็มความสามารถ
5. เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนเอง เพราะเมื่อใดที่นักเรียนได้สื่อสารความคิดหรือเหตุผลของตนเองแล้ว ผู้สอนสามารถรับรู้ได้ว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างไรบ้าง
6. ปัญหาต้องมีความชัดเจนว่าต้องการให้นักเรียนทำอะไร เมื่อนักเรียนได้อ่านปัญหาแล้วควรจะสามารถเดาได้ว่าคำตอบลักษณะใดที่เป็นคำตอบที่เหมาะสมและตรงกับความต้องการของผู้สอน จากความคิดเห็นของนักการศึกษาที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่าการสร้างปัญหาปลายเปิดคือการสร้างปัญหาสำหรับนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ แนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้คือ การปรับปัญหาปลายปิดที่มีอยู่แล้วในแบบเรียนให้เป็นปัญหาปลายเปิด โดยการกำหนดเงื่อนไขบางอย่างเพิ่มเติมหรือตัดข้อมูลบางอย่างออกไป เพื่อสร้างให้เป็นปัญหาปลายเปิด

### เกณฑ์การประเมิน

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

Hancock (1995) ให้ความเห็นว่าในการตรวจหรือการให้คะแนนการตอบปัญหา ปลายเปิดของนักเรียนนั้น ผู้สอนควรมีการสร้างเกณฑ์การประเมิน (Rubrics) สำหรับเป็นแนวทางในการตรวจหรือการให้คะแนน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความลำเอียงหรือความสับสนในการตรวจ

Thompson and Senk (1998, p. 786) กล่าวว่า เกณฑ์การประเมินเป็นกลุ่มเป็นแนวทาง สำหรับการวัดการตอบสนองของนักเรียนที่มีต่อเครื่องมือหนึ่ง

Chicago Board of Education (2000; Stenmark, 1991, pp. 20-24) ได้แบ่งเกณฑ์การประเมินออกเป็น 2 แบบ คือ เกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring rubrics) และเกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม (Holistic scoring rubrics)

นอกจากนี้ Chicago Board of Education (2000) ให้ข้อเสนอแนะว่า ผู้สอนสามารถใช้เกณฑ์การประเมินในการพัฒนาหรือกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนได้ โดยผู้สอนให้นักเรียนได้ลองใช้เกณฑ์การประเมินในการตรวจงานของเพื่อน เพื่อจะได้แลกเปลี่ยนและเปรียบเทียบแนวคิดกันระหว่างกลุ่ม เพื่อให้เห็นมุมมองการตอบที่หลากหลายมากขึ้น รวมถึงสามารถส่งเสริมการตอบของตนเองในครั้งต่อไปได้ดีขึ้นด้วย

จากความคิดเห็นของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่มีคำตอบได้อย่างหลากหลาย ทั้งคำตอบและวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ ดังนั้นเพื่อความยุติธรรมในการตรวจหรือการให้คะแนน จึงต้องเกณฑ์การประเมิน (Rubrics) ไว้สำหรับเป็นแนวทางในการตรวจให้คะแนน

### การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยใช้เทคนิคกลุ่มแข่งขัน ที่มีการจัดนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยมีสมาชิก 4 คน ที่ความสามารถแตกต่างกัน คือ ความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มารวมกลุ่มในอัตราส่วน 1: 2: 1 ตามลำดับ ซึ่งสมาชิกของแต่ละกลุ่มจะศึกษาความรู้และปัญหาปลายเปิดร่วมกัน ช่วยเหลือ สนับสนุน กระตุ้นและส่งเสริมการทำงานของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มให้ประสบความสำเร็จ ต่อจากนั้นสมาชิกในแต่ละกลุ่มเข้าร่วมการแข่งขันตอบปัญหาหรือเกมการแข่งขัน เพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม คะแนนที่ได้จากการแข่งขันของ



สมาชิกแต่ละคนในลักษณะแข่งขันกันตัวต่อตัวกับกลุ่มอื่น แล้วนำคะแนนโบนัสที่สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มทำได้จากการแข่งขันตอบปัญหามารวมเป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม

โดยก่อนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัย จัดนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยมีสมาชิก 4-5 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ ความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มารวมกลุ่มในอัตราส่วน 1: 2: 1 ตามลำดับ ตามวิธีการกำหนดนักเรียนเข้าเป็นกลุ่มของ Slavin โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยยึดคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์จากภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 และแบ่งการจัดการเรียนรู้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเสนอทบทวนต่อนักเรียนทั้งชั้น

1. ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำเสนอเนื้อหาต่อนักเรียนทั้งชั้นเรียน รูปแบบการนำเสนอ โดยการบรรยาย อภิปราย ยกตัวอย่าง หรือใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบการการจัดการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเมื่อมีข้อสงสัย

2. ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดที่สอดคล้องกับเนื้อหาในชั้นเรียน ให้นักเรียนช่วยกันหาวิธีการแก้ปัญหา

3. ผู้สอนนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้น ดังนี้

3.1 ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

3.2 ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

3.3 ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

3.4 ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบผล

ขั้นที่ 2 การศึกษากลุ่มย่อย

นักเรียนร่วมมือกันศึกษาเนื้อหาบทเรียนหรือทำแบบฝึกหัดจากชองกิจกรรมที่ประกอบด้วย ใบงาน ใบกิจกรรม และใบเฉลยของตนเองให้เข้าใจและต้องช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม โดยปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมจะเป็นปัญหาปลายเปิด ที่มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการหรือแนวทางหาคำตอบได้หลายวิธี พร้อมส่งตัวแทนไปเสนอผลงานกลุ่ม จากนั้นผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความคิดเห็นและสรุปกิจกรรมที่เรียน

ขั้นที่ 3 การเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหา

นักเรียนเล่นเกมการแข่งขันตอบปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียนมีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจในบทเรียน เกมประกอบด้วยผู้เล่น 4 คน ซึ่งแต่ละคนจะเป็นตัวแทนของกลุ่มย่อยการกำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อเล่นเกม จะยึดหลักนักเรียนที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกัน การแข่งขันเกมจะกระทำประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง หลังจากแข่งขันเกมไปแล้ว สัปดาห์ต่อไปนักเรียนอาจจะถูกเปลี่ยนไปแข่งกับโต๊ะเกมอื่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลการแข่งขันในโต๊ะเกมการแข่งขันยากขึ้นกว่าเดิม

#### ขั้นที่ 4 การยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม

1. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาของบทเรียนและเกมการแข่งขัน
2. คิดคะแนนของกลุ่มและตัดสินผล โดยคะแนนของกลุ่มคำนวณจากคะแนนเฉลี่ย

ของคะแนนสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ซึ่งต้องบันทึกไว้เป็นหลักฐานแล้วการตัดสินกลุ่มที่ควรได้รับการยกย่อง หรือยอมรับ เกณฑ์การตัดสิน กลุ่มที่ควรได้รับการยกย่องหรือยอมรับ เกณฑ์กำหนดได้ดังนี้

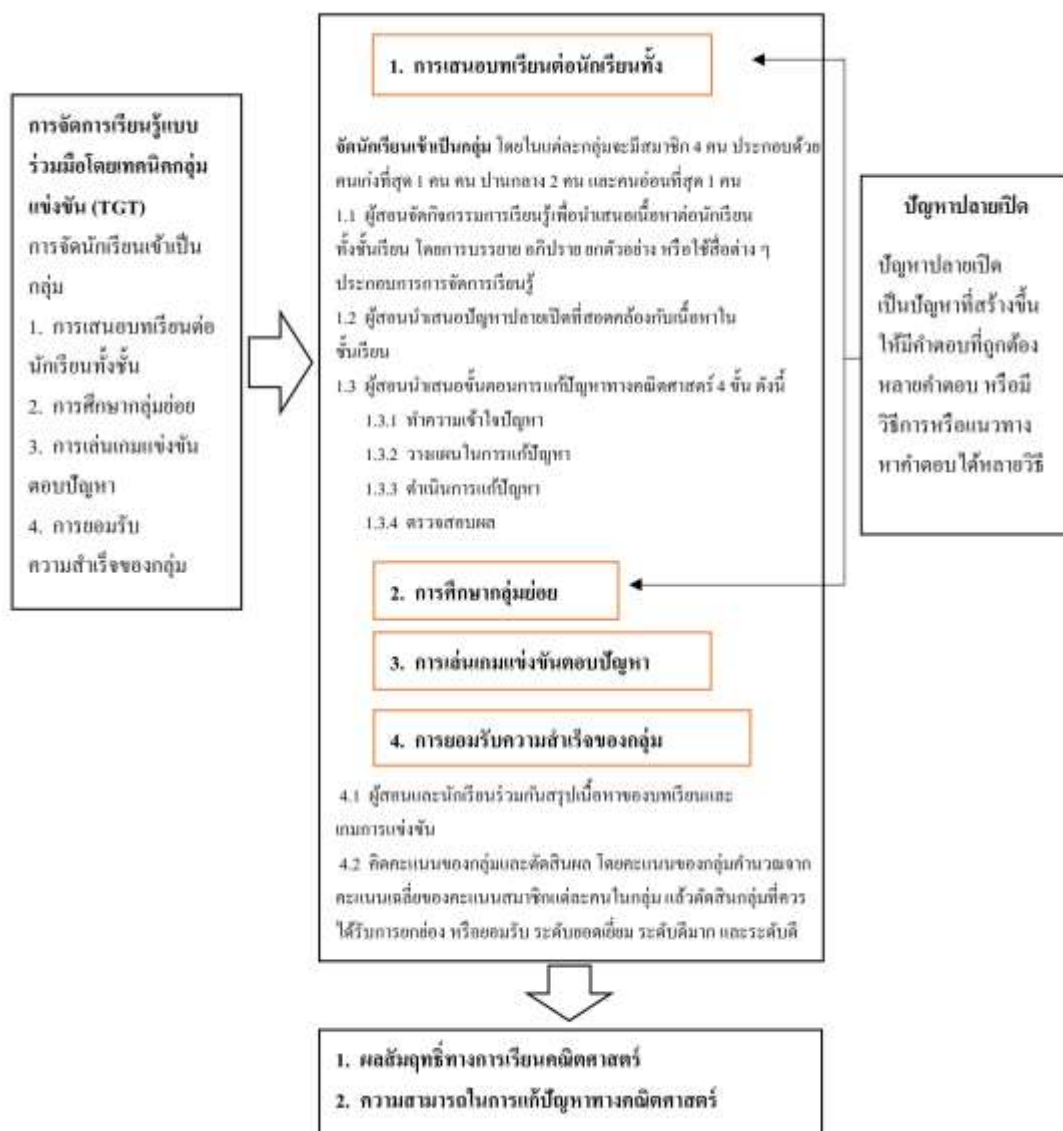
กลุ่มระดับยอดเยี่ยม คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากที่สุด

กลุ่มระดับดีมาก คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากเป็นอันดับที่ 2

กลุ่มระดับดี คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากเป็นอันดับที่ 3

กรอบแนวคิดการวิจัย การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2-4

## การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหา ปลายเปิด



ภาพที่ 2-4 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหา  
ปลายเปิด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา  
ทางคณิตศาสตร์

## ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

### ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Wilson (1971, pp. 643-685) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมออกเป็น 2 ด้าน

1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ความคิด (Cognitive domain)
2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัยหรือความรู้สึก (Affective domain)

สำหรับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ความคิด (Cognitive domain) แบ่งออกเป็น 4 ระดับดังนี้

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) เป็นการวัดความรู้ความจำแบบง่าย ๆ ถือว่าเป็นการวัดพฤติกรรมในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) เป็นการถามที่จะวัดความรู้ความจำ ได้แก่ ความรู้ความจำแบบง่าย ๆ ให้นักเรียนระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนสั่งสมมาเป็นระยะเวลาอันแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำคำศัพท์นิยามต่าง ๆ โดยถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณหรือความรู้อื่นมาช่วย

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability of carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งเป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากสิ่งที่เรียนรู้มา

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการสรุปอ้างอิงเกี่ยวกับหลักการทั่วไป (Knowledge of principles, Rules and generalization) เป็นความสามารถในการเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับตัวมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้

ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem element from one mode to another) เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลภาษาพูดให้เป็นสมการ หรือการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์

2.5 ความสามารถในการดำเนินการตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจความสามารถทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือก กระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา แบ่งออกเป็น 4 ขั้นคือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกันกับที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to solve routine problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจซึ่งการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการพิจารณาเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่

หรือต้องการแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ต้องการ

### 3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกัน

และการสมมาตร (Ability to recognize patterns, Isomorphism and symmetries) เป็นความสามารถในการระลึกถึงข้อมูลการแปลงปัญหาการจัดกระทำข้อมูลและการสำรวจหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดทางสติปัญญาในการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งพฤติกรรมในขั้นนี้ต้องมีความสามารถระดับสูงจะเป็น การแก้ปัญหาที่แปลกไม่คุ้นมาก่อน การแก้ปัญหาคอบคลุมความรู้ความสามารถในสามขั้น ที่กล่าวมาและพฤติกรรมในขั้นนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve non-routine problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกับความเข้าใจมนมติ นิยาม ตลอดจน ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างหาความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบแล้วใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability to construct proofs) ความสามารถในการ ขั้นนี้ เป็นการใช้เหตุผลที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัย นิยาม ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้ว ช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถพิเศษในการวิจารณ์ การพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) ความสามารถในการขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่ไปกับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในการขั้นนี้ต้องให้นักเรียนมองเห็น และเข้าใจการพิสูจน์ ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมนมติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างหลักสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to formulate and validate generalizations) นักเรียนสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยสัมพันธ์กับ เรื่องเดิมและสมเหตุสมผลด้วย คืออาจจะถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรือ อาจจะถามให้นักเรียนสร้างขบวนการคิดคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งการใช้กระบวนการนั้น

Good (1973, p. 103) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษา โดยปกติวัดจากคะแนนที่ผู้สอน เป็นผู้ให้หรือจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรืออาจรวมทั้งคะแนนที่ผู้สอน เป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

พร้อมพรรณ อุคมลิน (2544, หน้า 24) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจและความสามารถต่าง ๆ ทางสมองที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ตามหลักสูตร

ทิศนา เขมมณี (2548, หน้า 10) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ คือ การทำให้สำเร็จหรือประสิทธิภาพ ทางด้านการกระทำในทักษะที่กำหนดให้หรือด้านความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง การเข้าถึงความรู้ การพัฒนาทักษะในด้านการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบ ที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากงานที่ผู้สอนมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 79) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระข้อเท็จจริงที่นักเรียนได้เรียนรู้และมโนทัศน์แต่ละเรื่องจากการจัด กิจกรรมตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

จากความคิดของนักการศึกษา สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่เกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด (Cognitive domain) ซึ่งแบ่งออกเป็นพฤติกรรมด้าน 1) ความรู้/ ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ และ 4) การวิเคราะห์ ซึ่งในงานวิจัยนี้สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ

#### **ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์**

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538, หน้า 171-177) ได้แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของผู้สอน หมายถึง ชุดของคำถามที่ผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้นซึ่งเป็น ข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่อง ที่ตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ฯลฯ ตามแต่ผู้สอน ประารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละ สาขาวิชาหรือจากผู้สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึง สร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของ

การจัดการเรียนรู้ในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้วัดอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่ม แต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับให้ผู้สอนวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้วยังมีมาตรฐานในด้านวิธีดำเนินการสอบ คือไม่ว่าโรงเรียนใด หรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ ต้องดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกวิธีการสอบว่าทำอย่างไร และยังมีมาตรฐาน ในด้านการแปลคะแนนทั้งแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการสร้าง ข้อคำถามเหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอนไปแล้ว จะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ซึ่งควรวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ความรู้ความจำ คือ ความสามารถในการจดจำเรื่องราวที่ได้เรียนรู้ เป็นความสามารถที่นักเรียนสามารถระลึกหรือจดจำในสิ่งที่เรียนได้

2.2 ความเข้าใจ คือความสามารถในการผสมและขยายความรู้ความจำให้ไกลออกไป จากเดิมอย่างสมเหตุสมผล ความเข้าใจเป็นสมรรถภาพขั้นต้น เป็นความพยายามของสมองที่จะ คิดแปลง ปรับปรุง หรือเสริมแต่งความรู้เดิม ให้มีรูปลักษณะใหม่เพื่อใช้ในสถานการณ์อื่นใหม่ แปลกออกไป แต่ยังมีอะไร ๆ บางอย่างคล้ายของเดิมอยู่บ้าง ความเข้าใจเรื่องราวใด จะต้องสามารถ สำแดงอย่างใดอย่างหนึ่ง 3 ประการ คือ

2.2.1 สามารถแปลความหมายของสิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น แปลความหมายของ ข้อความหรือภาพใด ๆ ตามท้องเรื่องนั้น ได้อย่างถูกต้อง ไม่ใช่แปลคำนั้นออกมาตรง ๆ อย่างที่ แปลศัพท์ แต่ต้องแปลตามลักษณะและนัยของเรื่องราว นั้น ซึ่งเป็นความหมายที่ถูกต้องและใช้ได้ดี สำหรับเรื่องราว นั้น ๆ โดยเฉพาะ คำถามที่วัดความเข้าใจ จึงเป็นคำถามที่ต้องแปลความ

2.2.2 สามารถตีความหมายของเรื่องนั้น ได้ คือจับความสัมพันธ์ระหว่าง ชั้นส่วนย่อย ๆ ของเรื่องนั้น จนสามารถนำมากล่าวเป็นอีกแบบหนึ่งนัยหนึ่งได้ คำถามชนิดนี้ เป็นการวัดความเข้าใจ คำถามที่ใช่จะเป็นคำถามแบบ ตีความ

2.2.3 สามารถขยายความและนัยของเรื่องนั้น ให้กว้างไกลไปจากสภาพ ข้อเท็จจริงเดิมได้ ซึ่งเป็นคำถามขั้นสูงสุดของความเข้าใจ คำถามเป็นแบบขยายความ

2.3 การนำไปใช้ คือความสามารถในการนำเอาความรู้และความเข้าใจในเรื่องราว ใด ๆ ที่ตนมี ไปแก้ปัญหา การนำไปใช้ต้องอาศัยตัวความรู้ ความจำชนิดต่าง ๆ คำถามชนิด นำไปใช้มีลักษณะของการถามดังนี้

2.3.1 ต้องเป็นเรื่องราวหรือปัญหาใหม่ที่เด็กยังไม่คุ้นเคย ไม่เหมือนกับของเดิม หรือเคยเรียนมาแล้วโดยตรง ถ้าต้องการออกคำถามเกี่ยวกับเนื้อเรื่องเดิม ก็ต้องดัดแปลงข้อความ หรือบางสิ่งบางอย่างให้ผิดแผกแปลกไปจากของเดิมก่อนเสมอ เพื่อหลบจากการถามความจำ



2.3.2 ตัวคำถามต้องซ่อนเงื่อนไขทำให้เกิดปัญหา หรือเกิดความงุนงง คือเด็กอาจเคยเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ มาแล้วแต่ก็ยังไม่สามารถตอบในทันทีได้ เพราะมีเงื่อนไขบางอย่างมาขวางอยู่

2.3.3 ตัวคำถามจะต้องเกี่ยวพันกันระหว่างหลักวิชากับอะไรอีกอย่างเสมอ และการตอบจะต้องมีลักษณะให้เลือกหลักวิชาที่เหมาะสมไปใช้กับเรื่องนั้น ๆ หรือให้พลิกแพลงหลักวิชาจากสถานการณ์หนึ่งไปสู่สภาพใหม่

2.4 การวิเคราะห์ คือความสามารถในการแยกสิ่งสำเร็จรูปออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหลักการและกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้ เพื่อค้นหาความจริงต่าง ๆ ที่ซ่อนแฝงอยู่ในเรื่องราวนั้น ข้อความนี้มีคำสำคัญที่ควรพิจารณาอยู่ 3 ประการ คือ

2.4.1 สิ่งสำเร็จรูป คือสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวหรือบรรดาเรื่องราวเหตุการณ์ใด ๆ ก็ได้ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ ล้วนมีความหมายและความสำคัญบางประการอยู่ในตัวทั้งสิ้น ฉะนั้นจึงสามารถนำมาใช้เป็นต้นเรื่อง สำหรับสร้างคำถามชนิดนี้ได้หมด

2.4.2 กฎเกณฑ์ในการวิเคราะห์ เป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะในการวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้กฎเกณฑ์ใดกฎเกณฑ์หนึ่งเป็นหลักในการพิจารณา

2.4.3 ค้นหาความจริงของเรื่องราว นั้น เป็นเจตนาของการวิเคราะห์ ซึ่งหมายความว่า ในการจำแนกแยกเรื่องใด ๆ ย่อมมีความมุ่งหมายที่จะค้นหาสภาพความจริงของสิ่งนั้น โดยพยายามเจาะให้ไปสู่แก่นแท้ของเนื้อหาสาระ

ชนิดของการวิเคราะห์ 1) วิเคราะห์หาความสำคัญของเรื่อง 2) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ 3) วิเคราะห์หาหลักการ

2.5 การสังเคราะห์ คือความสามารถในการรวมสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่สองชนิดเข้าด้วยกัน เพื่อให้กลายเป็นสิ่งสำเร็จรูปชิ้นใหม่ ที่มีคุณลักษณะบางอย่างแปลกไปจากส่วนประกอบย่อยของเดิม สิ่งที่น่ามาผสมกันอาจเป็นวัตถุดิบของ ข้อเท็จจริง หรือความคิดเห็นก็ได้ คำถามสังเคราะห์มีลักษณะดังนี้

2.5.1 เป็นคำถามที่นักเรียนต้องใช้ความรู้ ความสามารถจากหลายอย่าง หลายด้านผสมกันจึงจะตอบได้ ไม่ใช่ตอบโดยใช้ความจำโดยตรง หรืออาจใช้หลักวิชาใดวิชาหนึ่งเพียงอย่างเดียวโดยเฉพาะ ฉะนั้นสิ่งที่น่ามาถามจึงเป็นเรื่องที่มีแง่มุมหรือเงื่อนไขบางประการที่เด็กจะต้องใช้ความรู้หลายด้านประกอบ

2.5.2 ข้อสังเกตของคำถามประเภทสังเคราะห์ จะเป็นคำถามที่ให้นักเรียนผลิต หรือสร้าง หรือต้องแสดงบางสิ่งบางอย่างออกมาให้ปรากฏ โดยใช้ความสามารถของตนเอง สิ่ง que แสดงออกมานั้นอาจเป็นวัตถุ การเขียนเรียงความ การวาดภาพ เป็นต้น

2.5.3 การสังเคราะห์เป็นการผสมผสานความรู้ เพื่อให้ได้สิ่งแปลกใหม่ไปจากเดิม ฉะนั้นตัวคำตอบของคำถามชนิดนี้ จึงอาจมีแนวการตอบและรูปลักษณะของการผลิต ผิดแผกกันไปหลายทาง

2.6 การประเมินค่า คือการตีราคาสิ่งต่าง ๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ ว่าสิ่งนั้นมีคุณค่าดีหรือเหมาะสมเพียงใด เป็นการวัดความสามารถทางสมอง คำถามประเมินค่า มีลักษณะดังนี้

2.6.1 เป็นการติ-ชม ว่าเรื่องใดดีหรือไม่ดี เหมาะสมหรือไม่

2.6.2 สำหรับสิ่งที่เราสามารถหยิบยกมาให้เด็กตีราคา หรือสามารถตั้งเป็นคำถามนั้น ได้แก่รูปร่างลักษณะภายนอกที่เป็นรูปธรรม หรือคุณสมบัติที่เป็นนามธรรม

2.6.3 มีเกณฑ์มาตรฐานใช้ในการพิจารณา

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 193) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มี 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน มีการดำเนินการสอบและการแปลคะแนนแบบมาตรฐาน สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา และยอมรับในคุณภาพที่สามารถขยายอิงสู่ประชากรได้ การดำเนินการในการใช้แบบทดสอบมาตรฐานต้องทำตามคู่มือทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการแจก การอธิบาย การใช้เวลา การตรวจและการแปลคะแนนของข้อสอบ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้น โดยสร้างตามจุดประสงค์ของผู้สอน เป็นคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องในส่วนใด เพื่อจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดเพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้สอน บางฉบับอาจจะไม่ได้ทดลองสอบมาก่อน กลุ่มตัวอย่างไม่คลุมประชากร สามารถแก้ไขได้ทุกกระยะ และผู้สอนไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบ แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นจึงเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 28) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้สอนสร้างขึ้น จำแนกออกเป็น 8 ประเภท โดยสามารถสรุปแต่ละประเภทได้ ดังนี้

1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ ใช้วัดผลได้ทั้งด้านความรู้ความคิด ทฤษฎี หลักการ การตัดสินใจ ตลอดจนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. แบบทดสอบแบบถูกผิด โดยมีการนำเสนอข้อความเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ในหลักการ ทฤษฎี การแปลความหมายหรือการกำหนดตัวแปร

3. แบบทดสอบแบบจับคู่ เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะการนำเสนอข้อความ 2 ส่วน ให้เลือกเพื่อจับคู่กัน ซึ่งโดยทั่วไปจำนวนข้อของคำตอบจะมีมากกว่าคำถาม

4. แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อความที่ต้องการให้นักเรียนพิจารณาในรูปของ มากกว่า เท่ากับ น้อยกว่า หรือสรุปไม่ได้

5. แบบทดสอบแบบเติมคำ โดยผู้ตอบต้องแสดงความรู้ความสามารถด้วยการเขียนตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา ซึ่งแบบทดสอบแบบเติมคำยังใช้ในการคิดเลขในใจได้

6. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ โดยให้ผู้สอบแสดงความรู้ ความสามารถด้วยการเขียนตอบ แสดงวิธีทำ หรือสรุปผลจากวิธีทำ โดยแสดงเหตุผลประกอบ

7. แบบทดสอบแบบต่อเนื่อง เป็นการผสมผสานแบบทดสอบหลายรูปแบบไว้ด้วยกัน เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบถูกผิด แบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบเขียนตอบ

8. แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา ใช้ประเมินได้ครอบคลุมทั้งมโนทัศน์และวิธีการคิด การวางแผน รวมทั้งความสามารถของทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ

จากความคิดเห็นนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง ซึ่งแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้น

ได้แก่

- 2.1 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ
- 2.2 แบบถูกผิด
- 2.3 แบบจับคู่
- 2.4 แบบเปรียบเทียบ
- 2.5 แบบเติมคำ
- 2.6 แบบเขียนตอบ
- 2.7 แบบต่อเนื่อง
- 2.8 แบบแสดงวิธีทำ

ซึ่งแต่ละประเภทมีลักษณะเฉพาะที่สามารถนำไปใช้เพื่อประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียนได้แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้แบบทดสอบ ผู้สอนต้องตระหนักถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการประเมิน มีความสอดคล้องกับข้อคำถาม และเนื้อหาสาระที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปแล้ว รวมทั้งเลือกใช้แบบทดสอบที่ได้มาตรฐาน เพื่อนำผลการประเมินไปใช้เป็นแนวทางใน

การพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ต่อไป งานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ประเภทแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง แบบเลือกตอบ

### การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

เชดสคัลด์ โฆวาสินธ์ (2525, หน้า 86-105) ได้แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ที่มุ่งวัดพฤติกรรมด้านประชาวิสัย ซึ่งพฤติกรรมเหล่านั้นยังจำแนกเป็นพฤติกรรมย่อย ๆ

ดังรายละเอียดและวิธีวัด ต่อไปนี้

1. ความรู้-ความจำ เป็นความสามารถในอันที่จะรักษาไว้ ซึ่งเรื่องราวต่าง ๆ ที่บุคคล  
ได้รับรู้เอาไว้ในสมอง และสามารถระลึกเกี่ยวกับเรื่องราวเหล่านั้นได้ เมื่อถูกกระตุ้นที่เหมาะสม  
โดยให้นิยามว่า ความรู้ คือ บรรดาข้อเท็จจริง รายละเอียด หรือมวลประสบการณ์ทั้งหลายของ  
รายวิชาที่นำมาถ่ายทอด หรืออบรมสั่งสอนให้กับนักเรียน ความจำ คือ ความสามารถทางสมองของ  
นักเรียน ในการที่จะเก็บรักษาความรู้เหล่านั้นไว้ ไม่ว่าจะเป็นการเก็บไว้ชั่วคราวหรือถาวรก็ตาม  
ในการวัดความรู้-ความจำนั้น กระทำได้โดยการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความจำ  
แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ตามชนิดของความรู้ ดังนี้

1.1 การวัดความรู้เกี่ยวกับเนื้อเรื่อง เป็นการถามรายละเอียดของเนื้อหาข้อเท็จจริง  
ซึ่งแบ่งลักษณะคำถามออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1.1 ถามศัพท์และนิยาม เป็นคำถามที่เกี่ยวกับคำศัพท์ คำเทคนิคทางวิชาการ  
สัญลักษณ์ต่าง ๆ

1.1.2 ถามเกี่ยวกับสูตรและความจริง ลักษณะการถามความรู้ความจำในเรื่องนี้  
จะเป็นการถามข้อเท็จจริงในเนื้อหารายละเอียดของวิชา

1.2 การวัดความรู้ในวิธีดำเนินการ เป็นการถามเกี่ยวกับหลักและกฎเกณฑ์  
ในการประพฤติปฏิบัติ หรือวิธีการปฏิบัติต่าง ๆ ซึ่งแบ่งลักษณะของคำถามออกเป็น 5 ประเภท คือ

1.2.1 ถามเกี่ยวกับระเบียบแบบแผน เป็นการถามถึงวิธีประพฤติปฏิบัติตาม  
ระเบียบแบบแผน และธรรมเนียมประเพณีต่าง ๆ ตามที่สังคมได้ตกลงและกำหนดกันขึ้น

1.2.2 ถามเกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม เป็นการถามเกี่ยวกับลักษณะ  
การเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการปฏิบัติงาน หรือของเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ

1.2.3 ถามเกี่ยวกับการจัดประเภท เป็นการถามความสามารถในการจำแนก  
แจกแจงชนิดของวัตถุ สิ่งของ และเรื่องราวต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่ตามกฎเกณฑ์

1.2.4 ถามเกี่ยวกับเกณฑ์ เป็นการถามเกี่ยวกับการนำเอาคุณสมบัติสำคัญ หน้าที่ หรือเอกลักษณ์ ที่เป็นข้อกำหนด หรือเกณฑ์ในการพิจารณาวินิจฉัยข้อเท็จจริงต่าง ๆ

1.2.5 ถามเกี่ยวกับวิธีการ เป็นการถามวิธีปฏิบัติ หรือกรรมวิธีต่าง ๆ ที่จะทำให้ ได้มาซึ่งผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

1.3 การวัดความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง เป็นการถามความสามารถในการจดจำข้อสรุป หรือหลักการ แนวการถามความรู้รวบยอดนี้ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1.3.1 ถามเกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชา ได้แก่ การถามสาระสำคัญของ เรื่อง

1.3.2 ถามเกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง เป็นการถามให้เปรียบเทียบความเหมือน ความแตกต่าง ความสัมพันธ์

2. ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการเอาความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหา หรือ รายละเอียดของเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรายละเอียดเหล่านั้นไปดัดแปลง ปรับปรุงใหม่ด้วยภาษา ของตนเอง ซึ่งยังสามารถที่จะอธิบายและเปรียบเทียบสิ่งที่มีลักษณะใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับ ของเดิมได้ การวัดความเข้าใจจึงเป็นการวัดความสามารถในการที่จะอธิบายหรือแปลความหมาย ของสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวัดความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรายละเอียดย่อยของเรื่อง นั้นมาอธิบายใหม่ได้ และสามารถขยายแนวคิดจากรายละเอียดที่มีอยู่นั้นได้กว้างไกลกว่า สภาพข้อเท็จจริง ที่ปรากฏอยู่ได้ คำถามที่ใช้วัดแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

2.1 ถามการแปลความ เป็นการถามความสามารถในการถอดความตามนัยสำคัญของ เรื่อง โดยสามารถอธิบายความหมายตามลักษณะดังกล่าวด้วยคำพูดใหม่ได้

2.2 ถามเกี่ยวกับการขยายความ เป็นการถามที่มุ่งวัดการขยายความคิดให้กว้างไกล ออกไป โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ เป็นความสามารถในการจินตนาการอย่างสมเหตุสมผล

3. การนำไปใช้ สมรรถภาพด้านนี้เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่พบเห็น ใหม่ได้ โดยอาศัยความสามารถด้านความจำ ความเข้าใจเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาใหม่ที่แปลก ไปจากบทเรียน

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะรายละเอียดของสิ่งสำเร็จรูป ออกเป็นส่วนย่อย ๆ อย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อหาข้อความจริงที่แฝงอยู่ในเรื่องราวนั้น สิ่งที่ต้อง ทำความเข้าใจ เพื่อเป็นแนวการถามการวิเคราะห์มี 3 ลักษณะ คือ

4.1 ถามวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นคำถามที่ต้องการให้ค้นหาองค์ประกอบ คุณลักษณะที่สำคัญเด่นชัด

4.2 ถ้ามวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการถามให้ผู้ตอบค้นหาความสัมพันธ์ของ คุณลักษณะย่อยต่าง ๆ ว่ามีความเกี่ยวข้อง ผูกพัน หรือเชื่อมโยงกันเช่นไร มักถามในแง่ความสัมพันธ์ หรือ สอดคล้องกัน ถ้ามลักษณะการขัดแย้ง ถ้ามสาเหตุและผลที่ตามมา

4.3 ถ้ามวิเคราะห์หลักการ เป็นการถามเพื่อวัดความสามารถในการค้นหา คำเงื่อนไข หลักที่ยึดถือ ความเชื่อ ระเบียบวิธีการ โครงสร้างของเรื่องราวนั้นว่า ความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบย่อยเหล่านั้น ประกอบกันเป็นโครงสร้างเช่นไร หรืออาศัยหลักการใดมาเชื่อมโยง ความสัมพันธ์นั้น

สมนึก ภัททิยธนี (2541, หน้า 73-98) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว พฤติกรรมที่ได้สอนนักเรียนไปแล้วสำหรับพฤติกรรมที่ใช้วัดจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถาม วัดได้ มักนิยมใช้ตามหลักที่ได้จากผลการประชุมของนักวัดผล สรุปได้ว่า การวัดผลด้านสติปัญญา ควรวัดพฤติกรรม ดังนี้

1. วัดด้านความรู้-ความจำ (Knowledge)
2. วัดด้านความเข้าใจ (Comprehension)
3. วัดด้านการนำไปใช้ (Application)
4. วัดด้านการวิเคราะห์ (Analysis)
5. วัดด้านการสังเคราะห์ (Synthesis)
6. วัดด้านการประเมินค่า (Evaluation)

สุชาติ ผุดผ่อง (2542, หน้า 69-72) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นการวัดพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัยของวิลสัน (Wilson) ที่แบ่งระดับการวัดพฤติกรรมของนักเรียนออกเป็น 4 ระดับ คือ ความรู้ ความจำด้านการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) เป็นการวัดทักษะในการคิด คำนวณ โดยวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม และการคำนวณที่เคยเรียนมาแล้ว
2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการวัดความสามารถในการนำความรู้มาสัมพันธ์ กับปัญหา ซึ่งรวมไปถึงการตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความ
3. การนำไปใช้ (Application) เป็นการวัดความสามารถในการนำความรู้ หลักการ กฎ ข้อเท็จจริง ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้โจทย์ปัญหาใหม่
4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวัดความสามารถระดับสูง โดยอาจเป็นปัญหา คณิตศาสตร์ที่นักเรียนไม่เคยฝึกทำมาก่อน แต่โจทย์ปัญหานั้นอยู่ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538, หน้า 171-172) กล่าวว่าแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and pencil test) กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง (Performance test)

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 79) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้สอนตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่นักเรียนได้เรียนรู้ และเมโนทัศน์แต่ละเรื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

จากความคิดเห็นนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้วัดระดับความสามารถของนักเรียนออกเป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำ เป็นความสามารถในอันที่จะรักษาไว้ซึ่งเรื่องราวต่าง ๆ ที่บุคคลได้รับรู้เอาไว้ในสมองไม่ว่าจะเป็นเก็บไว้ชั่วคราวหรือถาวรก็ตาม โดยวัดความรู้ ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงในเนื้อหา ศัพท์ นิยาม และการคำนวณที่เคยเรียนมาแล้ว

2. ความเข้าใจ เป็นการวัดความสามารถในการนำความรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างรายละเอียดเหล่านั้นไปตัดแปลง ปรับปรุงใหม่ด้วยภาษาของตนเอง ซึ่งรวมไปถึงการอธิบาย ตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความของสิ่งต่าง ๆ

3. การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่พบเห็นใหม่ได้ โดยอาศัยความสามารถด้านความจำ ความเข้าใจเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาใหม่ที่แปลกไปจากบทเรียน

4. การวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถระดับสูง โดยอาจเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไม่เคยฝึกทำมาก่อน แต่โจทย์ปัญหานั้นอยู่ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมาแล้ว

โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้วัดระดับความสามารถของนักเรียน 4 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 97-99) กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผล การเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดกับนักเรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้า สำหรับ เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์ หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของ ข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะใช้แบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และ เหมาะสมกับวัยของนักเรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้น ให้มีความรู้ความเข้าใจในหลัก และวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธี การเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 3

5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลัก วิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออก ข้อสอบต้องพิจารณา ทบทวนตรวจสอบข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจสอบข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบ ทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (Direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการ ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่ม ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุง ข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ใน โรงเรียนมักไม่ค่อย มีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ ข้อสอบ เพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบ ข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดี อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพ ดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 30) กล่าวว่า ขั้นตอน การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สารระการการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมโนทัศน์ของแต่ละเรื่อง



2. กำหนดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการวัด
3. เลือกประเภทของแบบทดสอบอย่างหลากหลาย เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ
4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้สอบ
5. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคของการสร้างแบบทดสอบและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย
6. ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ สำหรับแบบทดสอบบางแบบอาจต้องตรวจสอบความเป็นปรนัยด้วย

ซานนท์ จันทรา (2555, หน้า 87-93) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้หรือเรื่องที่ต้องการจะวัด
2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมิน สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
3. เลือกประเภทของแบบทดสอบโดยอาจเป็นแบบปรนัยทั้งหมด แบบอัตนัยทั้งหมด หรือแบบปรนัยผสมกับแบบอัตนัย เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้
4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้สอบ เช่น การสอบย่อยหรือสอบเก็บคะแนน อาจใช้เวลา 30-60 นาที การสอบปลายภาคหรือสอบปลายปี อาจใช้เวลา 100-120 นาที เป็นต้น โดยในส่วนของจำนวนข้อสอบและคะแนนนั้นต้องสัมพันธ์หรือเหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอบและรูปแบบของแบบทดสอบด้วย
5. จัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Table of specification) เพื่อกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่มุ่งวัดตามอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยพฤติกรรมที่มุ่งวัดนั้นอาจใช้ความสามารถด้านความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ ความจำและการคิดคำนวณ ความเข้าใจ และการวิเคราะห์ หรืออาจผสมผสานระหว่างความรู้ความคิดกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความรู้ ความจำและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจและการให้เหตุผล การนำไปใช้ และการแก้ปัญหา เป็นต้น ซึ่งการจัดตารางวิเคราะห์ข้อสอบนี้จะช่วยทำให้ได้แบบทดสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา

6. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะและแนวทางที่ได้กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่กำหนด

7. ตรวจสอบความตรงและความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

7.1 การตรวจสอบความตรงของแบบทดสอบนั้น สามารถทำได้โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์หรือด้านการวัดและการประเมินทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 หรือ 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ พร้อมทั้งพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของข้อคำถามและตัวเลือก โดยการหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of consistency: IOC) จากการนำแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาทำการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมตามคำแนะนำ และทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสม โดยพิจารณาจากค่า IOC ของข้อสอบแต่ละข้อจากการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ทั้งหมด ซึ่งต้องมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

7.2 การหาระดับความยากง่าย ระดับอำนาจจำแนก และความเที่ยงตรงหรือความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสามารถทำได้โดยนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และได้ทำการแก้ไขปรับปรุงเป็นที่เรียบร้อยแล้วไปทดสอบใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุดกับกลุ่มเป้าหมาย เช่น แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังนั้น ควรนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นต้น เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาดัชนีความยาก (Difficulty index: P) ดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination index: D หรือ r) และค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบ

8. แก้ไขปรับปรุงจนได้ข้อสอบที่มีคุณภาพและจัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

เวชฤทธิ์ อังกนะภักทรขจร (2555, หน้า 154) กล่าวว่า ขั้นตอนในการสร้างข้อสอบคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 หรือหลักสูตรสถานศึกษา แล้ววิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

2. จากข้อมูลในชั้นที่ 1 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่นักเรียนในแต่ละเนื้อหา

3. วิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งพฤติกรรมที่วัดในวิชาคณิตศาสตร์เป็นพฤติกรรมระดับความรู้/ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบจำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา

4. จากข้อมูลในขั้นที่ 2 และ 3 นำมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

5. กำหนดลักษณะของข้อสอบ และทำการสร้างข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 4

จากความคิดเห็นนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มี 7 ขั้นตอนสามารถนำมาใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) หลักสูตรสถานศึกษา วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่นักเรียน

3. กำหนดประเภทแบบทดสอบ โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4. วิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ระดับ คือ ความรู้/ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบจำแนกตามพฤติกรรมตามอัตราส่วนที่เหมาะสม

5. สร้างแบบทดสอบตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

6. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นการทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำไปทดสอบกับกลุ่มที่คล้ายคลึงกับกลุ่มที่จะสอนจริง แล้วนำผลมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ

7. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง โดยวิเคราะห์จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

### ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาเป็นทักษะสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนในทุกๆระดับชั้น และการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Krulik and Rudnick (1993, p. 6) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาวี้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาคงต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งคือการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

Bruckner and Grossnickle (1957, p. 301) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับปริมาณที่นักเรียนไม่สามารถตอบได้ในทันทีโดยวิธีที่เคยชิน และสิ่งที่เป็นปัญหาของนักเรียนเมื่อเวลานี้อาจไม่ใช่ปัญหาในวันนี้ก็ได้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, หน้า 52-53) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยสรุปเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการหาคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหามิคุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกัน จึงหาคำตอบได้ สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีตอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

สถาบันส่งเสริมการสอนคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 7) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

จากความคิดเห็นนักการศึกษาและหน่วยงานสามารถสรุปได้ว่า ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการหาคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล ซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาวี้อย่างชัดเจน โดยไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีแต่ต้องอาศัยความรู้ประสบการณ์ ทักษะ ทฤษฎีบท ที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาวี้อย่างเหมาะสม

### ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Russell (1967, p. 225) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่เป็นรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่ปรากฏอยู่ในแบบเรียน และหนังสือทั่ว ๆ ไป

## 2. ปัญหาที่ไม่มีรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่พบทั่ว ๆ ไปในชีวิตประจำวัน

LeBlance (1977, pp. 17-25) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นโจทย์ออกเป็น 2 ประเภท  
สรุปดังนี้

### 1. ปัญหาที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนทั่วไป

### 2. ปัญหาที่พบในหนังสือทั่ว ๆ ไป ที่ไม่ใช่แบบเรียน

Charles and Lester (1982, pp. 6-10) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละประเภท ดังนี้

### 1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธีและการคำนวณเบื้องต้น

### 2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple translation problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ

เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้มีความเข้าใจ โนมติทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดคำนวณ

3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex translation problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอน หรือมากกว่า 2 การดำเนินการ

4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเป็นการพัฒนายุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

5. ปัญหาการประยุกต์ (Applied problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้ โนมติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวม การแทนข้อมูล และต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ โนมติและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์ และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

6. ปัญหาปริศนา (Puzzle problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาและเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง

Polya (1985, pp. 123-128) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา คือ

1. ปัญหาในการค้นหา (Problems to find) เป็นปัญหาในการค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหาแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงความสมเหตุสมผลว่า ข้อที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็นสองส่วนคือ สมมติฐานหรือ สิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

Bitter, Hatfield and Edwards (1989, p. 37) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปลายเปิด เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ  
2. ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นสุดท้ายของการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีวิธีแก้ได้หลากหลายวิธี

3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะและคำชี้แจงในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนอาจไม่ต้องค้นหาหรือไม่ต้องกังวลในการหาคำตอบ

ปริชา เนาว์เย็นผล (2537, หน้า 62-63) ได้กล่าวถึงประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. การแบ่งประเภทของปัญหา โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1.1 ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่ให้ค้นพบคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ จำนวนหรือให้หาวิธีการ คำอธิบายพร้อมให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ

2. การแบ่งประเภทของปัญหา โดยพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา และความซับซ้อนของปัญหาแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหา มีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองหาความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

จากความคิดของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึกฝน เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกฝนอย่างง่ายและการคำนวณเบื้องต้น
2. ปัญหาที่มีความซับซ้อน คล้ายกับปัญหาอย่างง่ายแต่เพิ่มให้มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอน
3. ปัญหาปลายเปิด เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบหลายคำตอบและมีวิธีการได้มาซึ่งคำตอบหลายคำตอบ
4. ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่มีคำตอบอยู่ในขั้นสุดท้าย แต่จะมีวิธีที่หลากหลาย ที่ให้นักเรียนใช้ในการหาคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการอธิบาย พร้อมให้เหตุผล
5. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงเหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้นั้นเป็นจริงหรือเป็นเท็จ

โดยผู้วิจัยเลือกใช้ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ประเภทปลายเปิด เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่มีหลายคำตอบหรือมีวิธีการได้มาซึ่งคำตอบหลายคำตอบ

#### ความหมายการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Polya (1957, pp. 4-5) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า การแก้ปัญหาคือความสามารถพิเศษทางสมองซึ่งเป็นพรสวรรค์ของแต่ละบุคคล ทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถพิเศษเหนือผู้อื่น

Good (1973, p. 439) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่เราใช้เพื่อค้นหา หรือทำให้เกิดความความสัมพันธ์ใหม่ ๆ จากสิ่งต่าง ๆ ที่เรากำลังสังเกตหรือรับรู้กระบวนการดังกล่าวนี้ ประกอบด้วยการตั้งสมมุติฐานทั้งแบบเปิดเผยและไม่เปิดเผย โดยใช้ความคิดและความเข้าใจ ทั้งอย่างง่าย ๆ หรืออย่างซับซ้อน เพื่อตรวจสอบสมมุติฐานนั้น กระบวนการดังกล่าวนี้ถ้ากระทำอย่างเป็นระบบก็เรียกว่าการวิจัย

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 112) ให้ความหมายการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ปัญหาของคน ๆ หนึ่งอาจจะไม่ใช่ปัญหาของอีกคนหนึ่ง ในการแก้ปัญหาก็ต้องมีการวางแผนการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ การกำหนดสารสนเทศที่ต้องการเพิ่มเติม มีการแสดงความคิดเห็น เสนอแนะแนวทางวิธีการแก้ปัญหามากมาย และทดสอบการแก้ปัญหาก็เหมาะสมเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป การแก้ปัญหาก็เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 6-7) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขึ้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหา คำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน การเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียน มีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่ เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำคิดตัว ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต

จากความคิดของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือ กระบวนการที่เราใช้เพื่อค้นหาหรือทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่ ๆ จากสิ่งต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกต โดยที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ในการหาคำตอบนักเรียนต้องใช้ความรู้จากสิ่งที่มีอยู่ เหล่านั้นเพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหของนักเรียน ซึ่งปัญหานั้นจะเกี่ยวข้องกับปริมาณ การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัว นักเรียนเอง ซึ่งกระบวนการเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการคิด ที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและ ภายนอกห้องเรียน

#### ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ Gagne (1970, pp. 186-187) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) หมายถึง ความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอด และ/ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทักษะทางปัญญาจะเป็นความรู้ที่นักเรียนเคยเรียนมาก่อน
2. ลักษณะของปัญหา (Problem schemata) หมายถึง ข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการกับสิ่งที่ กำหนดให้ได้ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ คำศัพท์ และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ
3. การวางแผนหาคำตอบ (Planning strategies) หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะ ทางปัญญาและลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนหาคำตอบเป็นกลวิธีการ คิด (Cognitive strategies) อย่างหนึ่ง
4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating the answer) หมายถึง ความสามารถในการตรวจ ย้อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุผลของการแก้ปัญหาลดกระบวนการ



Adams, Ellis and Beeson (1977, pp. 173-174) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาคงต้องค้นคว้าว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา นั่นคือ การได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา จะได้จาก การพิจารณาว่าจะต้องทำอะไร

สภาผู้สอนคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000, p. 52) ระบุว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามathematics คือ ชิ้นงานที่ทำโดยยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ในการหาคำตอบนักเรียนจะต้องใช้ประโยชน์ จากความรู้ที่มีอยู่เหล่านั้นเพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อที่จะพัฒนา และทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายในการหาคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการของการกระทำ ให้ได้มาของคำตอบ นักเรียนจะต้องหาโอกาส ฝึกฝนอยู่เป็นประจำ รวมทั้งได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนแนวคิดในการแก้ปัญหานั้นออกมาด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 7) ระบุว่า การแก้ปัญหามathematics หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหา คำตอบของปัญหามathematics

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 112) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหามathematics คือกระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ปัญหาของคน ๆ หนึ่งอาจจะไม่ใช่ปัญหาของอีกคนหนึ่งในการแก้ปัญหาคงต้องมีการวางแผน การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ การกำหนดสารสนเทศที่ต้องการเพิ่มเติม มีการแสดงความคิดเห็น เสนอแนะแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และทดสอบการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

จากความคิดของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามathematics หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา เป็นความสามารถในการทำ ความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบโดยกระบวนการแก้ปัญหา

#### ขั้นตอนในการแก้ปัญหามathematics

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหามathematics ไว้ ดังนี้

Polya (1985, p. 87) ได้พัฒนากระบวนการแก้ปัญหามathematics โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาคงอยู่ในวิธีการใด

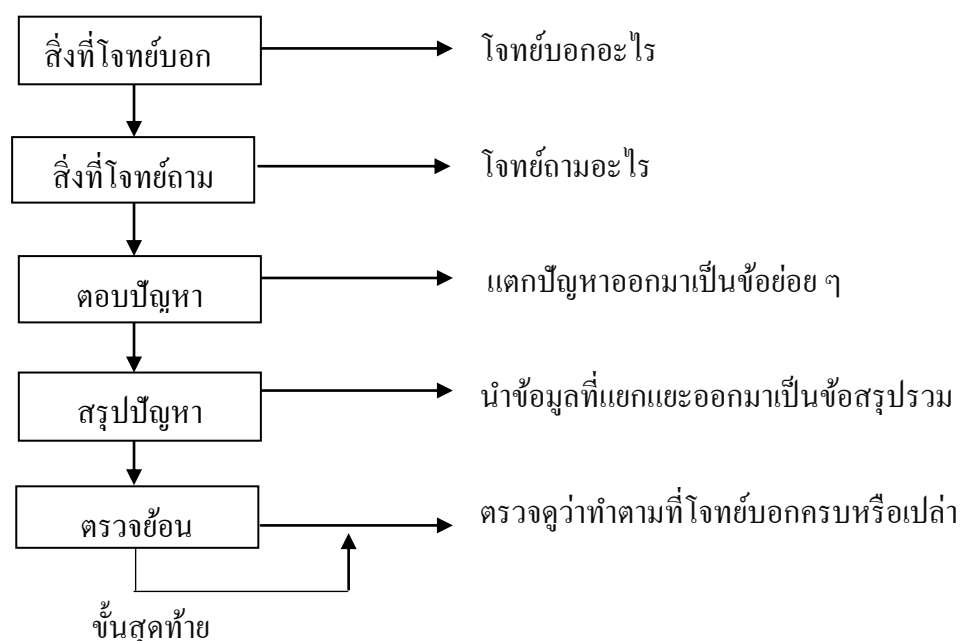
การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เข้าช่วย เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระของปัญหาด้วยภาษาตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณากำหนดว่าจะแก้ปัญหด้วยวิธีใดจะแก้อย่างไร ปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหอาจพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์เดิมในการแก้ปัญหที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ กำหนดเป็นวิธีการและเทคนิคในการแก้ปัญห

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนของการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติมรายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ จากแผนให้สมบูรณ์ ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหใหม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหต้องมองย้อนกลับไปขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาว่ารายละเอียดต่าง ๆ ของแต่ละขั้นตอนนั้นมีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด แล้วปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหให้ดีขึ้น

ยูพิน พิพิชกุล (2530, หน้า 136) ได้เสนอแผนผังลำดับของการแก้ปัญห สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 ขั้นตอนการแก้ปัญห (ยูพิน พิพิชกุล, 2530, หน้า 136)

ขนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542, หน้า 75) กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์ข้อมูล โจทย์ถามอะไรและให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง จำแนกสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกแยะออกจากกัน

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา จะสมมุติสัญลักษณ์อย่างไร ต้องหาว่าข้อมูลเกี่ยวกับสัมพันธ์กันอย่างไร สิ่งที่ไม่รู้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่รู้แล้วอย่างไร หาวิธีการแก้ปัญหาโดยมีกฎเกณฑ์ หลักการทฤษฎีต่าง ๆ ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ

ขั้นที่ 3 การคิดคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง เป็นขั้นที่ต้องคิดคำนวณ คิดหาคำตอบ ที่ถูกต้องที่สุดของปัญหา โดยวิธีการหาคำตอบตามแผนที่วางไว้ รู้จักวิธีการคิดคำนวณที่เหมาะสม ตลอดจนการตรวจสอบวิธีการและคำตอบด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก, หน้า 103) ได้เสนอถึง ขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่พบในประเด็นต่าง ๆ คือ 1) ปัญหาถามว่าอะไร 2) ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และ 3) มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอีกหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาจะช่วยให้เข้าใจปัญหาและทำให้กระบวนการแก้ปัญหาดำเนินไปอย่างราบรื่น

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้แล้ว และการตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของคำตอบที่หาได้ คำตอบไม่ถูกต้องก็ดำเนินการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง โดยนักเรียนจะต้องมองย้อนกลับไปที่กระบวนการทำงานเพื่อตรวจสอบว่ามีข้อบกพร่องในส่วนใด

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหาทั้งด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ ตลอดจนการมองย้อนกลับไปยังขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่ามีคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นอีกหรือไม่ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตลอดจนการขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไป

จากความคิดของนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน สามารถสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และสิ่งใดเกี่ยวข้องกับปัญหา และมีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการที่ผู้แก้ปัญหาคงพิจารณา กำหนดว่าต้องแก้ปัญหาวัยวิธีใดบ้าง และแก้ได้อย่างไร แล้วเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการที่ผู้แก้ปัญหาคำเนินการแก้ปัญหาตามแผนการที่วางไว้ โดยการแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาแล้ว นำมาแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบผล เป็นการที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปที่ยุ่ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา และขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาว่ารายละเอียดต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนมีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด และตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์และมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่ ซึ่งอาจจะใช้วิธีการอีกวิธีหนึ่งตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณค่าของคำตอบอย่างคร่าว ๆ

#### แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

National Council of Teacher of Mathematics (1991, p. 57) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่จะเอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียนไว้ดังนี้

1. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับ และเห็นคุณค่าของแนวคิดวิธีการคิดและความรู้สึกรักของนักเรียน
2. ให้ความเวลาในการสำรวจแนวคิดในทางคณิตศาสตร์
3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานทั้งส่วนบุคคลและร่วมมือกัน
4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงใช้ความสามารถในการกำหนดปัญหา และสร้างข้อาคาเดา
5. ให้นักเรียนได้ให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2536, หน้า 60-62) กล่าวถึง แนวทางในการสอนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. สร้างบรรยากาศในการแก้ปัญหา
  - 1.1 ใช้ช่วงเวลาในการคิด การวิเคราะห์และการทดลอง
  - 1.2 ยอมรับคำถามที่นักเรียนถาม
  - 1.3 อย่าทำให้นักเรียนเกิดความกลัว
  - 1.4 ผู้สอนจะต้องมีความอดทน เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาไม่ได้
2. สร้างแรงจูงใจให้แก่ นักเรียน
  - 2.1 เน้นความสำคัญในการแก้ปัญหา โจทย์แบบฝึกหัดข้อแรก ๆ ควรเป็น โจทย์ที่นักเรียนทุกคนทำได้
  - 2.2 ให้โจทย์ที่ง่ายก่อนแล้วจึงทำโจทย์ที่ยาก
  - 2.3 ให้นักเรียนมีโอกาสเตรียมตัวในการที่จะแก้ปัญหาที่ยาก
  - 2.4 ปลุกให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นด้วยการใช้ปัญหาลับสมอง
3. วิธีจะเพิ่มความเข้าใจ
  - 3.1 แสดงให้นักเรียนเห็นว่าจะอ่านปัญหา โจทย์อย่างไร อ่านแล้วต้องหยุดคิด แยกแยะสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มา
  - 3.2 ผู้สอนอ่านปัญหาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้นักเรียนจะได้เห็นปัญหาอย่างแจ่มชัด
  - 3.3 ถามนักเรียนเพื่อตรวจดูให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจข้อความ สัพท์ และสิ่งเกี่ยวข้อง กับ โจทย์หรือไม่
  - 3.4 ช่วยนักเรียนในการพิจารณาข้อความที่สำคัญอันจะเป็นเหตุผลนำไปสู่การแก้ปัญหา นั้น
  - 3.5 แยกปัญหานั้นออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่ง่ายขึ้น
  - 3.6 ถ้านักเรียนไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นที่ไหน ควรจะส่งเสริมให้นักเรียนเขียนความจริงที่ได้จากปัญหานั้นเพื่อจะได้มองเห็นแนวทาง
  - 3.7 ให้นักเรียนเขียนปัญหาที่เกี่ยวข้องกันและให้พิจารณาตัวแปรในกรณีของ โจทย์สมการ
4. เน้นความยืดหยุ่นและเรื่องต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา
  - 4.1 อย่าเคร่งต่อกระบวนการทีละขั้นหรือแบบฟอร์มจนเกินไป
  - 4.2 แนะนำให้นักเรียนเปลี่ยนวิธีการเมื่อเจอปัญหาที่ยาก
  - 4.3 ให้อ่านพิจารณาเปรียบเทียบปัญหาที่มีข้อมูลไม่ครบ และปัญหาที่มีข้อมูลพิเศษเพิ่มเติม

- 4.4 ส่งเสริมให้นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีในโจทย์ข้อเดียวกัน
  5. ให้คำแนะนำที่จะสร้างรูปแบบเพื่อการค้นคว้าหาคำตอบ
    - 5.1 ใช้แผนผังแสดงวิธีแก้
    - 5.2 ใช้ไดอะแกรม โมเดล หรือเขียนร่างเพื่อแยกดูโครงสร้าง
    - 5.3 ใช้สัญลักษณ์เขียนแทนตัวแปรของปัญหา
  6. แสดงให้นักเรียนเห็นว่าจะตั้งคำถาม ถามตัวเองอย่างไร
    - 6.1 โจทย์กำหนดอะไร
    - 6.2 โจทย์ต้องการให้ทำอะไร
    - 6.3 ความคิดอะไรที่เคยเรียนมาแล้วและจะมาสัมพันธ์กับปัญหานี้
    - 6.4 ปัญหาอะไรที่เคยทำมาแล้วและคล้ายกับปัญหานี้มีข้อแตกต่างอย่างไร
    - 6.5 จะเรียงลำดับขั้นตอนการคิดอย่างไร จะหาอะไรก่อน-หลัง และแยกแยะออกเป็นปัญหาย่อยอย่างไร
      - 6.6 จะสรุปปัญหานั้นอย่างไร
      - 6.7 เมื่อแก้ปัญหาแล้วจะมีวิธีตรวจย้อนหรือตรวจคำตอบอย่างไร
  7. เน้นวิธีการแก้ปัญหามากกว่าที่จะบอกว่าแก้อย่างไร
    - 7.1 ถามนักเรียนในการที่จะหาวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา
    - 7.2 ให้ความยอมรับในแต่ละส่วนที่ใช้วิธีการถูกต้องมากกว่าคำตอบถูกต้องแต่วิธีการผิด
      - 7.3 การแก้โจทย์ปัญหาต้องดูที่วิธีการคิดของนักเรียนด้วย
      - 7.4 ให้โอกาสแก่นักเรียนในการแสดงวิธีการแก้ปัญหา
      - 7.5 ให้อรรถกวีวิเคราะห์วิธีทำ
  8. ส่งเสริมการทดลอง การลองผิดลองถูก การคาดคะเน การเดาคำตอบอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา
    9. ควรจะให้มีการฝึกทำโจทย์ปัญหาบ่อย ๆ
    10. ให้นักเรียนเขียนการแก้ปัญหของเขาในรูปแบบฟอร์มที่ถูกต้อง
    11. ใช้โจทย์ปัญหานั้นเพื่อค้นพบความคิดรวบยอดตามแนวคิดศาสตร์สมัยใหม่
    12. ใช้โจทย์ปัญหานั้นเป็นแบบฝึกหัดไปในตัว
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 180-186) ระบุถึงแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมมือเป็นทีมหรือกลุ่ม ได้ลงมือแก้ปัญหา และปฏิบัติการกิจต่าง ๆ จนบรรลุวัตถุประสงค์ที่คาดหวังไว้ ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งกันและกัน ได้สื่อสารและนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตนได้อภิปราย ถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพ ได้สะท้อนความคิดเห็น เกี่ยวกับยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพ ได้สะท้อนความคิดเห็น เกี่ยวกับยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกันตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับ ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้ง ภายในและภายนอกห้องเรียน กล่าวแสดงหรืออ้างเหตุผล มีทักษะการสื่อสารและการเข้าสังคม มีความเชื่อมั่นในตนเอง สามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ ตลอดจนเข้าใจแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้น

2. ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้สอน อาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้ง จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการแก้ปัญหา ได้เรียนรู้ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหา

3. ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิด ของตนอย่างอิสระ ผู้สอนอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนเติมคำตอบเพียงคำตอบเดียว เติมคำตอบ สั้น ๆ แล้วจึงเติมคำตอบเป็นข้อความหรือประโยค และเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการได้คิด อธิบายใน สิ่งที่ตนเองคิดและนำเสนอแนวคิดของตนได้แล้ว ผู้สอนควรให้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหเป็นกลุ่ม เพราะการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอร่วมกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มด้วย

4. ผู้สอนควรยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน ไม่ว่าจะถูกหรือผิด ซึ่งการตอบผิดของ นักเรียนจะทำให้ผู้สอนได้รู้ว่าข้อผิดพลาดนั้นมาจากไหน และมีมากน้อยเพียงใด ผู้สอนไม่ควรย้ำ สิ่งที่นักเรียนทำผิดหรือเข้าใจผิด แต่ผู้สอนควรซักถามอธิบายและเปิดโอกาสอภิปราย เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

5. ผู้สอนควรสนับสนุนให้นักเรียนเริ่มต้นคิดหาวิธีแก้ปัญหด้วยตนเองก่อน เนื่องจาก มีนักเรียนจำนวนมากไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นคิดแก้ปัญหอย่างไร จึงรอให้ผู้สอนแนะและตั้งคำถามนำ ผู้สอนควรตระหนักว่าการถามนำมากเกินไป จะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับการคิดเพื่อตอบคำถาม ผู้สอนที่ละคำถามต่อเนื่องกันจนได้คำตอบ โดยไม่คิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหที่ครบขั้นตอนหรือ กระบวนการด้วยตนเอง

6. ผู้สอนควรสนับสนุนให้นักเรียนคิดลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหา ขณะดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอน และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน เลือกใช้ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการดำเนินกิจกรรม แล้วสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอน และกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

7. ผู้สอนควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาแล้ว ผู้สอนควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนคิดหา ยุทธวิธีแก้ปัญหาค่าอื่นที่แตกต่างจากเดิม แล้วให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาค่าอื่นนั้น หากคำตอบของ ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาคณิตศาสตร์สามารถใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาค่า ได้มากกว่าหนึ่งวิธี

8. ผู้สอนควรสนับสนุนให้นักเรียนสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบาย และตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง ซึ่งอาจเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกตั้งคำถามกับตนเอง บ่อย ๆ โดยเป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบาย เช่น เพราะเหตุใด ทำไม และอย่างไร แล้วให้นักเรียน ลงมือ สำรวจ สืบสวน รวบรวมข้อมูล ค้นหาความสัมพันธ์และแบบรูป สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ ตลอดจนตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

9. ผู้สอนควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ช่องทางการสื่อสารได้มากกว่าหนึ่งช่องทาง ในการนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาและ นำเสนอยุทธวิธีในกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว ผู้สอนควรกระตุ้นให้คิดหาช่องทางการสื่อสารอื่นที่ใช้ ในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง เพื่อให้นักเรียน ตระหนักว่าปัญหาคณิตศาสตร์สามารถสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอได้มากกว่า หนึ่งช่องทางการสื่อสาร

10. ผู้สอนควรสนับสนุนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และ ในบริบทอื่น ๆ นักเรียนไม่เพียงมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบ แต่นักเรียนยังมี ประสบการณ์ในการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดของศาสตร์อื่น ๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้ และการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบ มีคุณค่ามากกว่าการแก้ปัญหาเดียว ตลอดเวลา

11. ผู้สอนควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดยอาศัยแนวคิด ยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหาจากปัญหาเดิม ซึ่งในการสร้างปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้ จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนได้อย่างหลากหลายและเป็นอิสระ



12. ผู้สอนควรสนับสนุนให้นักเรียนรับรู้กระบวนการคิดของตนเอง ตรวจสอบความคิด และกระบวนการคิดของตนเองว่า มีสิ่งใดบ้างที่รู้ และมีสิ่งใดบ้างที่ไม่รู้ ตลอดจนสะท้อน กระบวนการ แก้ปัญหาของตนเองออกมาด้วย

13. ผู้สอนควรเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา ที่หลากหลาย ผู้สอนควรเป็นผู้นำเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนทั้งชั้นเกี่ยวกับยุทธวิธี และ กระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคน ได้ทำแล้วร่วมกันพิจารณา และสรุปว่ายุทธวิธีและ กระบวนการแก้ปัญหาใด เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

จากความคิดของนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านสามารถสรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งแบ่งเป็น 6 ข้อ ดังนี้

1. ผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อให้ นักเรียน ได้มี โอกาสทำงาน เป็นกลุ่มได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และได้แลกเปลี่ยนยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ของตนเองกับสมาชิกภายในกลุ่ม โดยนักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของ ผู้อื่นและฝึกการเป็นผู้นำ ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในตนเอง โดยที่สมาชิกทุกคนต้องมีส่วนร่วม ในการแก้ปัญหา และผู้สอนควร ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียน ได้พยายามคิดแก้ปัญหาในวิธีที่ หลากหลายภายในกลุ่มตนเองหรือเมื่อกลุ่มแก้ปัญหาไม่ได้หรือไม่ตรงประเด็นคำถาม

2. ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองก่อน

3. ผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนใช้กลวิธีเพิ่มพูนความเข้าใจ

3.1 การเขียนภาพ แผนภาพ หรือแบบจำลอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

3.2 ยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

3.3 เปลี่ยนสถานการณ์ให้เป็นเรื่องที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน

3.4 การให้ข้อมูลเกินความจำเป็นหรือไม่เพียงพอ เพื่อฝึกให้นักเรียนได้วิเคราะห์

4. ผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ หรือพูดลำดับขั้นตอนคร่าว ๆ ก่อนลงมือทำ

5. ผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่า 1 รูปแบบ เพื่อให้มี ความยืดหยุ่นในการคิด

6. ผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้มาว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม ตามที่โจทย์ต้องการแล้วหรือไม่ เพื่อฝึกให้การให้เหตุผลและยืนยันความถูกต้อง

**การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์**

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการวัดและประเมินผลความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Polya (1973, pp. 5-40) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียด ดังตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 รูปแบบการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	หลังจากอ่าน โจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไรและข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา	ใช้เงื่อนไขความเป็นจริงในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ความสามารถในการสร้างตาราง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	เขียนไดอะแกรม เขียนสมการหรือ ประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือทักษะ การคำนวณ
ขั้นตรวจคำตอบ	การพิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมาย ของคำตอบ

ชานนท์ จันทรา (2554, หน้า 13) กล่าวว่า สำหรับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างเที่ยงตรงและครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเน้นการประเมินตามสภาพจริงเพื่อให้สามารถวัดสมรรถภาพของนักเรียนได้ตรงตามความจริง

อัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 174) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมามากใช้แบบทดสอบลักษณะเดียวกับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมักเป็นข้อสอบปรนัยระดับการนำไปใช้ ให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกเพียงข้อเดียว ซึ่งผลรวมของคะแนนสอบเป็นเพียงภาพรวมของระดับความสามารถที่นักเรียนมีทั้งที่การแก้ปัญหาไม่ได้ อาจมีระดับความบกพร่องแตกต่างกัน ตั้งแต่ไม่ทราบว่าจะแก้ปัญหายังไงหรือทำไม่ได้เลย จนถึงเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาถูกต้องหรือเหมาะสม แต่คิดหรือคำนวณคำตอบผิดพลาด ด้วยเหตุนี้ผู้สอนจึงควรตระหนักว่าการใช้ข้อสอบลักษณะดังกล่าวไม่ได้ให้ข้อมูลที่นำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้ปัญหานักเรียน สิ่งที่จะเป็นประโยชน์มากกว่าคือ ข้อมูลที่ทำให้ทราบว่า

นักเรียนแก้ปัญหาไม่ได้ เพราะเหตุใด เช่น ไม่เข้าใจปัญหา วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม ดำเนินการตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ ใช้เทคนิคหรือกลวิธีไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา ไม่ทราบวิธีตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นต้น แบบทดสอบที่จะใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจึงควรมีลักษณะเปิด หรือเป็นปัญหาแบบเปิด โดยอาจเปิดที่คำตอบให้มีคำตอบได้หลากหลายคำตอบ หรือเปิดที่กระบวนการ คือ มีวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเต็มศักยภาพ แบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบหนึ่งที่น่าสนใจคือแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ให้นักเรียนแสดงวิธีทำงาน 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของโพลยา เพื่อที่จะประเมินความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหานักเรียน อย่างไรก็ตาม ผู้สอนอาจต้องการวัดความสามารถเฉพาะอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา นอกเหนือจากกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ในการนี้ ผู้สอนอาจใช้แบบวัดลักษณะอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 118) เสนอเกณฑ์ของการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบทักษะการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบแยกองค์ประกอบ

องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
1. การทำความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน
	1 (ปรับปรุง)	- ไม่เข้าใจปัญหา
2. การวางแผนการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ชัดเจน
	2 (พอใช้)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
	1 (ปรับปรุง)	- วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ปรับปรุง)	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
4. การสรุปและตรวจคำตอบ	3 (ดี)	- มีการสรุปและตรวจคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- มีการสรุปคำตอบแต่ไม่มีการตรวจคำตอบ
	1 (ปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปและไม่มีการตรวจคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 130) เสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบดังตารางที่ 2-9

ตารางที่ 2-9 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบแยกองค์ประกอบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การวางแผนการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน
	1 (ปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปและตรวจคำตอบ	3 (ดี)	- ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือตรวจสอบคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ปรับปรุง)	- ไม่ตรวจสอบคำตอบ หรือตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, หน้า 30-31) เสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบเป็นการวิเคราะห์งานออกเป็นองค์ประกอบย่อยและกำหนดคะแนนสำหรับแต่ละองค์ประกอบย่อย ตัวอย่างของการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งเป็นการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการสรุปและตรวจสอบคำตอบ แสดงได้ดังตารางที่ 2-10

ตารางที่ 2-10 การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา	คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจปัญหา	2	- ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้อง
	1	- ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง
	0	- ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีการเขียนตอบใด ๆ
การวางแผนการแก้ปัญหา	2	- วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเหมาะสม
	1	- วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม หรือ ไม่มีร่องรอยการวางแผนใด ๆ
การดำเนินการแก้ปัญหา	2	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
	1	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การสรุปและตรวจคำตอบ	2	- มีการสรุปและตรวจคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	1	- มีการสรุปและตรวจคำตอบแต่ไม่มีการตรวจคำตอบ
	0	- ไม่มีการสรุปและไม่มีการตรวจคำตอบ

จากความคิดของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึงการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้สอนจะต้องบูรณาการ

การประเมินผลความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับการประเมินผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน จำนวน 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 2-11

ตารางที่ 2-11 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ทำความเข้าใจ ปัญหา	2 (ดี)	- ระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดอะไร มาให้ได้ถูกต้อง
	1 (พอใช้)	- ระบุสิ่งที่โจทย์ถามหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดอะไร มาให้ได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง
	0 (ต้องปรับปรุง)	- ระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดอะไร มาให้ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการเขียนคำตอบใด ๆ
2. วางแผน ในการแก้ปัญหา	2 (ดี)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม
	1 (พอใช้)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
	0 (ต้องปรับปรุง)	- วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมหรือไม่มี การวางแผนใด ๆ
3. ดำเนิน การแก้ปัญหา	2 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และ แสดงการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอนได้อย่าง ชัดเจน
	1 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การ แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน
	0 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดง ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบผล	2 (ดี)	- ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	1 (พอใช้)	- ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือ ตรวจสอบคำตอบไม่ครบถ้วน
	0 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่ตรวจสอบคำตอบ หรือตรวจสอบคำตอบ ไม่ถูกต้อง

## ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ปรีชา เนาว่าเย็นผล (2537, หน้า 23-79) กล่าวว่า ยุทธวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือสำคัญทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จ ผู้แก้ปัญหามust ต้องเลือกและประยุกต์ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ปัญหาหนึ่งอาจใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้หลายอย่าง โดยการเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมกับปัญหา ผู้สอนสามารถแนะนำยุทธวิธีและช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ยุทธวิธีเหล่านั้น เมื่อนักเรียนมีวุฒิภาวะมากขึ้นจะสามารถชี้เหตุผลในการตัดสินใจเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ มีดังนี้

### 1. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ

การเดาและตรวจสอบเป็นยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ง่ายที่สุด การเดาโดยมีพื้นฐานจากความรู้และประสบการณ์ การคิด และตรวจสอบ เมื่อพบว่าคำตอบไม่ถูกต้องก็นำผลจากการเดาในครั้งแรกมาวิเคราะห์ เพื่อเป็นกรอบในการปรับการเดาในครั้งต่อไปอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะทำให้คำตอบเร็วขึ้น การใช้ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบในลักษณะดังกล่าว จะเป็นการเดาและตรวจสอบที่มีคุณภาพ ซึ่งต่างจากการเดาแบบไม่ได้อาศัยการคิดแต่อย่างใด กลยุทธ์การสอนอาจดำเนินดังนี้

- 1.1 ให้นักเรียนเดาคำตอบ
- 1.2 ตรวจสอบการเดากับเงื่อนไขต่าง ๆ ของปัญหา
- 1.3 ใช้ข้อมูลที่ได้รับจากการตรวจสอบเพื่อทำให้การเดามีประสิทธิภาพขึ้น
- 1.4 ดำเนินกระบวนการต่อไปจนกระทั่งได้คำตอบที่ถูกต้อง

### 2. ยุทธวิธีการประมาณคำตอบ

ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ การประมาณคำตอบจากการคิดคำนวณอย่างคร่าว ๆ สามารถช่วยให้มองเห็นภาพของคำตอบที่ต้องการได้ค่อนข้างรวดเร็ว และสามารถนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากการคิดคำนวณปกติ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ

### 3. ยุทธวิธีเขียนภาพหรือแผนภาพ

การใช้ภาพหรือแผนภาพสำหรับนักเรียนในการแก้ปัญหามจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งสามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น ยุทธวิธีสร้างแบบจำลองโดยใช้สื่อของจริง หรือการวาดรูปเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา อาจพิจารณาได้เป็นสองชั้น ดังนี้

- 3.1 สร้างแบบจำลองให้เหมาะสมกับปัญหา
- 3.2 ใช้แบบจำลองที่เลือกสรรเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา

#### 4. ยุทธวิธีสร้างตัวแบบ

ตัวแบบใช้เป็นตัวแทนของมโนคติและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีประโยชน์ในการแนะนำความรู้ใหม่ เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจมโนคติ ตัวแบบมีประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหา นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นให้ใช้ตัวแบบที่เหมาะสมในการทำความเข้าใจและกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา

#### 5. ยุทธวิธีลงมือปฏิบัติ

การลงมือปฏิบัติเป็นยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมที่ลงมือปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ทำให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดโดยผ่านการกระทำด้วยตนเอง ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น

#### 6. ยุทธวิธีแจกแจงรายการ

การแจกแจงรายการเป็นการนำเสนอสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ได้แก่ ข้อมูลที่กำหนดกรณีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่กำหนด โดยนำเสนอให้เป็นระบบ มีระเบียบครบถ้วนเป็นหมวดหมู่ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาหาข้อมูลที่จำเป็นต่อการหาคำตอบของปัญหา เป็นการเขียนรายการที่เกิดขึ้นบางกรณี หรือกรณีที่เกิดขึ้นทั้งหมด และเพื่อให้ครอบคลุมครบถ้วนทุกกรณี การแจกแจงรายการจึงควรทำอย่างเป็นระบบ อาจใช้ตารางช่วยในการแจกแจงรายการในบางปัญหา การใช้ตารางช่วยในการบันทึกข้อมูลจะช่วยให้หาแบบรูปและกรณีทั่วไปได้ง่ายขึ้น เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลหาคำตอบได้ง่ายขึ้น หรือจัดข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ

#### 7. ยุทธวิธีสร้างตาราง

การสร้างตาราง เป็นการจัดกระทำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้เป็นระบบ โดยนำมาเขียนลงในตารางช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล นำไปสู่การหาคำตอบที่ต้องการ สามารถใช้ร่วมกับยุทธวิธีแก้ปัญหาวิธีอื่น เช่น การเดาและตรวจสอบ การค้นหาแบบรูป ในการใช้ยุทธวิธีสร้างตาราง ผู้ใช้จำเป็นต้องตัดสินใจว่าจะเลือกใช้ตารางแบบใด แนวนอนควรแสดงอะไร และแนวตั้งควรแสดงอะไร

นักเรียนส่วนมากมีความยุ่งยากในการหาคำตอบของปัญหาที่ไม่สามารถแปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์จึงไม่สามารถหาคำตอบได้ ถ้าเขาได้รับการชี้แนะยุทธวิธีที่เหมาะสมก็จะช่วยให้มีแนวทางที่จะหาคำตอบได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีแก้ปัญหาโดยสร้างตารางเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้กันอยู่บ่อย ๆ

#### 8. ยุทธวิธีค้นหาแบบรูป

แบบรูปเป็นสาระสำคัญที่เด่นชัดในคณิตศาสตร์ การค้นหาและการใช้แบบรูปสามารถประยุกต์ได้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในระดับประถมศึกษาให้นักเรียน



สามารถค้นหาและอธิบายแบบรูปของจำนวน นักเรียนที่มีวุฒิภาวะสูงกว่าจะทำให้กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับแบบรูปที่เป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนได้มากกว่า จนกระทั่งสามารถสร้างนัยทั่วไปด้วยนิพจน์ทางพีชคณิตที่พัฒนาจากการค้นหาแบบรูป

ยุทธวิธีแก้ปัญหาโดยการใช้แบบรูปในระดับประถมศึกษา มักมีกิจกรรมที่กำหนดภาพหรือจำนวนให้อย่างเป็นระบบ ให้นักเรียนบอกว่าภาพต่อไปจะเป็นอะไร หรือจำนวนต่อไปเป็นจำนวนใด นักเรียนอาจใช้ตารางช่วยในการหาจำนวนรูปหรือความสัมพันธ์ของจำนวนแบบรูป ใช้การวิเคราะห์ และการสังเกตเพื่อสร้างเป็นกรณีทั่วไป แบบรูปมีความสำคัญต่อการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในหลายเรื่อง เช่น การนับ การนับเพิ่ม การนับลด ตารางการคูณ แนวการแก้ปัญหาบางปัญหาจะอาศัยการสังเกตแบบรูป ซึ่งจะช่วยให้หาคำตอบของปัญหาได้โดยง่าย แต่ต้องตระหนักว่าการกำหนดแบบรูปโดยบอกจำนวนมาให้สามถึงสี่จำนวน แล้วให้หาจำนวนต่อ ๆ ไปนี้ ในทางคณิตศาสตร์การให้เหตุผลจากการสังเกตข้อมูล แล้วสรุปการให้เหตุผลเช่นนี้ เป็นการให้เหตุผลแบบอุปนัย ข้อสรุปที่ได้อาจจะถูกต้องหรือผิดก็ได้ ดังนั้นข้อสรุปของแต่ละคนที่ได้ จึงเป็นข้อสรุปตามข้อมูลที่แต่ละคนสังเกตความเกี่ยวข้องเชื่อมโยง จึงอาจเห็นต่างกันไปได้ อย่างไรก็ตามในเรื่องแบบรูปของจำนวน หากกำหนดเงื่อนไขที่แน่นอนชัดเจน ก็จะสามารถหารูปทั่วไปของแบบรูปนั้น ๆ ได้ ในการสอนแบบรูปจึงควรให้นักเรียนได้เรียนรู้ดังนี้

8.1 การวิเคราะห์แบบรูปและหารูปทั่วไปจากการสังเกต

8.2 การตรวจสอบรูปทั่วไปจากข้อมูลที่มีอยู่

8.3 การสร้างแบบแผนการพิสูจน์เพื่อตรวจสอบรูปทั่วไป

9. ยุทธวิธีทำปัญหาให้ง่ายหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย

ปัญหาบางปัญหาอาจมีความซับซ้อน การทำปัญหาให้ง่ายลงโดยการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วน ๆ จะช่วยให้สามารถกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาและนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหาที่กำหนดให้

10. ยุทธวิธีใช้ตัวแปร

การแก้ปัญหาคด้วยยุทธวิธีใช้ตัวแปรนี้กระทำโดยสมมติตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า สร้างความสัมพันธ์ข้อมูลต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่ปัญหากำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้น แล้วพิจารณาคำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น ซึ่งบางปัญหาสามารถสร้างความสัมพันธ์ในรูปสมการที่สอดคล้องกับปัญหาได้ แล้วแก้ปัญหโดยการใช้สมการและพิจารณาความเป็นไปได้จากคำตอบของสมการนั้น

### 11. ยุทธวิธีให้เหตุผล

การให้เหตุผลในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในปัญหา ผนวกกลับย้อนกลับไปสู่สิ่งที่ปัญหาคำหนดให้ ซึ่งเป็นการช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผลที่ใช้ในการคิดวิเคราะห์จากผลไปสาเหตุ

12. การทำย้อนกลับ เป็นยุทธวิธีที่เริ่มต้นจากการพิจารณาสิ่งที่ปัญหาต้องการ แล้วหาความเชื่อมโยงย้อนกลับไปสู่สิ่งที่ปัญหาคำหนดให้ ซึ่งเป็นการช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผลที่ใช้การวิเคราะห์จากผลไปหาเหตุ

ขั้นตอนที่สำคัญในการแก้ปัญหาคือการวางแผน ค้นหาแนวคิด หรือวิธีการหาคำตอบของปัญหา เป็นขั้นตอนที่กำหนดแนวทางหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาหนึ่ง ๆ สามารถใช้ยุทธวิธีหลากหลาย อาจใช้ยุทธวิธีใดยุทธวิธีหนึ่งหรือหลายยุทธวิธีประกอบกัน นักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องเรียนรู้ให้มีความเข้าใจยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาย่างลึกซึ้ง ผู้แก้ปัญหาคือใช้กระบวนการคิดแบบอเนกนัยโดยใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แล้วพิจารณาตัดสินใจเลือกยุทธวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดและไม่เคยใช้มาก่อน ดังนั้นจึงต้องมีการแนะนำยุทธวิธีแก้ปัญหามาให้นักเรียนหรือผู้แก้ปัญหามีโอกาสเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนด

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยต่างประเทศ

Slavin (1990, pp. 409-422) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือหลาย ๆ ครั้งพบว่าจากการทดลอง 70 การทดลอง เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนแบบร่วมมือทุกประเภท ทั้งในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา ใช้เวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ขึ้นไป และทำการทดลองโดยการเปรียบเทียบกับวิธีการสอนปกติ ผลปรากฏว่ามีการทดลองถึง 41 การทดลองที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Johnson and Johnson (1994, pp. 27-30) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนเกรด 2 จำนวน 75 โดยการเรียนแบบร่วมมือ ประกอบด้วยนักเรียนที่เรียนดี ปานกลางและอ่อน กลุ่มแรกให้ทำงานที่ได้รับมอบหมายเป็นรายบุคคล กลุ่มที่สองให้ทำงานโดยมีการอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มย่อย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีการอภิปรายกันทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนเป็นรายบุคคล และการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ซึ่งจัดขึ้นภายหลังที่เรียนหน่วยการเรียนที่ใช้ในการทดลองเสร็จสิ้นไปแล้วพบว่า นักเรียนในกลุ่มที่มีการเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าที่มีการเรียนเป็นรายบุคคล

Becker and Shimada (1997, p. 1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสอนที่ใช้ ปัญหาปลายเปิด เป็นศูนย์กลางของกิจกรรมการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่าการสอนโดยใช้ ปัญหาปลายเปิด เป็นศูนย์กลางมีศักยภาพในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ การเรียนรู้ที่แตกต่าง ไปจากเดิม เป็นการหาคำตอบของปัญหาซึ่งต้องใช้ความรู้ที่มีมาก่อน ทักษะ และวิธีการคิดบูรณาการเข้าด้วยกัน Becker เชื่อว่าการสอน โดยใช้การแก้ปัญหา ปลายเปิดจะช่วย ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์และทำให้นักเรียน ได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีปฏิบัติซึ่งอาจจะช่วย ลดช่องว่างระหว่างการสอนจริงกับมุมมองของหลักสูตร

Zevenbergen, Mously and Sullivan (2001) ได้ศึกษาการใช้งานที่มีลักษณะปลายเปิด (Open-ended problem) ในการเรียนการสอนและการประเมินผลในกลุ่มผู้สอนวิชาต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่าผู้สอนสามารถให้งานที่มีลักษณะปลายเปิดแก่นักเรียนได้ในทุกกระบวนการของการสอน ทั้งนี้รวมถึงการประเมินผลด้วย นอกจากนี้แล้วนักเรียนยังมีพัฒนาการในการทำงาน ร่วมกันเป็นอย่างดี

Williams (2003, pp. 185-187) ได้ศึกษาถึงการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ว่าสามารถช่วยส่งเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้นเรียนพีชคณิต จำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้ การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียน โดยใช้การแก้ปัญหาตาม ขั้นตอนแต่ไม่ต้องฝึกเขียน มีการทดสอบทั้งก่อนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลอง สามารถทำงานแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม การเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองเรียนรู้การใช้ขั้นตอนตามกระบวนการแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียน ในกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพอใจ ในกิจกรรมการเขียนและนักเรียนจำนวน 80% บอกว่า กิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนัก แก้ปัญหาที่ดีขึ้นได้

#### งานวิจัยในประเทศ

รุจิอาภา รุจิยาปนนท์ (2550, หน้า 51-55) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ การแก้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาลวัดแหลมสุวรรณาราม จังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 16 คน ซึ่งเป็นนักเรียนอาสาสมัคร ผลการศึกษาพบว่า หลังการทดลองนักเรียนมีความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนไม่มากกว่า ร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ดอกอ้อ ดิอี่เม้ง (2551, หน้า 57-92) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบทีมแข่งขัน (TGT) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาล วัดติกรมหาชาราม (สมุทรคุณากร) ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

วนิดา อารมณั้เพียร (2552, หน้า 103) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้เรื่องการหารทศนิยม และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAT และ TGT ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการหารทศนิยม ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAT และ TGT สูงขึ้น นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มดีขึ้น

สาลินี เรืองจ้อย (2554, หน้า 47-61) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิณดา อุดมเลิศปรีชา (2557, หน้า 56) ได้วิจัยเรื่องการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง “ทฤษฎีบทพีทาโกรัส” โดยการใช้ปัญหาปลายเปิด โรงเรียนสารวิทยา กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “ทฤษฎีบทพีทาโกรัส” โดยเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กฤษกร สุขอนันต์ (2558, หน้า 48-50) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI และเทคนิค TGT ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI และเทคนิค TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI และเทคนิค TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบ TGT เป็นวิธีการที่ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเล็ก ๆ สมาชิกในกลุ่มมีลักษณะแตกต่างกัน เพราะเป็นการลดความสามารถของนักเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้นำศักยภาพของตนเอง มาสร้างความสำเร็จของกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง รู้จักการแก้ปัญหา และ

หาคำตอบ รู้หน้าที่ของตน ฝึกความรับผิดชอบในการทำงานกลุ่ม รู้จักการช่วยเหลือ  
ร่วมแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม โดยผู้สอนเป็น  
ผู้ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบ หรือหาวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ อีกทั้ง  
ยังแนะนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการได้มาซึ่งคำตอบ  
ที่หลากหลายวิธี ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนแต่ละคนกล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับฟังความคิดเห็น  
ของผู้อื่น จึงทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน และรับผิดชอบต่อผลการเรียนของ  
ตนเอง และต่อผลการเรียนของกลุ่ม นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือจะได้พัฒนา  
ทักษะการคิดจากกระบวนการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน  
ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการเรียนนักเรียนทุกคนจะต้องมีบทบาท และแต่ละคนจะต้องทำหน้าที่  
ของตนให้เต็มความสามารถที่มีของตนให้เต็มที่

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

##### การกำหนดประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมจำนวนประชากร 205 คน โดยทุกห้องจัดนักเรียนแบบคละความสามารถกัน

##### การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 จำนวน 38 คน โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

#### แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-experimental design) ซึ่งมีการเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว โดยให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่าง และทำการทดสอบหลังการทดลอง แล้วนำผลการทดลองที่ได้หาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำคะแนนมาทดสอบสมมติฐานเทียบคะแนนเฉลี่ยกับเกณฑ์

ด้วยการทดสอบค่าสถิติ t-test ผู้วิจัยจึงใช้แบบแผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียวแล้ววัดผล หลังการทดลองครั้งเดียว (One-group posttest-only design) (องอาจ นัยวัฒน์, 2551, หน้า 270) ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบแผนของการวิจัยแบบ One-group posttest-only design

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

- E* แทน กลุ่มทดลอง (Experimental group)
- X* แทน การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด
- O* แทน การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด (Posttest)

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย
  - 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ จำนวน 6 แผน ใช้เวลาในการสอน 17 คาบ
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย
  - 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ
  - 2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

## การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 17 คาบ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทราของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สาระการเรียนรู้แกนกลาง คำอธิบายรายวิชา แนวทางการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล หนังสือแบบเรียนและคู่มือผู้สอน เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

2. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด รายละเอียดของเนื้อหา เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จากหนังสือคู่มือผู้สอนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และเป็นประโยชน์ต่อการจัดสรรเวลารวมถึงเนื้อหาที่จะใช้ในการทดลองให้เหมาะสม โดยผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาสำหรับการทดลองออกเป็น 6 แผนการจัดการเรียนรู้ สามารถแสดงรายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้อย่างตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 รายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1	อัตราส่วน	3
2	อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน	2
3	สัดส่วนตรง	3
4	สัดส่วนผกผัน	3
5	ร้อยละ	3
6	ประยุกต์	3



3. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดจาก เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

4. วิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กำหนดชั่วโมงสอนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาของรายวิชา ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

แผนที่	มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1. อัตราส่วน	เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอัตราส่วนได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วน แทนการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ได้</li> <li>4. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าอัตราส่วนที่กำหนดให้เป็นอัตราส่วนที่เท่ากันหรือไม่</li> <li>5. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้อัตราส่วน ในการแก้ปัญหาได้</li> <li>6. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ได้</li> <li>7. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ความหมายของ อัตราส่วน</li> <li>2. อัตราส่วนที่เท่ากัน</li> <li>3. การตรวจสอบ การเท่ากันของอัตราส่วน โดยการใช้การคูณไขว้</li> </ol>	3

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

แผนที่	มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
2. อัตราส่วนของ จำนวนหลาย ๆ จำนวน	เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	1. นักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนของจำนวน หลาย ๆ จำนวนแทนการเปรียบเทียบปริมาณ หลายปริมาณที่กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้อัตราส่วนใน การแก้ปัญหาลักษณะอัตราส่วนของจำนวน หลาย ๆ จำนวนได้ 3. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาวาง คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนของจำนวน หลาย ๆ จำนวน ได้ 4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้	อัตราส่วนของ จำนวนหลาย ๆ จำนวน	2
3. สัดส่วนตรง	เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของ สัดส่วนตรงได้ 2. นักเรียนสามารถหาจำนวนที่แทนด้วยตัวแปร ในสัดส่วนตรงที่กำหนดให้ได้	1. ความหมายของ สัดส่วน 2. สัดส่วนตรง	3

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

แผนที่	มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
		3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้สัดส่วนตรงในการแก้โจทย์ปัญหาได้ 4. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สัดส่วนตรง ได้ 5. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้		
4. สัดส่วน ผกผัน	เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสัดส่วนผกผันได้ 2. นักเรียนสามารถหาจำนวนที่แทนด้วยตัวแปรในสัดส่วนที่กำหนดให้ได้ 3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้สัดส่วนผกผันในการแก้โจทย์ปัญหาได้ 4. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สัดส่วนผกผัน ได้ 5. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้	-สัดส่วนผกผัน	3

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

แผนที่	มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
5. ร้อยละ	เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูป ร้อยละได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถเขียนร้อยละให้อยู่ในรูป อัตราส่วนได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ร้อยละ ในการแก้ปัญหาได้</li> <li>4. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ เรื่องร้อยละได้</li> <li>5. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ความหมายของ ร้อยละ</li> <li>2. การเขียนอัตราส่วน ให้อยู่ในรูปร้อยละ</li> <li>3. การเขียนร้อยละให้ เป็นอัตราส่วน</li> </ol>	3
6. บทประยุกต์	เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ในการแก้ปัญหาได้</li> <li>2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ได้</li> <li>3. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้</li> </ol>	การประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ	3

4. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งสิ้น 17 คาบ โดยออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเทคนิค กลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ระบุรายละเอียด หัวข้อเรื่อง ดังนี้

- 4.1 มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด
- 4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4.3 สาระสำคัญ
- 4.4 สาระการเรียนรู้
- 4.5 กิจกรรมการเรียนรู้
  - 4.5.1 ขั้นที่ 1 การเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น
  - 4.5.2 ขั้นที่ 2 การศึกษากลุ่มย่อย
  - 4.5.3 ขั้นที่ 3 การเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหา
  - 4.5.4 ขั้นที่ 4 การยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม
- 4.6 สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้
- 4.7 การวัดและการประเมินผล
- 4.8 บันทึกหลังการสอน

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ตลอดจนภาษาที่ใช้ และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 162) ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมาย โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51-4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51-3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51-2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.00-1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งได้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.16

(ภาคผนวก ค, หน้า 226)

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ โดยมีการปรับปรุงดังนี้

7.1 ปรับปรุง การเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหา เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน ควรเขียนอธิบาย หรือ ยกตัวอย่างวิธีการแข่งลงในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วย

7.2 ปรับปรุงการพิมพ์คำผิด เช่น การพิมพ์ซ้ำ

7.3 ปรับปรุงการเขียนไม่ชัดเจน เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง บทประยุกต์ ควรเขียนประเด็นที่ต้องการประยุกต์ให้ชัดเจน เช่น ประยุกต์เรื่อง กำไร ขาดทุน เป็นต้น

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจพิจารณาต่อไป

9. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุง แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ที่ไม่เคยเรียนเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ของโรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เพื่อหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ และตรวจสอบความเป็นไปได้ในการจัดการเรียนรู้ และใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีการปรับปรุงดังนี้

9.1 ปรับปรุงความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน ใบบางที่ 2 เรื่องอัตราส่วนที่เท่ากันลด โจทย์ในใบบางจาก 10 ข้อ เหลือ 5 ข้อ ให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม และ จากใบบางที่ 5 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา อัตราส่วนที่เท่ากัน (กลุ่ม) ลดโจทย์จาก 3 ข้อ ให้เหลือ 2 ข้อ

10. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ**  
ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” อำเภอบางปะกง จังหวัด ฉะเชิงเทรา ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. ศึกษาคู่มือผู้สอน หลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ และแนวทางการวัดผลและประเมิน

3. กำหนดลักษณะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวิเคราะห์เนื้อหาจาก สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อจัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และกำหนดจำนวนข้อสอบ 60 ข้อ โดยคัดเลือกแบบทดสอบไว้จำนวน 30 ข้อ รายละเอียด ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออก (จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง)			
		ความรู้- ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์
1. อัตราส่วน	1. นักเรียนสามารถบอก ความหมายของอัตราส่วนได้	2 (1)			
	2. นักเรียนสามารถเขียน อัตราส่วนแทนการเปรียบเทียบ ปริมาณสองปริมาณได้		2 (1)		
	3. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วน ที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ได้		2 (1)		



ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออก (จำนวนข้อสอบใช้จริง)			
		ความรู้- ความจำ	ความเข้าใจ	การนำ ไปใช้	การวิเคราะห์
	4. นักเรียนสามารถบอกได้ว่า อัตราส่วนที่กำหนดให้เป็น อัตราส่วนที่เท่ากันหรือไม่	2 (1)			
	5. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ อัตราส่วนในการแก้ปัญหาได้			2 (1)	
	6. นักเรียนสามารถเขียน อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวนแทนการเปรียบเทียบ ปริมาณหลายปริมาณที่กำหนด ให้ได้		2 (1)		
	7. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ อัตราส่วนในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวนได้				2 (1)
2. สัดส่วน	8. นักเรียนสามารถบอก ความหมายของสัดส่วนตรงได้	2 (1)			
	9. นักเรียนสามารถอธิบาย ความหมายของสัดส่วนผกผันได้		2 (1)		
	10. นักเรียนสามารถหาจำนวน ที่แทนด้วยตัวแปรในสัดส่วนได้	2 (1)	4 (2)		
	11. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ สัดส่วนตรงในการแก้โจทย์ปัญหา ได้		2 (1)	4 (2)	
	12. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ สัดส่วนผกผันในการแก้โจทย์ ปัญหาได้		4 (2)	2 (1)	

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออก (จำนวนข้อสอบใช้จริง)			
		ความรู้- ความจำ	ความเข้าใจ	การนำ ไปใช้	การวิเคราะห์
3. ร้อยละ	13. นักเรียนสามารถอธิบาย ความหมายของร้อยละได้		2 (1)		
	14. นักเรียนสามารถเขียน อัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละได้		2 (1)		
	15. นักเรียนสามารถเขียนร้อยละ ให้อยู่ในรูปอัตราส่วนได้		2 (1)		
	16. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้		2 (1)	2 (1)	2 (1)
4. บท ประยุกต์	17. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละใน การแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้		2 (1)	2 (1)	8 (4)

4. นำแบบทดสอบวัดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแบบทดสอบ ตลอดจนภาษาที่ใช้ และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ค่าความสอดคล้อง IOC ค่าดัชนี ที่ยอมรับได้ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (เวรฤทธิ์ อังกะระภัทรขจร, 2555, หน้า 159-160) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยผลการประเมินค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ จากผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ 5 คน พบว่า แบบทดสอบทั้ง 60 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง 0.4-1.0 โดยเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป (ภาคผนวก ค, หน้า 227)

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและ ร้อยละ ที่ปรับปรุง แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 60 ข้อ ซึ่งมีคำแนะนำและแก้ไขแบบทดสอบ ดังนี้

6.1 ตรวจสอบคำผิด การใช้คำ เช่น จากมีค่าตรงกับข้อใด เปลี่ยนเป็น มีอัตราส่วนตรงกับข้อใด

6.2 เปลี่ยนโจทย์เรื่องอัตราส่วนที่เท่ากันในข้อที่ 5 ดังนี้

จาก “ ถ้า  $a : b = 5 : 4$  และ  $b : c = 3 : 2$  แล้ว  $a : b : c$  มีค่าตรงกับข้อใด ”

เป็น “ สนามหญ้าแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาว เป็น 5 : 8 ถ้าสนามหญ้ามี่ความยาว 96 เมตร จงหาความกว้างของสนามหญ้าแห่งนี้ ”

6.3 เปลี่ยนโจทย์การประยุกต์ใช้อัตราส่วนในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนของ จำนวนหลาย ๆ จำนวน ในข้อที่ 14 ให้มีอัตราส่วนมากกว่า 2 อัตราส่วน ดังนี้

จาก “ อัตราส่วนของเงินเดือนของนาย A ต่อเงินเดือนของนาย B เท่ากับ 7 : 9 เงินเดือนของนาย A ต้องเพิ่มอีกเท่าไรจึงจะทำให้อัตราส่วนของเงินเดือนของนาย A ต่อ นาย B เป็น 5 : 6 เมื่อ นาย B มีเงินเดือน 18,000 บาท ”

เป็น “ อัตราส่วนของอายุของนาย A ต่ออายุของนาย B เป็น 4 : 3 และอัตราส่วนของอายุของนาย A ต่ออายุของนาย C เป็น 6 : 7 ถ้านาย A มีอายุ 18 ปี อายุของนาย B และนาย C รวมกันเป็นเท่าไร ”

6.4 ปรับโจทย์เรื่องสัดส่วนให้มีความชัดเจนตรงจุดประสงค์มากยิ่งขึ้น ในข้อ 21 ดังนี้

จาก “ ถ้า  $\frac{x}{\frac{1}{2}} = \frac{3}{4}$  แล้ว x มีค่าเท่าไร ”

เป็น “ ถ้า  $\frac{x}{0.5} = \frac{3}{4}$  แล้ว x มีค่าเท่าไร ”

6.5 เปลี่ยนโจทย์การประยุกต์ใช้สัดส่วนตรงในการแก้โจทย์ปัญหาในข้อที่ 25 ให้เป็น โจทย์ปัญหา ดังนี้

จาก “ ถ้า  $5 : 9 = p : 54$  แล้ว p + 5 มีค่าเท่าไร ”

เป็น “ อัตราส่วนของจำนวนนักเรียนที่สอบได้ต่อจำนวนนักเรียนทั้งหมดเป็น 4 : 9 ถ้ามีนักเรียนสอบตกมากกว่านักเรียนที่สอบได้ 40 คน จงหาว่ามีนักเรียนเข้าสอบทั้งหมดกี่คน ”

6.6 เปลี่ยนโจทย์การประยุกต์ใช้สัดส่วนตรงในการแก้โจทย์ปัญหา ในข้อที่ 27 ให้เป็นโจทย์ปัญหา ดังนี้

จาก “ ถ้า  $(a+3):(2b-7)=4:9$  แล้ว  $a:b$  มีค่าเท่าไร”

เป็น “ อัตราส่วนของอายุปัจจุบันของนายวิทยากับนายสรายุทธเป็น 2:3 ในเวลา 7 ปีต่อไปข้างหน้าอัตราส่วนของอายุของคนทั้งสองเป็น 3:4 ปัจจุบันคนที่มีอายุมากกว่ามีอายุกี่ปี”

6.7 เปลี่ยนโจทย์การประยุกต์ใช้สัดส่วนตรงในการแก้โจทย์ปัญหา ในข้อที่ 28 ให้เป็นโจทย์ปัญหา ดังนี้

จาก “ จงหาค่า  $x$  เมื่อ  $(2x+6):2=(6x-4):8$ ”

เป็น “ ในการผสมกาแฟสองชนิด อัตราส่วนของจำนวนกาแฟชนิด A ต่อจำนวนกาแฟชนิด B เป็น 3:2 ถ้ากาแฟผสมมีน้ำหนัก 20 กรัม แล้วจะมีกาแฟชนิด A อยู่กี่กรัม”

6.8 เปลี่ยนโจทย์การประยุกต์ใช้สัดส่วนตรงในการแก้โจทย์ปัญหาในข้อที่ 29 ให้เป็นโจทย์ปัญหา ดังนี้

จาก “ ถ้า  $\frac{a}{6} = \frac{7}{b} = \frac{5}{15}$  แล้ว  $a+b$  มีค่าเท่าไร”

เป็น “ อัตราส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็น 12: 13: 11 ถ้ามีนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 360 คน จะมีนักเรียนทั้งหมดกี่คน”

6.9 เปลี่ยนโจทย์การประยุกต์ใช้สัดส่วนตรงในการแก้โจทย์ปัญหาในข้อที่ 30 ให้เป็นโจทย์ปัญหา ดังนี้

จาก “ ถ้า  $x:2 = y:4$  และ  $x+y=12$  แล้ว  $\frac{y}{x}$  มีค่าตรงกับข้อใด”

เป็น “ อัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านกว้างต่อด้านยาวของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็น 5:7 ถ้าด้านกว้างยาว 40 เมตร จงหาว่าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นกี่ตารางเมตร”

6.10 ปรับตัวเลือกในข้อ 58 เปลี่ยนหน่วยให้ถูกต้องดังนี้

จาก “ ก. 1 เซนติเมตร

ข. 4 เซนติเมตร

ค. 9 เซนติเมตร

ง. 25 เซนติเมตร”

เป็น “ ก. 1 ตารางเซนติเมตร

ข. 4 ตารางเซนติเมตร

ค. 9 ตารางเซนติเมตร

ง. 25 ตารางเซนติเมตร”

### 6.11 เปลี่ยนโจทย์ในข้อ 60 ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังนี้

จาก “ในปีภาษี 2560 รัชนีมีเงินสด 514,000 บาท และถูกหักภาษี ณ ที่จ่ายไว้ 38,000 บาท รัชนีต้องชำระภาษีเพิ่มเติมหรือขอคืนเงินภาษีส่วนที่ชำระไว้เกินเท่าใด โดย \*เงินสด 300,001-500,000 อัตราภาษีร้อยละ 10 ภาษีสะสมสูงสุด 27,000 \*เงินสด 500,001-750,000 อัตราภาษีร้อยละ 15 ภาษีสะสมสูงสุด 65,000”

เป็น “ในปีภาษี 2560 รัชนีมีเงินสด 514,000 บาท และถูกหักภาษี ณ ที่จ่ายไว้ 38,000 บาท รัชนีต้องชำระภาษีเพิ่มเติมเท่าใด โดย \*เงินสด 300,001-500,000 อัตราภาษีร้อยละ 10 ภาษีสะสมสูงสุด 27,000 \* เงินสด 500,001-750,000 อัตราภาษีร้อยละ 15 ภาษีสะสมสูงสุด 65,000”

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและ ร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์แล้วไปทดสอบใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เคยเรียนเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ มาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยใช้เวลาในการทดลอง 1 คาบ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

8. ตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบ โดยพิจารณาค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

9. คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งพบว่าข้อสอบที่ได้มีค่าความยากง่าย ( $p$ ) ตั้งแต่ 0.34-0.63 และได้ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ตั้งแต่ 0.20-0.51 (ภาคผนวก ค, หน้า 227)

10. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจำนวน 30 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ( $r_{tt}$ ) โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (Kuder-Richardson method) (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 160-161) โดยพิจารณาค่าความเชื่อมั่น 0.7 ขึ้นไป ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นพบว่า แบบทดสอบทั้งฉบับมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 (ภาคผนวก ค, หน้า 232)

11. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. ศึกษาคู่มือผู้สอน หลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบและแนวทางการวัดผลและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. วิเคราะห์เนื้อหาจากสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อจัดทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ และคัดเลือกแบบทดสอบไว้จำนวน 5 ข้อ รายละเอียดดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 การวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบ ที่ใช้จริง
1. อัตราส่วน	นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน	2	1
2. สัดส่วนตรง	นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สัดส่วนตรง	2	1
3. สัดส่วนผกผัน	นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสัดส่วนผกผัน	2	1
4. ร้อยละ	นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ	2	1
5. บทประยุกต์	นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ	2	1
	รวม	10	5

4. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละและเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ตลอดจนภาษาที่ใช้ และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ แบบรูบริก (Rubric assessment) ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ทำความเข้าใจ ปัญหา	2 (ดี)	- ระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดอะไรมาให้ได้ถูกต้อง
	1 (พอใช้)	- ระบุสิ่งที่โจทย์ถามหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดอะไรมาให้ได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง
	0 (ต้องปรับปรุง)	- ระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดอะไรมาให้ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการเขียนคำตอบใด ๆ
2. วางแผน ในการแก้ปัญหา	2 (ดี)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม
	1 (พอใช้)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
	0 (ปรับปรุง)	- วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมหรือไม่มีการวางแผนใด ๆ
3. ดำเนิน การแก้ปัญหา	2 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	1 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน
	0 (ปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบผล	2 (ดี)	- ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	1 (พอใช้)	- ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือตรวจสอบคำตอบไม่ครบถ้วน
	0 (ปรับปรุง)	- ไม่ตรวจสอบคำตอบ หรือตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์แล้วไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้โดย พิจารณาจากค่า IOC ค่าดัชนี ที่ยอมรับได้ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 159-160) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยผลการประเมินค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ จากผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน พบว่า แบบทดสอบทั้ง 10 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.8-1.00 (ภาคผนวก ก, หน้า 231)

7. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์มาปรับปรุง แก้ไขให้มีความสมบูรณ์จำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ และแก้ไขแบบทดสอบดังนี้

7.1 เปลี่ยน โจทย์ข้อที่ 7 ให้มีความเหมาะสมและตรงตามจุดประสงค์ยิ่งขึ้น ดังนี้ จาก “ข้อสอบคณิตศาสตร์มี 2 ฉบับ ฉบับแรกมันทำได้ 75% ของคะแนนเต็ม 80 คะแนน ฉบับที่สองมันทำได้ 70% ของคะแนนเต็ม 120 คะแนน จงหาว่ามันทำข้อสอบ ทั้งสองฉบับได้กี่เปอร์เซ็นต์”

เป็น “โกสินทร์ทำงานและมีบ้านพักอาศัยอยู่ในกรุงเทพฯ เขาต้องการไปเยี่ยมแม่ที่ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยขับรถไปเองด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางจาก กรุงเทพฯ ถึงนครศรีธรรมราชประมาณ 780 กิโลเมตร โกสินทร์คิดคำนวณเวลาที่ต้องพักระหว่าง การเดินทางไว้ 20% ของเวลาในการขับรถทั้งหมด โกสินทร์จะต้องใช้เวลาในการเดินทางและหยุด พักทั้งสิ้นกี่ชั่วโมง กี่นาที”

8. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอของผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการสอนคณิตศาสตร์แล้วไปทดสอบใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เคย เรียนเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละมาแล้ว และที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ของ โรงเรียนบางปะกง



“บวรวิทยายน” อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยใช้เวลาในการทดลอง 1 คาบ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

8.1 ตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยพิจารณาค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปซึ่งครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 5 ข้อ ซึ่งพบว่า ข้อสอบที่ได้มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.41-0.61 และได้ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.35-0.53 (ภาคผนวก ค, หน้า 233)

8.2 นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจำนวน 5 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอัตนัยโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) โดยพิจารณาค่าความเชื่อมั่น 0.7 ขึ้นไป (เวชฤทธิ์ อังกะภักทิจจร, 2555, หน้า 160-161) ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น พบว่า แบบทดสอบทั้งฉบับมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74 (ภาคผนวก ค, หน้า 233)

9. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีขั้นตอนการเตรียมการและการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. จัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

2. ดำเนินการจัดกลุ่มนักเรียน ผู้วิจัยทำการปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อแจ้งให้ทราบขั้นตอนการวิจัย ลงชื่อยินยอมเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย และการกำหนดนักเรียนเข้าเป็นกลุ่ม ดังนี้

2.1 จัดอันดับนักเรียนในชั้นจากเก่งที่สุดไปหาอ่อนที่สุด โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

2.2 หาจำนวนกลุ่มทั้งหมดว่ามีกี่กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยสมาชิก 4-5 คน ซึ่งสามารถแบ่งนักเรียนได้ทั้งหมด 9 กลุ่ม จากนักเรียนทั้งหมด 38 คน

3. ทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดกับนักเรียนกลุ่มทดลอง 3 คาบ/ สัปดาห์ รวมทั้งหมด 17 คาบ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

4. ทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ จำนวน 1 คาบ และแบบทดสอบวัดความสามารถ

ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละจำนวน 1 คาบ

5. เก็บรวบรวมแบบทดสอบทั้งหมดมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ มาวิเคราะห์ ด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนี้

#### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการทดสอบค่าที (One sample t-test)

1.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One sample t-test)

#### 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและ ร้อยละ โดยวิเคราะห์ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน คือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนในการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการแก้ปัญหา 4) ตรวจสอบผล จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

#### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (Sample mean) โดยคำนวณจากสูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 19)

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

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

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $s$ ) จำนวนจากสูตร (สม โภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 31)

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

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

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและ ร้อยละ

2.1 หาค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ โดยคำนวณจากสูตร (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 160)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความสอดคล้องตามการพิจารณาผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ด้วยการแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 27 เปรอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งคำนวณจากสูตร (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 162)

$$p = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ
	$R_h$	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$R_l$	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$n_h$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
	$n_l$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 27 เปรอร์เซ็นต์ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งคำนวณจากสูตร (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 163)

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

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ
	$S_h$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มสูง
	$S_l$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มต่ำ
	$n_l$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนสูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนต่ำสุด

2.4 หาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ด้วยการแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งคำนวณจากสูตร (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 165)

$$r = \frac{R_h - R_l}{n}$$

เมื่อ	$r$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
	$R_h$	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$R_l$	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.5 หาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายข้อ โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้เกณฑ์ 27 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยคำนวณใช้สูตร (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 166)

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

เมื่อ	$r_{it}$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
	$S_h$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น ( $fx$ ) ในกลุ่มสูง
	$S_l$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น ( $fx$ ) ในกลุ่มต่ำ
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนสูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนต่ำสุด

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (Kuder-Richardson Method) (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 160-161)

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

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$p$	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูก
	$q$	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิด
	$s^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

2.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัก (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 160-161)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s^2} \right]$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$s_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ
	$s^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลองกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test for one sample (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550, หน้า 13t)

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

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
	$s$	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้มีการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังนี้

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิจัย เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการเสนอผลการวิจัย ดังนี้

t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ ( $\mu_0 \geq 70$ )
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
p	แทน	ร้อยละ
df	แทน	องศาอิสระ
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และตอนที่ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

##### ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ภายหลัง



การจัดการเรียนรู้มาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบโดยการทดสอบค่าที (One sample t-test)  
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	df	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	$\mu_0(70\%)$	S	t
คะแนน							
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์	38	37	30	22.37	21	2.81	2.98*

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{\alpha=0.01, df=37} = 2.4314$ )

จากตารางที่ 4-1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.37 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.57 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.81

## ตอนที่ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้มาทำการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบโดยการทดสอบค่าที (One sample t-test) คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	df	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	$\mu_0(70\%)$	S	t
คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	38	37	40	29.76	28	4.11	2.63*

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{\alpha=0.01, df=37} = 2.4314$ )

จากตาราง 4-2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 29.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.41 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.11

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน คือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนในการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการแก้ปัญหา 4) ตรวจสอบผล จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ ดังนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และสิ่งใดเกี่ยวข้องกับปัญหา และมีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่ การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการทำความเข้าใจของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการทำความเข้าใจปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน

ระดับคะแนน	จำนวนนักเรียน					ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	
การทำความเข้าใจปัญหา						
2 คะแนน	35	36	37	38	38	96.84
1 คะแนน	3	2	1	0	0	3.16
0 คะแนน	0	0	0	0	0	0.00
รวม	38	38	38	38	38	100

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนน 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 96.84 รองลงมาอยู่ในระดับคะแนน 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 3.16 และไม่มีนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน โดยมีตัวอย่างลักษณะคำตอบจากผลงานของนักเรียน ดังนี้

จากโจทย์ “ร้านจันทร์อัลลอย นำโลหะต่าง ๆ มาผสมเป็นโลหะเจือหรือโลหะผสม (Alloy) ด้วยอัตราส่วน โดยน้ำหนักของเหล็กต่อนิกเกิลเป็น 21: 5 และนิกเกิลต่อทองแดง เป็น 4: 3 ถ้าต้องการโลหะเจือหนักไม่เกิน 500 กรัม จะต้องใช้โลหะชนิดต่าง ๆ ชนิดละกี่กรัมได้บ้าง”

นักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และสิ่งใดเกี่ยวข้องกับปัญหา และมีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่ ดังภาพที่ 4-1

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา  
 โจทย์ถามอะไร : ...  
 โจทย์กำหนดอะไรมาให้ : ...  
 มีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่ : ...

ภาพที่ 4-1 ลักษณะคำตอบขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน

นักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน คือ นักเรียนที่แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้แค่ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา สามารถเขียนได้ว่าโจทย์ถามอะไร หรือ โจทย์กำหนดอะไรมาให้ได้ถูกต้อง อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังภาพที่ 4-2

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ถามอะไร : วัตถุประสงค์คือหาวิธีหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านยาว ๑๐ ซม. และกว้าง ๖ ซม. ....

.....

โจทย์กำหนดอะไรมาให้ : รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านยาว ๑๐ ซม. และกว้าง ๖ ซม. ....

.....

มีข้อมูลอื่นๆที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่ : ต้องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ....

.....

ภาพที่ 4-2 ลักษณะคำตอบขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน

นักเรียนกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดอะไรมาให้และสิ่งที่โจทย์ถามอะไรไม่ถูกต้อง ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้

### ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มาว่าต้องแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีใดได้บ้าง และแก้ได้อย่างไร แล้ววิธีการใดเหมาะสมที่สุดการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาดังกล่าวทางคณิตศาสตร์ ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหานักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาดังกล่าวทางคณิตศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นตอนวางแผนในการแก้ปัญหา  
จำแนกตามระดับคะแนน

ระดับคะแนน วางแผนในการแก้ปัญหา	จำนวนนักเรียน					เฉลี่ย (ร้อยละ)
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	
2 คะแนน	26	29	28	35	33	79.47
1 คะแนน	12	7	9	2	4	17.90
0 คะแนน	0	2	1	1	1	2.63
รวม	38	38	38	38	38	100

จากตารางที่ 4-4 ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนน 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.47 รองลงมา  
อยู่ในระดับคะแนน 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 17.90 และมีนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ  
2.63 โดยมีตัวอย่างลักษณะคำตอบจากผลงานของนักเรียน ดังนี้

จากโจทย์ “เครื่องบินโดยสารไอพ่น บินด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 800 กิโลเมตรต่อชั่วโมง  
จงหาว่าในระยะทาง 5,200 กิโลเมตร จะต้องใช้เวลาบินนานกี่ชั่วโมง กี่นาที”

นักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถวางแผนแก้ปัญหา  
เป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 4-3

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

วิธีการในการแก้ปัญหาทั้งหมด: 1. ใช้สัดส่วนตรง  
2. ใช้ตาราง  
3.  
4.

สามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร: 1. ใช้ตารางของกเพิ่มทีละ 1 ชั่วโมง ไปเรื่อยๆ  
2. ใช้สัดส่วนปรับเป็น 800 กิโลเมตร  
ต่อ 1 ชั่วโมง แล้ว 5,200 กิโลเมตร ใช้เวลา 6 ชั่วโมง  
3.  
4.

วิธีการที่นักเรียนที่สุด: ใช้สัดส่วนตรง

ภาพที่ 4-3 ลักษณะคำตอบของขั้นตอนวางแผนในการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่ 1  
ได้คะแนน 2 คะแนน

นักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกวิธีการในการแก้ปัญหาหรือสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร หรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน ดังภาพที่ 4-4

วิธีการในการแก้ปัญหาทั้งหมด : 1. ตั้งตัวคูณ ๕, ๑๐ .....  
 2. ตั้งตัวหาร ๑๐ .....  
 3. ....  
 4. ....

สามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร : 1. เปลี่ยน ๑ ชั่วโมง เป็น ๑๐ นาที บินด้วยอัตราเร็ว ๑๐๐ กิโลเมตรต่อชั่วโมง แล้ว ๕,๒๐๐ กิโลเมตรได้ราคาขึ้นที่ แล้วค่อยเปลี่ยนเป็นชั่วโมง .....  
 2. ให้ตรงลงบนที่ขมเส้นไปทีละ ๑ ชั่วโมง .....  
 3. ....  
 4. ....

วิธีการที่เหมาะสมที่สุด : ให้ตัวหาร

ภาพที่ 4-4 ลักษณะคำตอบขั้นตอนวางแผนในการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน

นักเรียนกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้วางแผนการแก้ปัญหาหรือเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ ดังภาพที่ 4-5

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

วิธีการในการแก้ปัญหาทั้งหมด : 1. กว้าง ๕,๒๐๐ - ๕๐๐ .....  
 2. ....  
 3. ....  
 4. ....

สามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร : 1. ....  
 2. ....  
 3. ....  
 4. ....

วิธีการที่เหมาะสมที่สุด : .....

ภาพที่ 4-5 ลักษณะคำตอบขั้นวางแผนในการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน

### ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

เป็นการที่ผู้แก้ปัญหาดำเนินการแก้ปัญหตามแผนการที่วางไว้ โดยการแก้ปัญหานั้น ต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาแล้ว นำมาแก้ปัญหา การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ขั้นดำเนินการแก้ปัญหของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน

ระดับคะแนน ดำเนินการแก้ปัญหา	จำนวนนักเรียน					เฉลี่ย (ร้อยละ)
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	
2 คะแนน	11	12	11	12	12	30.52
1 คะแนน	25	24	24	24	26	64.74
0 คะแนน	2	2	3	2	0	4.74
รวม	38	38	38	38	38	100

จากตารางที่ 4-5 ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนน 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.74 รองลงมาอยู่ในระดับคะแนน 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 30.52 และนักเรียนอยู่ในระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 4.74 โดยมีตัวอย่างลักษณะคำตอบจากผลงานของนักเรียน ดังนี้

จากโจทย์ “โดยทั่วไปในการซื้อสินค้าเงินผ่อน ผู้ซื้อต้องวางเงินดาวน์ไว้ส่วนหนึ่ง ค่าสินค้าที่เหลือผู้ขายจะนำไปคิดดอกเบี้ยเต็มช่วงเวลาที่ผ่อนชำระแล้วนำดอกเบี้ยที่คำนวณได้ไปรวมกับค่าสินค้าที่เหลือ ต่อจากนั้นจึงเฉลี่ยเงินรวมนี้ตามจำนวนงวดที่ผ่อนชำระ เพื่อหาว่าแต่ละงวดผู้ซื้อต้องผ่อนชำระเท่าไร รถจักรยานยนต์คันหนึ่งราคา 45,000 บาท ถ้าต้องการซื้อ โดยการผ่อนชำระจะต้องวางเงินดาวน์ 10% ของราคาขาย ที่เหลือผ่อนชำระ 24 เดือน เดือนละเท่า ๆ กัน โดยบริษัทคิดอัตราดอกเบี้ย 20% ต่อปี จะต้องผ่อนชำระเดือนละกี่บาท”

นักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถดำเนินการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 4-6

ดำเนินการแก้ปัญหา		
กำไรขายราคา	45,000	บาท
หักค่าลด 10%	$10\% \times 45,000 = 4,500$	บาท
กำไรขายราคาเหลือ	$45,000 - 4,500 = 40,500$	บาท
ลดจมนั้น 20%	$40,500 \times 20\% = 8,100$	บาท
หักค่าลด 20% (2)	$8,100 \times 2 = 16,200$	บาท
กำไรรวมทั้งสิ้น	$40,500 - 16,200 = 24,300$	บาท
แบ่งค่าลด 2+ 3 (1)	$24,300 \div 2 = 12,150$	บาท

ภาพที่ 4-6 ลักษณะคำตอบขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน

นักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน ดังภาพที่ 4-7

ดำเนินการแก้ปัญหา		
กำไรขายราคา	บาท	45,000
หักเงินค่าลด 10%	$10\% \times 45,000 = 4,500$	บาท
ราคาผ่อง	$45,000 - 4,500 = 40,500$	บาท
ลดจมนั้น 20%	$40,500 \times 20\% = 8,100$	บาท
มูลค่าสำหรับ 2+ เดือน	$8,100 = 16,200$	บาท
ตอบ	จะต้องผ่อนชำระเดือนละ 12,150	

ภาพที่ 4-7 ลักษณะคำตอบขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน

นักเรียนกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังภาพที่ 4-8



ดำเนินการแก้ปัญหา

$$\begin{array}{r}
 \text{อัตราดอกเบี้ยต่อปี} \quad 4.5\% \quad \text{จำนวนเงินต้น} \quad 95,000 \quad \text{บาท} \\
 \text{ผ่อนชำระ} \quad 12 \text{ ครั้ง} \quad \text{อัตราดอกเบี้ย} \quad 10\% \quad 45,000 \quad 10 = 4500 \\
 \hline
 187.5 \\
 24 \quad \overline{) 187.5} \\
 \underline{24} \phantom{0} \\
 210 \\
 \underline{192} \\
 180 \\
 \underline{168} \\
 120
 \end{array}$$

ตอบ  $187.5$  บาท

ภาพที่ 4-8 ลักษณะคำตอบขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน

#### ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบผล

เป็นการที่ผู้แก้ปัญหาหามองย้อนกลับไปที่ย้อนตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา และขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาว่ารายละเอียดต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนมีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด และตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์และมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่ ซึ่งอาจจะใช้วิธีการอีกวิธีหนึ่งตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณค่าของคำตอบอย่างคร่าว ๆ การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ขั้นตรวจคำตอบของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นตอนตรวจสอบผล จำแนกตามระดับคะแนน

ระดับคะแนน ตรวจสอบผล	จำนวนนักเรียน					ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	
2 คะแนน	9	9	6	5	4	17.37
1 คะแนน	24	20	22	22	25	59.47
0 คะแนน	5	9	10	11	9	23.16
รวม	38	38	38	38	38	100.00

จากตารางที่ 4-6 ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นตรวจคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนน 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 59.47 รองลงมาอยู่ในระดับคะแนน 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 23.16 และนักเรียนอยู่ในระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 17.37 โดยมีตัวอย่างลักษณะคำตอบจากผลงานของนักเรียน ดังนี้

จากโจทย์ “ถ้าขยายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความยาว 12 เซนติเมตร และความกว้าง 8 เซนติเมตร เป็นรูปขยาย 125% รูปขยายที่ได้มีพื้นที่เท่าไร และคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่รูปต้นแบบ”

นักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถตรวจคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ ดังภาพที่ 4-9

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบผล

ตรวจคำตอบ

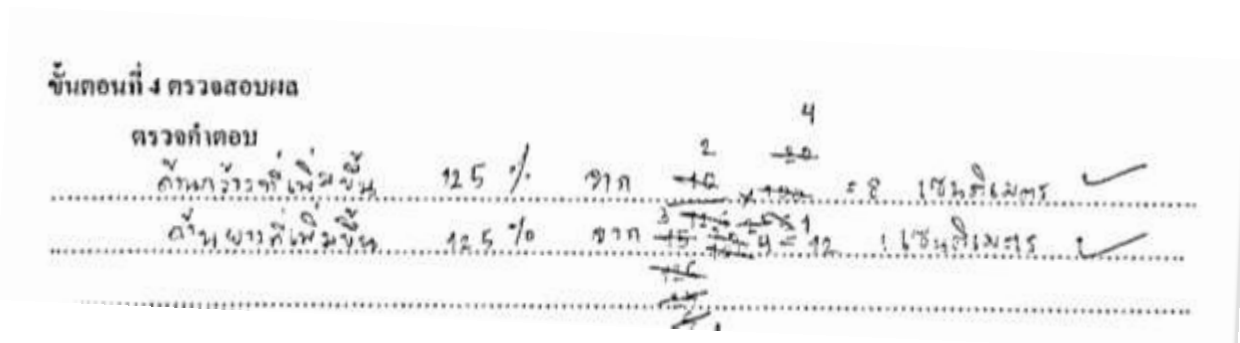
ด้านยาวที่เพิ่มขึ้น  $12.5\%$  จากเดิม  $23 \times 104 = 12$  เซนติเมตร

ด้านกว้างที่เพิ่มขึ้น  $12.5\%$  จากเดิม  $22 \times 20 = 8$  เซนติเมตร

พื้นที่ที่จากเดิม  $\frac{23}{22} \times \frac{104}{20} = 6.23 = 756.25\%$

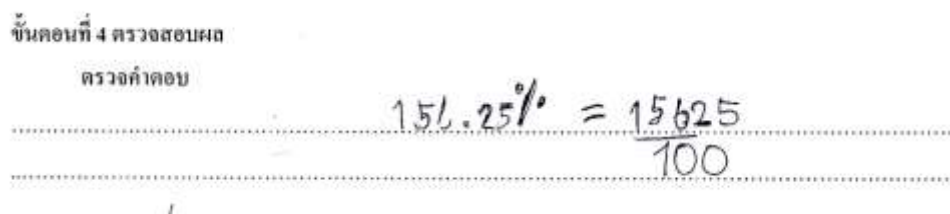
ภาพที่ 4-9 ลักษณะคำตอบขั้นตอนตรวจสอบผลของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน

นักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือตรวจสอบคำตอบไม่ครบถ้วน ดังภาพที่ 4-10



ภาพที่ 4-10 ลักษณะคำตอบขั้นตอนตรวจสอบผลของนักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน

นักเรียนกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้ไม่ตรวจสอบคำตอบ หรือตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง ดังภาพที่ 4-11



ภาพที่ 4-11 ลักษณะคำตอบขั้นตอนตรวจสอบผลของนักเรียนกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมจำนวนประชากร 205 คน โดยทุกห้องจัดนักเรียนแบบความสามารถกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 จำนวน 38 คน โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) จากห้องเรียนที่จัดแบบความสามารถของนักเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.51 และ 0.16 ตามลำดับ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ เป็นแบบปรนัย จำนวน 30 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.34-0.63 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.51 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.41-0.61 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.35-0.53 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test for one sample)

## สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## อภิปรายผล

จากการวิจัยผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ จัดนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยมีสมาชิก 4 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ ความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มารวมกลุ่มในอัตราส่วน 1: 2: 1 ตามลำดับ ซึ่งสมาชิกของแต่ละกลุ่มจะศึกษาความรู้ร่วมกัน ช่วยเหลือ สนับสนุน อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นนักเรียนให้มีความสนใจ สนุกสนาน กล้าเรียนรู้ด้วยตนเอง และเสริมสร้างการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างบุคคล ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้น ซึ่งสมาชิกของแต่ละกลุ่มจะศึกษาความรู้ร่วมกัน ช่วยเหลือ สนับสนุน กระตุ้นและส่งเสริมการทำงานของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มให้ประสบความสำเร็จ ต่อจากนั้นสมาชิกในแต่ละกลุ่มเข้าร่วมการแข่งขันตอบปัญหาหรือเกมการแข่งขัน เพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม คะแนนที่ได้จากการแข่งขันของสมาชิกแต่ละคนในลักษณะแข่งขันกันตัวต่อตัวกับกลุ่มอื่น แล้วจะนำเอาคะแนนมารวมเป็นคะแนนของกลุ่ม ซึ่งจะกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สูงขึ้นไปด้วย ซึ่งพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 144-145) ได้กล่าวว่า วิธีการเรียนแบบร่วมมือประเภทการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม (Teams-games-tournament หรือ TGT) คือ เทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือวิธีหนึ่งที่มีการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยมีการจัดให้นักเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มมีสมาชิก 4 คน ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน สมาชิกภายในกลุ่มจะศึกษาค้นคว้าและทำงานร่วมกัน นักเรียนจะบรรลุเป้าหมายก็ต่อเมื่อเพื่อนร่วมกลุ่มบรรลุถึงเป้าหมายนั้นร่วมกัน นักเรียนจึงมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เพื่อช่วยเหลือ สนับสนุน กระตุ้นและส่งเสริมการทำงานของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มให้ประสบความสำเร็จ นักเรียนได้อภิปราย ชักถามซึ่งกันและกัน เพื่อให้เข้าใจบทเรียนหรืองานที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดีทุกคน ต่อจากนั้นจะมีกิจกรรมการแข่งขันตอบปัญหาเพื่อสะสมคะแนนความสามารถของกลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละคนจะเป็นผู้แทนของกลุ่มที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน จัดเป็นกลุ่มแข่งขันขึ้นใหม่ ซึ่งมีการแข่งขันอยู่ภายในกลุ่ม เมื่อเสร็จสิ้นการแข่งขันตอบปัญหาแต่ละครั้ง นักเรียนจะกลับมาสู่กลุ่มเดิมที่มีความสามารถแตกต่างกันแล้วนำคะแนนที่สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนที่สะสมได้จากการตอบปัญหารวมกันเป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มใดทำคะแนนได้สูงถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะได้รับรางวัล ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษกร สุขอนันต์ (2558, หน้า 48-50) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI และเทคนิค TGT ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้นำปัญหาปลายเปิดมาใช้ในการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) โดยนำปัญหาปลายเปิดมาสอดแทรกในชั้นการเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้เกิดการท้าทายความคิดและยังสอดแทรกในชั้นการศึกษากลุ่มย่อย เพื่อนักเรียนจะได้นำเสนอแนวคิดตนเองอย่างอิสระ เพราะปัญหาปลายเปิดมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการในการหาคำตอบหลายวิธี ทำให้ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดแก้ปัญหา ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น ซึ่งเป็นไปตามที่ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, หน้า 13) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายคำตอบ และหลากหลายกระบวนการในการแก้ปัญหา และสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาอื่น ๆ ได้ ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถที่แตกต่างกันในชั้นเรียนนั้น สามารถแก้ปัญหาได้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองว่าทุกคนนั้นสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้ ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิณดา อุดมเลิศปรีชา (2557, หน้า 56) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง

“ทฤษฎีบทพีทาโกรัส” โดยการใช้ปัญหาปลายเปิด โรงเรียนสารวิทยา กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “ทฤษฎีบทพีทาโกรัส” ของนักเรียนโดยเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่องอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการเรียนการสอน เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ กระตุ้นให้นักเรียนคิดหาเหตุผลการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา รู้และเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหาดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นไปตามที่ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 152) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) คือ 1) กระตุ้นให้นักเรียนสนใจและตั้งใจเรียนอย่างต่อเนื่อง กระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้และทบทวนบทเรียนให้เข้าใจ 2) ส่งเสริมสัมพันธภาพระหว่างบุคคล 3) สร้างเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากนักเรียนมีการช่วยเหลือพึ่งพาซึ่งกันและกัน 4) กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในตนเองและตระหนักถึงคุณค่าของตน 5) พัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 6) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและความรับผิดชอบ 7) ลดปัญหาวินัยในชั้นเรียน

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น 2) การศึกษากลุ่มย่อย 3) การเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหา 4) การยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม พบว่าขั้นตอนสำคัญที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือ ขั้นตอนการเสนอบทเรียนต่อนักเรียนทั้งชั้น เป็นขั้นที่ผู้สอนบรรยาย อภิปราย ยกตัวอย่าง หรือใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเมื่อมีข้อสงสัย และนำเสนอปัญหาปลายเปิดที่สอดคล้องกับเนื้อหา ให้นักเรียนช่วยกันหาวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบผล จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด ทำให้เห็นว่าเป็นวิธีการที่เน้นให้นักเรียน รู้จักหาแนวทางในการแก้ปัญหา ส่งผลให้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้นด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดอกอ้อ ดิอิเม็ง (2551, หน้า 57-92) ได้ศึกษา

เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบทีมแข่งขัน (TGT) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลวัดติคมหาราม (สมุทรคุณากร) ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

นอกเหนือจากที่กล่าวไปข้างต้นผู้วิจัยพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 3 ช่วง ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ช่วงแรกของการเริ่มการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด พบว่าในช่วงที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดที่สอดคล้องกับเนื้อหาในชั้นเรียน นักเรียนส่วนใหญ่จะเขียนวิธีแก้ปัญหามาวีธีเดียว ผู้สอนต้องใช้คำถามกระตุ้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาวีธีการที่หลากหลาย อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจโจทย์และไม่รู้วิธีแก้ปัญหาว่าสรุปให้หาอะไรบ้าง จะหาคำตอบวิธีไหน ดังนั้นในช่วงนี้ผู้สอนต้องอธิบาย แนะนำวิธีการหาคำตอบที่เป็นขั้นเป็นตอน เช่น การสร้างตาราง พบว่านักเรียนสามารถหาคำตอบได้เร็วและจำนวนคำตอบหลากหลายขึ้น

ในระยะต่อมาในช่วงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-4 ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาลงขั้น สามารถเขียนวิธีแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี และสามารถตรวจคำตอบได้แต่ยังไม่ค่อยเหมาะสม อีกทั้งยังเข้าใจว่าคำตอบจะมีได้หลากหลาย และสามารถอธิบายได้ว่าสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร

ในช่วงท้ายของบทเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด แผนที่ 5-6 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยกับวิธีการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี และสามารถเขียนอธิบายได้ทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล นักเรียนแทบทั้งหมดเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาว สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาวได้มากกว่า 1 วิธี เช่น 1) ใช้หลักการคูณเรื่องร้อยละ 2) ใช้สัดส่วนตรง 3) มาตรา 1 หน่วยเปรียบเทียบ และสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาวได้อย่างสมเหตุสมผล อีกทั้งยังตรวจสอบผลได้ครบถ้วน



## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ควรแนะนำขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้แก่นักเรียนในระยะแรกของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด
2. ควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบที่หลากหลายหรือให้แนวทางในการหาคำตอบที่หลากหลายแก่นักเรียน ในระยะแรกของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด

### ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น เพราะ ปัญหาปลายเปิด เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการหาคำตอบหลากหลายวิธี จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาอื่นได้
2. ควรมีการศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด ของนักเรียนในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น สมการ เศษส่วน เป็นต้น

## บรรณานุกรม

- กฤษกร สุขอนันต์. (2558). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค TAI และเทคนิค TGT*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตร และการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *นานาแนวคิดคณิตศาสตร์ โครงการพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้น นักเรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โครงการ PISA ประเทศไทย.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิตฺดา อุดมเลิศปรีชา. (2557). *ผลการศึกษาศามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง “ทฤษฎีบทพีทาโกรัส” โดยการใช้ ปัญหาปลายเปิด โรงเรียนสารวิทยา กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชานนท์ จันทรา. (2554). *“การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน” ในประมวลชุด วิชาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-15*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราชา.
- ชานนท์ จันทรา. (2555). *การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: อาร์แอนด์ เอ็น ปรีนท์.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 10)*. กรุงเทพฯ: ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์โพรเกรสซิฟ.

- เจ็ดศักดิ์ โฆวาสินธ์. (2525). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ดอกอ้อ ดีอีเม้ง. (2551). *ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบทีมแข่งขันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิสนา แวมมณี. (2548). *ศาสตร์การสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- ทิสนา แวมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเลี้ยง หุ่มทอง. (2554). *การวิจัยการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). *สาระและวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เปรมจิตต์ ขจรภัยลาร์เช่น. (2536). *วิธีสอนแบบเรียนรู้ร่วมกัน*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เข้าออฟเคอร์มีสท์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2544). *ตัวบ่งชี้ของการจัดการเรียนการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณวิชาการ.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2546). *การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน โดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). *การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การคูณ ในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 36(3), 133-142.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- รุจิอาภา รุจิยาปนนท์. (2550). *กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหา*  
*ปลายเปิดในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.*  
 วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย,  
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ:  
 สุวีริยาสาส์น.
- วนิดา อารมณัฒเพ็ชร. (2552) *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้*  
*เรื่อง การหารทศนิยมและพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*  
*จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAT และ TGT.* วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,  
 สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2547). *เทคนิควิธีจัดการเรียนรู้สำหรับผู้สอนมืออาชีพ*. นครปฐม:  
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วันเพ็ญ จันทร์เจริญ. (2542). *การเรียนการสอนปัจจุบัน*. สกลนคร: สถาบันราชภัฏสกลนคร.
- วิชากรและมาตรฐานการศึกษา, สำนัก. (2553). *แนวปฏิบัติการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ตาม*  
*หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:  
 ชุมชนุสสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- วิภา ตัณฑุลพงษ์. (2549). *เกมภาษาสื่อความคิดพิชิตการอ่าน*. นนทบุรี: เกรท เอ็ดดูเคชั่น.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2546). *การจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้*  
 (Cooperative learning). *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 2(3),  
 31-32.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับผู้สอนคณิตศาสตร์: หลักสูตร*  
*การสอนและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์สินทวงศ์การพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม*  
*คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 1-2 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:  
 กราฟฟิคโกร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะ/กระบวนการทาง*  
*คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ส เจริญ การพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*.  
 กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *ผลการประเมิน PISA 2018*. เข้าถึงได้จาก [https:// pisathailand.ipst.ac.th/](https://pisathailand.ipst.ac.th/)
- สมนึก กัทฑิยชนิ. (2541). *การวัดผลการศึกษา*. ภาพลื่นรู้: ประสานการพิมพ์.
- สมพงษ์ สิงหะพล. (2542). เทคนิคการสอนของการเรียนแบบร่วมมือ. *วารสารวิชาการสถาบันราชภัฏนครราชสีมา (สีมาจารย์)*, 13(25), 41-44.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2556). *วิธีการทางสถิติสำหรับงานวิจัย*. ชลบุรี: ภาควิชาวิจัยและวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สาลินี เรืองชัย. (2554). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่องลำดับและอนุกรมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2545). *การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ไทยลั้วนเกล้า.
- สุชาติ ผุดผ่อง. (2542). *การวัดประเมินผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์*. จันทบุรี: สถาบันราชภัฏรำไพพรรณี.
- สุรัช อินทสังข์. (2545). *ปลายเปิด: ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคย*. *การศึกษาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี*, 31(121), 35-37.
- สุลัดดา ลอยฟ้า. (2536). *เอกสารประกอบการสอนวิชาปัญหาและกลวิธีการสอนคณิตศาสตร์*. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ. (2547). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

- องอาจ นัยวัฒน์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สามลดา.
- Adams, S., Ellis, L., & Beeson, B. F. (1977). *Teaching mathematics with emphasis on the diagnostic approach*. New York: Harper & Row.
- Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). *The open-ended approach: A new proposal for teaching mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Bitter, G. G., Hatfield, M. M., & Edwards, N. T. (1989). *Mathematics method for elementary and middle schools*. Boston: Allyn and Bacon.
- Bruckner, L. J., & Grossnicle, F. E. (1957). *How to make arithmetic*. Philadelphia: The John C. Winston.
- Cai, J., Lane, S., & Jakabcsin, M.S. (1996). *The role of open-ended tasks and holistic scoring rubrics: Assessing student's mathematical reasoning and communication*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Charles, R., & Lester, F. K. (1982). *Teaching problem solving: What why & how*. California: Dale Seymour.
- Chicago Board of Education. (2000). *Introduction to score rubrics*. Retrieved from [http://intranet.cps.k12.il.us/Assessments/IdeasandRubrics/IntroScoring/intro\\_scoring.html](http://intranet.cps.k12.il.us/Assessments/IdeasandRubrics/IntroScoring/intro_scoring.html).
- Gagne, R. M. (1970). *The condition of learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Good, C., V. (1973). *Dictionary of education* (3<sup>rd</sup> ed.). New York: Teacher College Press.
- Hancock, L. C. (1995). Enhancing mathematics learning with open-ended questions. *Mathematics Teacher*, 88(6), 496.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1990). *Learning together and alone*. London: Allyn and Bacon.
- Johnson, R. T., & Johnson, D. W. (1994). *An overview of cooperative learning*. In J. Thousand, A., Villa, & A., Nevin (Eds.), *Creativity and collaborative learning* (pp. 31-34). Baltimore Maryland: Paul H. Brooks.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. Massachusetts: Allyn and Bacon.

- LeBlance, J. F. (1977). You can teach problem solving. *Arithmetic Teacher*, 25(2), 6-20.
- National Council of Teacher of Mathematics. (1991). *Professional standards for teaching*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teacher of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Virginia: NCTM.
- Nohda, N. (1986). A study of "Open-approach" method in school mathematics teaching focusing on mathematical problem solving activities. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*, 5, 19-31.
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. New York: Doubleday and Company.
- Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2<sup>nd</sup> ed.). Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Polya, G. (1985). *How to solve it*. Perdekaris, SC: Princeton University Press.
- Russell, R. (1967). *Helping children learn mathematics* (6<sup>th</sup> ed.). New York: John Wiley and Sons.
- Slavin, R. E. (1980). Cooperative learning. *Review of Education Research*, 50(2), 315-342.
- Slavin, R. E. (1986). *Using student team learning* (3<sup>rd</sup> ed.). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Slavin, R. E. (1987). Cooperative learning and cooperative school. *Educational Leadership*, 45, 7-13.
- Slavin, R. E. (1990). *Cooperative learning: Theory, research, and practice*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Sarcinelli, M. D. (1991). *Research findings on the seven principles*. In A. W. Chickering & Z. F. Gamson (Eds.), *Applying the seven principles for good practice in undergraduate education* (pp. 13-25). San Francisco: Jossey-Bass.
- Stenmark, J. K. (1991). *Mathematics assessment: Maths, model, good questions, and practical suggestion* (6<sup>th</sup> ed.). Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Thompson, D. R., & Senk, S. L. (1998). *Using rubrics in high school mathematics courses*. *The Mathematics Teacher*, 91(9), 786-793.

- Williams, K. M. (2003). Writing about the problem-solving process to improve problem-solving performance. *Mathematics Teacher*, 96(3), 185-187.
- Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of learning in secondary school mathematics*, In S. Benjamin (Ed.), *Handbook on formative and summative evaluation of student learning* (pp. 685-689). New York: McGraw-Hill.
- Zevenbergen, R., Mously, J., & Sullivan, P. (2001). *Using open-ended tasks for teaching, learning and assessment*. Retrieved from [http://www.qamt.cqu.edu.au/QAMTC2000/open-ended\\_task.rtf](http://www.qamt.cqu.edu.au/QAMTC2000/open-ended_task.rtf)



ภาคผนวก

#### ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ครุณี หันวิสัย อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
2. อาจารย์ ดร.คงรัฐ นวลแปง อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา
3. นางสาววาสนา น้อยแก้ว ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาปรี้งวิสุทธาธิบดี จังหวัดฉะเชิงเทรา
4. นางบุรณา พันธุ์กรรม ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา
5. นางสาวสุวิชา บุญรังสีมันต์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” จังหวัดฉะเชิงเทรา



ที่ อว ๘๑๑๘/ว ๐๘๙๑

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

๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดรณี หันวิสัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายภริพทุธี สว่างสุข นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์  
เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหา  
ปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” โดยอยู่ใน  
ความควบคุมดูแลของ ดร.ชนิขดา พรหมเหลือง ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้าง  
เครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ  
เพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)  
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน  
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๐-๒๐๒๙, ๐-๓๘๓๐-๒๐๖๙



## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๙, ๒๐๖๙  
 ที่ อว ๘๑๑๘/๑๖๕๖ วันที่ ๒๙ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๒  
 เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย  
 เรียน ดร.คงรัฐ นवलแปง

ด้วยนายภรพุทธิ สว่างสุข นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา  
 มหบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์  
 เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหา  
 ปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” โดยอยู่ใน  
 ความควบคุมดูแลของ ดร.ชนิษดา พรหมเหลือง ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้าง  
 เครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่อง  
 ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ  
 เพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)  
 รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน  
 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว ๘๑๑๘/ว ๐๘๙๑

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

๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาววาสนา น้อยแก้ว

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายภิรพหุธี สว่างสุข นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์  
เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหา  
ปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑" โดยอยู่ใน  
ความควบคุมดูแลของ ดร.ชณิศา พรหมเหลือง ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้าง  
เครื่องมือเพื่อการวิจัย ในกรณีนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ  
เพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

๗๘

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)  
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน  
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๐-๒๐๒๙, ๐-๓๘๓๐-๒๐๖๙



ที่ อว ๘๑๑๘/ว ๐๘๙๑

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

๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

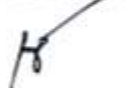
เรียน นางบุรณา พันธุ์กรรม

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายภรพุทธิ์ สว่างสุข นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์  
เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหา  
ปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" โดยอยู่ใน  
ความควบคุมดูแลของ ดร.ชณิศา พรหมเหลือง ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้าง  
เครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ  
เพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)  
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน  
ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙



ที่ อว ๘๑๑๘/ว ๐๘๙๑

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

๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาวสุวิชา บุญรังสิมันต์

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายภัทรฤทธิ์ สว่างสุข นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์  
เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหา  
ปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” โดยอยู่ใน  
ความควบคุมดูแลของ ดร.ชณิศา พรหมเหลือง ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้าง  
เครื่องมือเพื่อการวิจัย ในกรณีนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ  
เพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ทิรวัสส์ดี)  
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน  
ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๑๐-๒๐๒๙, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙





ที่ อว ๘๑๓๘/ ๐๐๖๕

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

๑๗ มกราคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบางปะกง "บวรวิทยายน"

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๓ ชุด

ด้วยนายภิรฤทธิ์ สว่างสุข นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขา  
การสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้  
ร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" ในความควบคุมดูแลของ ดร.ชนิดดา พรหมเหลือง ประธานกรรมการมีความประสงค์  
ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓/๓ จำนวน ๑๕ คน  
โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๒๐ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๓ - ๔ กุมภาพันธ์  
พ.ศ. ๒๕๖๓ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพา  
เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า  
คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)  
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน  
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๓๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัยโทร ๐๙๐-๙๙๖๙๘๙๙



## ใบยินยอมให้ใช้ชื่อสถาบันและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

อนุญาตให้ (นาย นวมสาร นว) ภัทรุธีร์ สว่างสุข นิสิตหลักสูตร การสอนคณิตศาสตร์ สาขาวิชา คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ขณะนี้อยู่ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์/ คุชฎีนิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมี ดร. ขนิษฐา พรหมเหลือง เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์/ คุชฎีนิพนธ์ เพื่อให้การวิจัยดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ คณะศึกษาศาสตร์ จึงมีความประสงค์ขออนุญาตให้ชื่อสถาบันและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยกับบุคลากรในสถาบันของท่าน

- อนุญาต  
 ไม่อนุญาต

ลงนาม

(นายศุภกฤต / ใจรุ่งศุภกฤต)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการวิทยาลัยนวมสาร 1 ขงจักษุศาสตร์

วันที่

๑๖ สิงหาคม ๒๕๖๖

นายศุภกฤต ใจรุ่งศุภกฤต

วิทยาลัยนวมสาร 1 ขงจักษุศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา

#### ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)  
 ร่วมกับปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถ  
 ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

.....  
**คำชี้แจง**

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทำเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบประเมินในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน**

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. มาตรฐาน และตัวชี้วัด						
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3. สาระสำคัญ						
4. สาระการเรียนรู้						
5. กิจกรรมการเรียนรู้						
5.1 การเสนอบทเรียนทั้งชั้น						
5.2 การศึกษากลุ่มย่อย						
5.3 การเล่นเกม แข่งขันตอบปัญหา						
5.4 กลุ่มที่ได้รับการยกย่อง หรือยอมรับ						
6. สื่อ และแหล่งการเรียนรู้						
7. การวัดและประเมินผล						

**ข้อเสนอแนะ**

ด้านเนื้อหาสาระ.....

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

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน.....

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

ด้านการวัดและประเมินผล.....

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

ด้านอื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

สิ่งที่ได้ดำเนินการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย  
(.....)  
...../...../.....

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

เรื่อง อัตราส่วน

รหัสวิชา ค21102

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เวลา 3 คาบ

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

#### มาตรฐาน

ค. 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

#### ตัวชี้วัด

ค.1.1 ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

#### ด้านความรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของอัตราส่วนได้
2. นักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนแทนการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณได้
3. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ได้
4. นักเรียนสามารถตรวจสอบว่าอัตราส่วนที่กำหนดให้เป็นอัตราส่วนที่เท่ากันหรือไม่
5. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้อัตราส่วนในการแก้ปัญหาได้

#### ด้านทักษะกระบวนการ (P)

6. นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน

#### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

7. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้
  - 7.1 ตั้งใจเรียน
  - 7.2 เอาใจใส่และเพียรพยายามในการเรียนรู้
  - 7.3 สนใจเข้าร่วมกิจกรรม



### 3. สารสำคัญ

1. ความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือหน่วยต่างกันได้ เรียกว่า อัตราส่วน
2. อัตราส่วนของปริมาณ  $a$  ต่อปริมาณ  $b$  เขียนแทนด้วย  $a:b$  หรือ  $\frac{a}{b}$  ซึ่งจะพิจารณาเฉพาะในกรณีที่  $a$  และ  $b$  เป็นจำนวนบวกเท่านั้น
3. การหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ อาศัยหลักการคูณและหลักการหารว่าเมื่อคูณหรือหารแต่ละจำนวนในอัตราส่วนใดด้วยจำนวนเดียวกัน โดยที่จำนวนนั้นไม่เท่ากับศูนย์ จะได้อัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วนเดิม
4. การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนสามารถใช้หลักการคูณไขว้ในการตรวจสอบได้

### 4. สารการเรียนรู้

#### 4.1 ความหมายของอัตราส่วน

ความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือหน่วยต่างกันได้ เรียกว่า อัตราส่วน อัตราส่วนของปริมาณ  $a$  ต่อปริมาณ  $b$  เขียนแทนด้วย  $a:b$  หรือ  $\frac{a}{b}$  ซึ่งจะพิจารณาเฉพาะในกรณีที่  $a$  และ  $b$  เป็นจำนวนบวกเท่านั้น

**ตัวอย่างที่ 1** ค่าโดยสารรถเมล์สายปากน้ำ-บางปะกง ตลอดสายบางปะกงคนละ 10 บาท  
อัตราส่วนของจำนวนผู้โดยสารต่อค่าโดยสาร  
สามารถเขียนเป็นอัตราส่วน 1: 10 (อ่านว่า 1 ต่อ 10)

**ตัวอย่างที่ 2** น้ำดื่มชานฉิวราคาขวดละ 7 บาท  
อัตราส่วนของจำนวนขวดน้ำดื่มต่อราคา  
สามารถเขียนเป็นอัตราส่วน 1: 7 (อ่านว่า 1 ต่อ 7)

**ตัวอย่างที่ 3** อาหารกลางวันราคา 20 บาท ใ้กับข้าว 2 อย่าง  
อัตราส่วนราคาอาหารกลางวันต่อจำนวนกับข้าว  
สามารถเขียนเป็นอัตราส่วน 20: 2 (อ่านว่า 20 ต่อ 2)

**ตัวอย่างที่ 4** อาหารกลางวันราคา 25 บาท ได้กับข้าว 3 อย่าง  
อัตราส่วนราคาอาหารกลางวันต่อจำนวนกับข้าว  
สามารถเขียนเป็นอัตราส่วน 25: 3 (อ่านว่า 25 ต่อ 3)

**ตัวอย่างที่ 5** นักเรียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 คาบ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 คาบ  
อัตราส่วนจำนวนคาบเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานต่อจำนวนคาบเรียน  
คณิตศาสตร์เพิ่มเติม  
สามารถเขียนเป็นอัตราส่วน 3: 2 (อ่านว่า 3 ต่อ 2)

#### 4.2 อัตราส่วนที่เท่ากัน

การหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ มีหลักการดังนี้

- **หลักการคูณ** เมื่อคูณแต่ละจำนวนในอัตราส่วนใดด้วยจำนวนเดียวกัน โดยที่จำนวนนั้น  
ไม่เท่ากับศูนย์ จะได้อัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วนเดิม

- **หลักการหาร** เมื่อหารแต่ละจำนวนในอัตราส่วนใดด้วยจำนวนเดียวกัน โดยที่จำนวน  
นั้นไม่เท่ากับศูนย์ จะได้อัตราส่วนใหม่ที่เท่ากับอัตราส่วนเดิม

**ตัวอย่างที่ 6** จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับ 24 : 36 จำนวน 3 อัตราส่วน โดยใช้ หลักการคูณ

$$\begin{array}{l} \text{วิธีทำ} \quad 24 : 36 \qquad = \quad \frac{24 \times 2}{36 \times 2} \qquad = \quad \frac{48}{72} \\ \text{หรือ } 24 : 36 \qquad = \quad \frac{24 \times 5}{36 \times 5} \qquad = \quad \frac{120}{180} \\ \text{หรือ } 24 : 36 \qquad = \quad \frac{24 \times 10}{36 \times 10} \qquad = \quad \frac{240}{360} \end{array}$$

$$\text{ดังนั้น } 24 : 36 = 48 : 72 = 120 : 180 = 240 : 360$$

**ตัวอย่างที่ 7** จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับ 24 : 36 จำนวน 3 อัตราส่วน โดยใช้หลักการหาร

$$\begin{array}{l} \text{วิธีทำ} \quad 24 : 36 \qquad = \quad \frac{24 \div 2}{36 \div 2} \qquad = \quad \frac{12}{18} \\ \text{หรือ } 24 : 36 \qquad = \quad \frac{24 \div 4}{36 \div 4} \qquad = \quad \frac{6}{9} \\ \text{หรือ } 24 : 36 \qquad = \quad \frac{24 \div 12}{36 \div 12} \qquad = \quad \frac{2}{3} \end{array}$$

$$\text{ดังนั้น } 24 : 36 = 12 : 18 = 6 : 9 = 2 : 3$$

ตัวอย่างที่ 8 จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วน  $\frac{21}{15}$  มาอีก 4 อัตราส่วน

วิธีทำ

คูณด้วยจำนวนเดียวกัน	หารด้วยจำนวนเดียวกัน
$\frac{21 \times 2}{15 \times 2} = \frac{42}{30}$	$\frac{21 \div 3}{15 \div 3} = \frac{7}{5}$
$\frac{21 \times 5}{15 \times 5} = \frac{105}{75}$	$\frac{21 \div 10}{15 \div 10} = \frac{2.1}{1.5}$

$$\text{ดังนั้น } \frac{21}{15} = \frac{42}{30} = \frac{105}{75} = \frac{2.1}{1.5}$$

### 4.3 การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนโดยใช้การคูณไขว้

เราสามารถไขว้คูณไขว้ตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนได้ ดังนี้

โดยทั่วไปเมื่อ  $a, b, c$  และ  $d$  เป็นจำนวนเต็มบวก เราสามารถตรวจสอบการเท่ากันของ

อัตราส่วน  $\frac{a}{b}$  และ  $\frac{c}{d}$  ด้วยการคูณไขว้  $\frac{a}{b} \overset{c}{\times} \frac{d}{d}$  แล้วพิจารณาผลคูณไขว้  $a \times d$  และ  $b \times c$

ตามหลักการดังนี้

1. ถ้า  $a \times d = b \times c$  แล้ว  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$
2. ถ้า  $a \times d \neq b \times c$  แล้ว  $\frac{a}{b} \neq \frac{c}{d}$

จากหลักการข้อ 2 ข้างต้น ทำให้ได้ข้อสรุปต่อไปอีกว่า

$$\text{ถ้า } \frac{a}{b} = \frac{c}{d} \quad \text{แล้ว } a \times d = b \times c$$

$$\text{ถ้า } \frac{a}{b} \neq \frac{c}{d} \quad \text{แล้ว } a \times d \neq b \times c$$

ตัวอย่างที่ 9 อัตราส่วน  $\frac{2}{6}$  และ  $\frac{15}{45}$  เป็นอัตราส่วนที่เท่ากันหรือไม่

วิธีทำ จากการคูณไขว้  $\frac{2}{6} \overset{15}{\times} \frac{15}{45}$

$$\text{จะได้ } 2 \times 45 = 90$$

$$6 \times 15 = 90$$

$$2 \times 45 = 6 \times 15$$

$$\text{ดังนั้น } \frac{2}{6} = \frac{15}{45}$$

## 5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

**\*\*\*หมายเหตุ** ในการเรียนครั้งแรก ครูจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถกลุ่มละ 4-5 คน ประกอบด้วย นักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน โดยให้นักเรียนตั้งชื่อกลุ่ม และเรียกกลุ่มนี้ว่า “กลุ่มบ้าน”

### คาบที่ 1

#### ขั้นที่ 1 การเสนอบทเรียนต่อผู้เรียนทั้งชั้น

##### 1.1 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ครูสนทนาเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับข้อความแสดงปริมาณสองปริมาณในชีวิตประจำวัน ได้แก่ การเดินทางมาโรงเรียนของนักเรียนแต่ละคนจะเสีย “ค่าโดยสารรถเมล์สายปากน้ำ-บางปะกง ตลอดสายบางปะกงคนละ 10 บาท” และแต่ละวันที่นักเรียนมาโรงเรียนต้องดื่มน้ำเปล่า “น้ำดื่มชั้นดีขวดละ 7 บาท” ในทุกวันนักเรียนต้องรับประทาน “อาหารกลางวันราคา 20 บาท ได้กับข้าว 2 อย่าง” และ “อาหารกลางวัน 25 บาท ได้กับข้าว 3 อย่าง” และในทุก ๆ สัปดาห์นักเรียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่คาบ “วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 คาบ วิชาคณิตศาสตร์เพิ่ม 2 คาบ”

2) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างข้อความแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสองปริมาณในชีวิตประจำวันของนักเรียนพร้อมส่งตัวแทนยื่นนำเสนอที่กลุ่ม โดยเขียนใส่กระดานของแต่ละกลุ่ม

3) ครูให้นักเรียนพิจารณาข้อความบนกระดาน ดังนี้

- เป็นข้อความแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณใช่หรือไม่ (ใช่)
- แต่ละข้อความแสดงการเปรียบเทียบปริมาณใดบ้าง
- ปริมาณทั้งสองปริมาณมีหน่วยเดียวกันหรือต่างกัน (บางข้อความมีหน่วยเดียวกัน

บางข้อความมีหน่วยต่างกัน)

4) ครูเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ของข้อความข้างต้นให้นักเรียนดูโดยยกตัวอย่างที่ 1-5

5) ครูแนะนำว่าข้อความที่ความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือหน่วยต่างกันก็ได้ เรียกว่า อัตราส่วน

6) ให้นักเรียนพิจารณาว่าจำนวนแรกหรือจำนวนที่หนึ่งของอัตราส่วนแต่ละอัตราส่วนที่ครูยกตัวอย่างไปแล้วคือจำนวนใด และจำนวนหลังหรือจำนวนที่สองของอัตราส่วนแต่ละอัตราส่วนคือจำนวนใด

7) ครูแนะนำว่า ถ้าจำนวนแรกของอัตราส่วนแทนด้วย  $a$  และจำนวนที่สองของอัตราส่วนแทนด้วย  $b$  เราสามารถเขียนแทนอัตราส่วนของปริมาณ  $a$  ต่อ ปริมาณ  $b$  ด้วย  $a:b$  หรือ  $\frac{a}{b}$  ซึ่งจะพิจารณาเฉพาะในกรณีที่  $a$  และ  $b$  เป็นจำนวนบวกเท่านั้น

8) ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เรื่อง การเขียนอัตราส่วน

9) ครูให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาว่าอัตราส่วนสามารถสลับที่กันได้หรือไม่ เพราะเหตุใด โดยครูใช้คำถามเป็นการแนะนำการพิจารณาหรือยกตัวอย่างประกอบให้นักเรียนเป็นผู้พิจารณา เช่น อัตราส่วนจำนวนปากกาคต่อราคาเป็น  $1:5$  ถ้าเขียนเป็น  $5:1$  หมายความว่าอย่างไรเป็นต้น (ไม่ได้ เพราะมีค่าไม่เท่ากันจะทำให้ค่าของอัตราส่วนเปลี่ยนไป)

10) ครูนำเสนอสถานการณ์ โดยให้นักเรียนพิจารณาราคาขนมขบเคี้ยวชนิดหนึ่ง “ขนม 3 กล่อง ราคา 50 บาท” แล้วให้ผู้เรียนช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

- ขนม 6 กล่องราคาเท่าไร
- ขนม 9 กล่องราคาเท่าไร
- ขนม 12 กล่องราคาเท่าไร
- ขนม 15 กล่องราคาเท่าไร
- ขนม 18 กล่องราคาเท่าไร
- เงิน 300 บาท ซื้อขนมได้กี่กล่อง

และให้นักเรียนช่วยกันเติมจำนวนลงในตารางที่ครูกำหนดให้บนกระดานหน้าชั้นเรียนให้สมบูรณ์ โดยการหีบแผ่นตัวเลขที่ครูเตรียมไว้ปะให้ตรงกับคำตอบในตาราง

ขนม (กล่อง)	3	6	9	12		21	24
ราคา (บาท)	50		150		300		

11) ให้นักเรียนช่วยกันบอกอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนขนมเป็นกล่องกับราคาเป็นบาทพร้อม ๆ กัน

( $3:50, 6:100, 9:150, 12:200, 15:300, 21:350, 24:400$ )

12) ครูแนะนำอัตราส่วนทั้งหมดเป็นอัตราส่วนที่แสดงอัตราเดียวกันเรียกอัตรส่วนเหล่านี้ว่าอัตราส่วนที่เท่ากัน

13) ให้นักเรียนพิจารณาอัตราส่วนที่เท่ากัน เช่น  $\frac{3}{50}, \frac{6}{100}, \frac{9}{150}, \frac{12}{200}, \frac{15}{250}$  หรือ  $\frac{18}{300}$  ว่ามีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร เพื่อให้นักเรียนสังเกตได้ว่า

$$\begin{array}{r} \frac{3}{50} \\ \frac{3}{50} \\ \frac{3}{50} \\ \frac{3}{50} \\ \frac{3}{50} \\ \frac{3}{50} \\ \frac{3}{50} \end{array} = \begin{array}{r} \frac{3 \times 2}{50 \times 2} \\ \frac{3 \times 3}{50 \times 3} \\ \frac{3 \times 4}{50 \times 4} \\ \frac{3 \times 5}{50 \times 5} \\ \frac{3 \times 6}{50 \times 6} \end{array}$$

หรือ สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\frac{3}{50} = \frac{3 \times 2}{50 \times 2} = \frac{3 \times 3}{50 \times 3} = \frac{3 \times 4}{50 \times 4} = \frac{3 \times 5}{50 \times 5} = \frac{3 \times 6}{50 \times 6}$$

และสังเกตได้ว่า

$$\begin{array}{r} \frac{6}{100} \\ \frac{9}{150} \\ \frac{18}{300} \end{array} = \begin{array}{r} \frac{6 \div 2}{100 \div 2} \\ \frac{9 \div 3}{150 \div 3} \\ \frac{18 \div 6}{300 \div 6} \end{array} = \begin{array}{r} \frac{3}{50} \\ \frac{3}{50} \\ \frac{3}{50} \end{array}$$

14) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่าการหาอัตราส่วนที่เท่ากันทำได้กี่วิธี มีอะไรบ้าง โดยการซักถามจนได้คำตอบว่า การหาอัตราส่วนที่เท่ากันทำได้ 2 วิธี คือ 1) การหาอัตราส่วนที่เท่ากันโดยใช้หลักการคูณ 2) การหาอัตราส่วนที่เท่ากันโดยใช้หลักการหาร

15) ครูยกตัวอย่างที่ 6-8 การหาอัตราส่วนที่เท่ากันและยกตัวอย่างที่ 9 การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน

16) ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน และใบงานที่ 3 เรื่อง การเขียนความสัมพันธ์เป็นการบ้าน

## คาบที่ 2

1.2 ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดที่สอดคล้องกับเนื้อหาในชั้นเรียน

17) ครูแจกใบงานที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนแล้วนำเสนอปัญหาปลายเปิดที่สอดคล้องกับเรื่อง อัตราส่วน ดังนี้

เมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2561 นางนฤมลต้องการแลกเงินดอลลาร์สหรัฐ โดยอัตราการแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์ สหรัฐฯ กับเงินบาทไทยเป็น 1 ดอลลาร์ เท่ากับ 35 บาท แล้วถ้านางนฤมลต้องการแลกเงิน 75 ดอลลาร์โดยเชอมิแบงก์ 1,000 จำนวน 2 ใบ แบงก์ 500 จำนวน 1 ใบ อยากทราบว่าเธอต้องหารธนบัตรและเหรียญชนิดใดเพิ่มอีกจำนวนเท่าใดจึงจะสามารถแลกเงินได้”

### 1.3 ครูสอนขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้น

#### 18) ครูนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 18.1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหาเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ข้อมูลที่โจทย์ให้มาเพียงพอสำหรับการแก้โจทย์หรือไม่ และสิ่งใดไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ตัดออก
- 18.2) วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการที่ผู้แก้ปัญหา ต้องพิจารณากำหนดว่าต้องแก้ปัญหาวัยวิธีใดได้บ้าง และแก้ได้อย่างไร แล้วเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด
- 18.3) ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการที่ผู้แก้ปัญหาคำเนินการแก้ปัญหตามแผนการที่วางไว้ โดยการแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาแล้ว นำมาแก้ปัญหา
- 18.4) ตรวจสอบผล เป็นการที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปที่ยุ่ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา และขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาว่ารายละเอียดต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนมีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด และตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์และมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่ ซึ่งอาจจะใช้วิธีการอีกวิธีหนึ่งตรวจสอบ เพื่อคว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณค่าของคำตอบอย่างคร่าว ๆ
- 19) ครูให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาตามขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา โดยตอบคำถามดังต่อไปนี้

- โจทย์ถามอะไร
- โจทย์กำหนดอะไรมาให้
- ข้อมูลที่โจทย์ให้มาเพียงพอหรือไม่
- สิ่งใดเกี่ยวข้อง
- มีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่

20) ครูให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาตามขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนพิจารณาปัญหาดังนี้

- เคยเห็นปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ หรือเคยเห็นปัญหาที่คล้ายกัน
- ถ้าปัญหานี้สัมพันธ์กับประสบการณ์ที่มีมาก่อน สามารถนำประสบการณ์หรือความรู้นั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่

- ถ้าจะแก้ปัญหาเรื่องนี้จะต้องใช้ความรู้ใดบ้างในการแก้ปัญหาดังกล่าว

21) ครูให้ผู้เรียนตอบคำถาม ดังนี้

- วิธีการในการแก้ปัญหาทั้งหมด
- สามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร
- วิธีการที่เหมาะสมที่สุด

22) ครูให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาตามขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหาโดยให้นักเรียนแสดงวิธีทำตามแผนการที่วางไว้

23) ครูให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาตามขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล โดยให้นักเรียนมองย้อนไปที่ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมาตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา แล้วให้ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบหรือผลลัพธ์ โดยตอบคำถาม ดังนี้

- คำตอบที่ได้สอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ เพราะเหตุใด
- แต่ละขั้นตอนที่นักเรียนดำเนินการมีความถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่

24) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาและเฉลยใบงานที่ 4

## ขั้นที่ 2 การศึกษากลุ่มย่อย

25) ครูแจกซองกิจกรรมประกอบด้วย ใบกิจกรรม เรื่อง อัตราส่วน ใบงานที่ 5 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วน (กลุ่ม) และใบเฉลย แล้วให้ผู้เรียนร่วมกันศึกษาเนื้อหาหรือปัญหาในซองกิจกรรมแล้วร่วมกันแก้ปัญหาดังขั้นตอนการแก้ปัญหา

26) ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบว่าต้องพยายามร่วมกันศึกษาเนื้อหาในซองกิจกรรมต่อจากที่ครูสอนให้เข้าใจ และต้องช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มในการทำความเข้าใจปัญหาในซองกิจกรรม เพื่อเตรียมตัวในการแข่งขันในคาบถัดไป ซึ่งแต่ละคนจะเป็นตัวแทนของกลุ่มย่อย



แต่ละกลุ่มเข้าแข่งขันเกม โดยคะแนนของกลุ่มคำนวณจากคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม แล้วตัดสินผล

27) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความคิดเห็นและสรุปกิจกรรมที่เรียน

### คาบที่ 3

#### ขั้นที่ 3 การเล่นเกมแข่งขันตอบปัญหา

28) ครูทบทวนอัตราส่วนที่เท่ากัน โดยยกตัวอย่างประกอบ 3 ข้อ พร้อมให้นักเรียนส่งตัวแทนยืนตอบ มากลุ่มละ 2 อัตราส่วน ดังนี้

- จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับ 2 : 7
- จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับ 3 : 5
- จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับ  $\frac{1}{4} : 1\frac{1}{2}$

29) ครูแจ้งนักเรียนว่าจะจัดการแข่งขันเกมจิกซอว์อัตราส่วนที่เท่ากัน พร้อมอธิบายกติกาการเล่นเกม

30) ครูให้นักเรียนเข้าประจำกลุ่มแข่งขันตามระดับความสามารถ โดยทุกระดับความสามารถจะใช้เกมเดียวกัน แต่ระยะเวลาแต่ละระดับต่างกัน ยึดหลักการส่งนักเรียนที่มีความสามารถเท่าเทียมกันแข่งขันกัน แล้วแจกเกมจิกซอว์อัตราส่วนที่เท่ากัน โดยแข่งขันเกมประมาณ 10-15 นาที พร้อมลงคะแนน

#### ขั้นที่ 4 การยอมรับความสำเร็จของกลุ่ม

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา

31) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเนื้อหาของบทเรียนและเกมการแข่งขัน

4.2 คิดคะแนนของกลุ่มและตัดสินผล

32) ครูและนักเรียนร่วมกันคิดคะแนนและตัดสินผลการเล่นแข่งขันตอบปัญหา โดยคะแนนของกลุ่มคำนวณจากคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ซึ่งต้องบันทึกไว้เป็นหลักฐาน แล้วแจ้งให้แต่ละกลุ่มทราบทุกครั้งหลังจากการแข่งขัน

- การตัดสินกลุ่มที่ควรได้รับการยกย่อง หรือยอมรับ ประกอบไปด้วย ระดับที่ 1 ยอดเยี่ยม ระดับที่ 2 ดีมาก และระดับที่ 3 ดี

33) ครูแจกใบงานที่ 6 เรื่อง การตรวจสอบอัตราส่วนที่เท่ากัน ให้นักเรียนทุกกลุ่มทำเป็นการบ้าน

## 6. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. ใบงานที่ 1 เรื่อง การเขียนอัตราส่วน
2. ใบงานที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน
3. ใบงานที่ 3 เรื่อง การเขียนความสัมพันธ์
4. ใบงานที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนที่เท่ากัน
5. ใบงานที่ 5 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนที่เท่ากัน (กลุ่ม)
6. ใบงานที่ 6 เรื่อง การตรวจสอบอัตราส่วนที่เท่ากัน
7. ใบกิจกรรม เรื่อง อัตราส่วน
8. เกมจิกซออัตราส่วนที่เท่ากัน

## 7. การวัดและการประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของอัตราส่วนได้ (K)	- ตรวจสอบงานที่ 1 เรื่อง การเขียนอัตราส่วน	- ใบงานที่ 1 เรื่อง การเขียนอัตราส่วน	นักเรียนทำใบงานได้ ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนแทนการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณได้ (K)	- ตรวจสอบงานที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน	- ใบงานที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน	นักเรียนทำใบงานได้ ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ได้ (K)	- ตรวจสอบงานที่ 5 การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนที่เท่ากัน (กลุ่ม)	- ใบงานที่ 5 การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนที่เท่ากัน (กลุ่ม)	นักเรียนทำใบงานได้ ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
4. นักเรียนสามารถตรวจสอบว่าอัตราส่วนที่กำหนดให้เป็นอัตราส่วนที่เท่ากันหรือไม่ (K)	- ตรวจสอบงานที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนที่เท่ากัน - ตรวจสอบงานที่ 6 เรื่อง การตรวจสอบอัตราส่วนที่เท่ากัน	- ใบงานที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนที่เท่ากัน - ใบงานที่ 6 เรื่อง การตรวจสอบอัตราส่วนที่เท่ากัน	นักเรียนทำใบงานได้ ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
5. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้อัตราส่วนในการแก้ปัญหาได้ (K)	- ตรวจสอบกิจกรรม เรื่อง อัตราส่วน - ตรวจสอบงานที่ 5	- กิจกรรมเรื่อง อัตราส่วน	นักเรียนทำใบงานได้ ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
6. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนได้ (P)	- ตรวจสอบงานที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหา อัตราส่วนที่เท่ากัน	- ใบงานที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนที่เท่ากัน	มีผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในระดับดีขึ้นไป
7. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้ (A) - เอาใจใส่และเพียรพยายามในการเรียนรู้ - สนใจเข้าร่วมกิจกรรม	- สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และการเล่นเกม	- แบบสังเกต พฤติกรรม ความตั้งใจเพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรม	มีผลการสังเกตอยู่ในระดับดีขึ้นไป

### เกณฑ์ประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ทำความเข้าใจ ปัญหา	2 (ดี)  1 (พอใช้)  0 (ต้องปรับปรุง)	- ระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ได้ถูกต้อง - ระบุสิ่งที่โจทย์ถามหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง - ระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการเขียนคำตอบใด ๆ
2. วางแผน ในการแก้ปัญหา	2 (ดี)  1 (พอใช้)  0 (ปรับปรุง)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม - วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน - วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมหรือไม่มี การวางแผนใด ๆ
3. ดำเนิน การแก้ปัญหา	2 (ดี)  1 (พอใช้)  0 (ปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และ แสดงการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่ แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบผล	2 (ดี)  1 (พอใช้)  0 (ปรับปรุง)	- ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ - ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือตรวจสอบ คำตอบไม่ครบถ้วน - ไม่ตรวจสอบคำตอบ หรือตรวจสอบคำตอบ ไม่ถูกต้อง

### เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย 7-8 คะแนน หมายถึง มีผลการประเมินในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 5-6 คะแนน หมายถึง มีผลการประเมินในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 3-4 คะแนน หมายถึง มีผลการประเมินในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1-2 คะแนน หมายถึง มีผลการประเมินในระดับปรับปรุง

### เกณฑ์การสังเกตพฤติกรรมความตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรม

พฤติกรรมที่พึงชี้	คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
-ตั้งใจเรียน -เอาใจใส่และเพียรพยายาม ในการเรียนรู้ -สนใจเข้าร่วมกิจกรรม	3 (ดีเยี่ยม)	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และ มีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ มีส่วนร่วม ในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียนเป็นประจำ
	2 (ดี)	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และ มีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ มีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ บ่อยครั้ง
	1 (พอใช้)	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ในการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นบางครั้ง
	0 (ปรับปรุง)	ไม่ตั้งใจ

### เกณฑ์การแข่งขัน

อันดับที่การแข่งขัน	คะแนนโบนัส
1	10
2	8
3	6
4	4
5	2

### เกณฑ์การตัดสินกลุ่มที่ได้รับการยกย่อง

- กลุ่มระดับยอดเยี่ยม คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากที่สุด
- กลุ่มระดับดีมาก คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากเป็นอันดับที่ 2
- กลุ่มระดับดี คือ ได้คะแนนของกลุ่มมากเป็นอันดับที่ 3

## บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

### ผลการจัดการเรียนรู้

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้ปัญหาอัตราส่วน หาอัตราส่วนที่เท่ากัน เปรียบเทียบอัตราส่วนสามารถยกตัวอย่างอัตราส่วนในชีวิตประจำวันได้ เมื่อนักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนอย่างเป็นขั้นเป็นตอนได้

### ปัญหา/ อุปสรรค

ช่วงขั้นตอนการแก้ปัญหา นักเรียนบางส่วนยังไม่ค่อยคุ้นเคยในการตอบ ครูควรยกตัวอย่าง โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันแสดงวิธีคิดตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### ข้อเสนอแนะ/ แนวทางแก้ไข

ให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติมไปศึกษาที่บ้าน

(ลงชื่อ) .....

(นายภริพุทธิ์ สว่างสุข)

ตำแหน่ง ครู



คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูก และเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อที่ผิด

ตัวอย่าง



จำนวนครู 1 คน ต่อ จำนวนนักเรียน 20 คน อัตราส่วนของ  
ครู ต่อ นักเรียน เท่ากับ 1:20



จำนวนมะนาว 27 ผล ต่อ จำนวนส้ม 15 ผล อัตราส่วนของ  
ส้ม ต่อ มะนาว เท่ากับ 27:15

1.

จำนวนสุนัข 5 ตัว จำนวนแมว 12 ตัว อัตราส่วนของสุนัข ต่อ แมว เท่ากับ 5:12

2.

จำนวนมะม่วง 15 ผล ต่อ ชมพู่ 21 ผล อัตราส่วนของมะม่วง ต่อ ชมพู่ เท่ากับ  
21:15

3.

ในการสอบคณิตศาสตร์ พิทสอบได้ 85 คะแนน เจนสอบได้ 90 คะแนน  
อัตราส่วนคะแนนของพิท ต่อ คะแนนของเจน เท่ากับ 85:90

4.

น้ำหนักของน้องดาว 45 กิโลกรัม และน้ำหนักของน้องเดือน 49 กิโลกรัม  
อัตราส่วนน้ำหนักของน้องเดือน ต่อ น้ำหนักของน้องดาว เท่ากับ 45:49

5. เสื่อกันฝน 12 ตัว เสื่อแขนยาว 9 ตัว อัตราส่วนของ  
จำนวนเสื่อกันฝน ต่อ จำนวนเสื่อแขนยาว เท่ากับ 12 : 9

จงเขียนอัตราส่วนต่อไปนี้

6. แสงหล้า สูง 162 เซนติเมตร พ้าใส สูง 155 เซนติเมตร  
อัตราส่วนของส่วนสูงพ้าใส ต่อ ส่วนสูงแสงหล้า เท่ากับ

7. มะพร้าว 20 ลูก แดงโม 25 ลูก อัตราส่วนของ  
จำนวนมะพร้าว ต่อ จำนวน แดงโม เท่ากับ

8. ออม มีเสื้อสีแดง 15 ตัว มีเสื้อสีขาว 30 ตัว อัตราส่วนของ  
จำนวน เสื้อสีขาว ต่อ จำนวนเสื้อสีแดง เท่ากับ

9. แจง มีหนังสือนิทาน 20 เล่ม และมีหนังสือการ์ตูน 18 เล่ม  
อัตราส่วนของจำนวน หนังสือการ์ตูน ต่อ จำนวนหนังสือนิทาน  
เท่ากับ

10. ราคาเนื้อหมูกิโลกรัมละ 110 บาท ราคาเนื้อวัวกิโลกรัมละ 140 บาท  
อัตราส่วนของ ราคาเนื้อวัว ต่อ ราคาเนื้อหมู เท่ากับ







## ใบงานที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน

**คำชี้แจง** จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้มา 3 อัตราส่วน แล้วเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

### ตัวอย่าง

หาอัตราส่วนที่เท่ากับ 1 : 5

วิธีทำ 1 : 5 แทนได้ด้วย  $\frac{1}{5}$

$$\text{จะได้ } \frac{1}{5} = \frac{1 \times 2}{5 \times 2} = \frac{2}{10}$$

$$\text{จะได้ } \frac{1}{5} = \frac{1 \times 3}{5 \times 3} = \frac{3}{15}$$

$$\text{จะได้ } \frac{1}{5} = \frac{1 \times 4}{5 \times 4} = \frac{4}{20}$$

$$\text{อัตราส่วนที่เท่ากันได้แก่ } \frac{1}{5} = \frac{2}{10} = \frac{3}{15} = \frac{4}{20}$$



1. หาอัตราส่วนที่เท่ากับ 3 : 5

วิธีทำ 3 : 5 แทนได้ด้วย  $\frac{3}{5}$

$$\text{จะได้ } \frac{3}{5} = \frac{3 \times 2}{5 \times 2} = \frac{6}{10}$$

$$\text{หรือ } \frac{3}{5} = \frac{3 \times 3}{5 \times 3} = \frac{9}{15}$$

$$\text{หรือ } \frac{3}{5} = \frac{3 \times 4}{5 \times 4} = \frac{12}{20}$$

$$\text{อัตราส่วนที่เท่ากันได้แก่ } \frac{3}{5} = \underline{\quad}, \underline{\quad}, \underline{\quad}$$



2. หาอัตราส่วนที่เท่ากับ 2 : 3

วิธีทำ 2 : 3 แทนได้ด้วย  $\frac{2}{3}$

$$\text{จะได้ } \frac{2}{3} = \frac{2 \times 2}{3 \times 2} = \frac{4}{6}$$

$$\text{หรือ } \frac{2}{3} = \frac{2 \times 3}{3 \times 3} = \frac{6}{9}$$

$$\text{หรือ } \frac{2}{3} = \frac{2 \times 4}{3 \times 4} = \frac{8}{12}$$

อัตราส่วนที่เท่ากันได้แก่  $\frac{2}{3} = \underline{\quad}, \underline{\quad}, \underline{\quad}$



3. หาอัตราส่วนที่เท่ากับ 4 : 7

วิธีทำ 4 : 7 แทนได้ด้วย  $\frac{4}{7}$

$$\text{จะได้ } \frac{4}{7} = \frac{4 \times 2}{7 \times 2} = \underline{\quad}$$

$$\text{หรือ } \frac{4}{7} = \frac{4 \times 3}{7 \times 3} = \underline{\quad}$$

$$\text{หรือ } \frac{4}{7} = \frac{4 \times 4}{7 \times 4} = \underline{\quad}$$

อัตราส่วนที่เท่ากันได้แก่  $\frac{4}{7} = \underline{\quad}, \underline{\quad}, \underline{\quad}$



4. หาอัตราส่วนที่เท่ากับ 1 : 4

วิธีทำ 1 : 4 แทนได้ด้วย  $\frac{1}{4}$

$$\text{จะได้ } \frac{1}{4} = \frac{1 \times 2}{4 \times 2} = \underline{\quad}$$

$$\text{หรือ } \frac{1}{4} = \frac{1 \times 2}{4 \times 2} = \underline{\quad}$$

$$\text{หรือ } \frac{1}{4} = \frac{1 \times 2}{4 \times 2} = \underline{\quad}$$

อัตราส่วนที่เท่ากันได้แก่  $\frac{1}{4} = \underline{\quad}, \underline{\quad}, \underline{\quad}$



5. หาอัตราส่วนที่เท่ากับ 3 : 8

วิธีทำ 3 : 8 แทนได้ด้วย  $\frac{3}{8}$

$$\text{จะได้ } \frac{3}{8} = \frac{3 \times 2}{8 \times 2} = \underline{\quad}$$

$$\text{หรือ } \frac{3}{8} = \frac{3 \times 3}{8 \times 3} = \underline{\quad}$$

$$\text{หรือ } \frac{3}{8} = \frac{3 \times 4}{8 \times 4} = \underline{\quad}$$

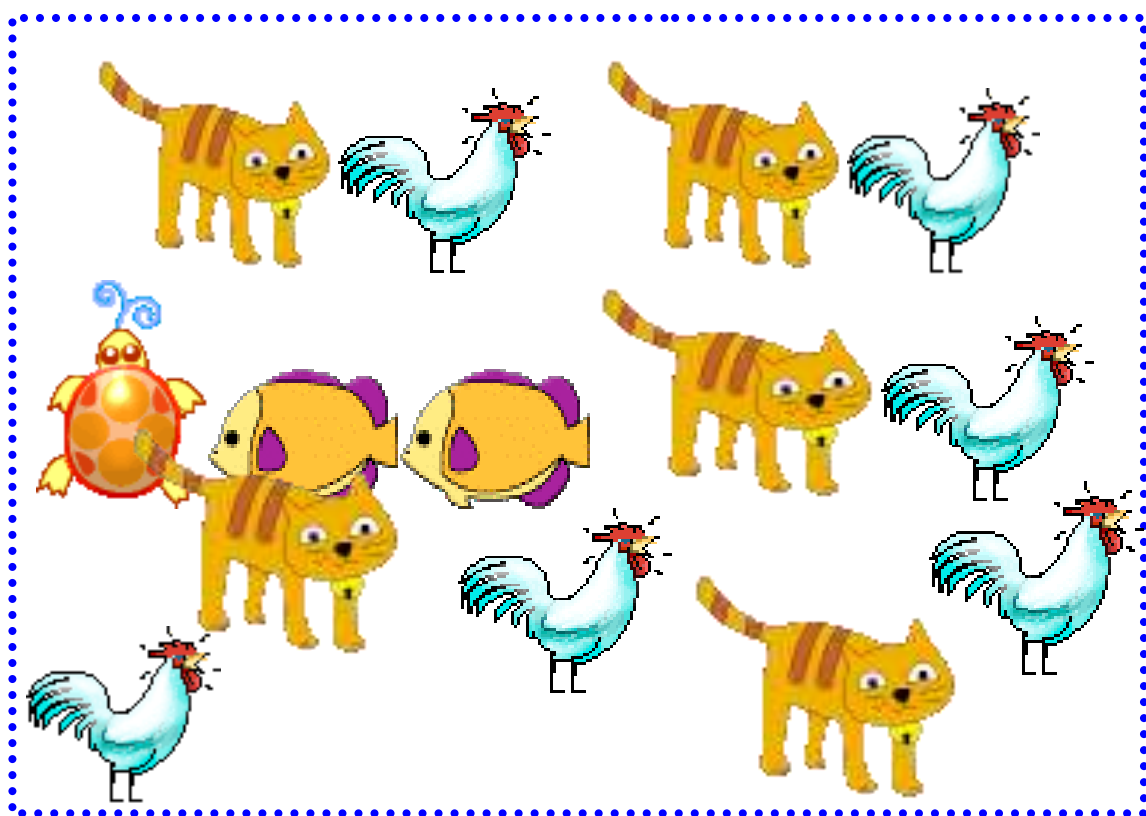
อัตราส่วนที่เท่ากันได้แก่  $\frac{3}{8} = \underline{\quad}, \underline{\quad}, \underline{\quad}$





**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์จากภาพที่กำหนดให้ (อัตราส่วนละ

1 คะแนน)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาโดยทำตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. เมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2561 นางนฤมลต้องการแลกเงินดอลลาร์สหรัฐ โดยอัตราการแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์ สหรัฐฯ กับเงินบาทไทยเป็น 1 ดอลลาร์ เท่ากับ 35 บาท แล้วถ้านางนฤมลต้องการแลกเงิน 75 ดอลลาร์โดยเธอมีแบงค์ 1,000 จำนวน 2 ใบ แบงค์ 500 จำนวน 1 ใบ อยากทราบว่าเธอต้องหารธนบัตรและเหรียญชนิดใดเพิ่มอีกจำนวนเท่าใดจึงจะสามารถแลกเงินได้”

### วิธีทำ

**ขั้นตอนที่ 1** ทำความเข้าใจปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ข้อมูลที่โจทย์ให้มาเพียงพอสำหรับการแก้โจทย์หรือไม่ และสิ่งใดไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ตัดออก

โจทย์ถามอะไร : .....

โจทย์กำหนดอะไรมาให้ : .....

.....

มีข้อมูลอื่นๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่ : .....

**ขั้นตอนที่ 2** วางแผนในการแก้ปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการที่ผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณากำหนดว่าต้องแก้ปัญหาคด้วยวิธีใดได้บ้าง และแก้ได้อย่างไร แล้วเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

วิธีการในการแก้ปัญหทั้งหมด : 1. ....

2. ....

3. ....

สามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร : 1. ....  
2. ....

วิธีการที่เหมาะสมที่สุด : .....

**ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา** เป็นการที่ผู้แก้ปัญหาคำเนินการแก้ปัญหตามแผนการที่วางไว้ โดยการแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาแล้ว นำมาแก้ปัญหา

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

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

**ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบผล** เป็นการที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆที่ผ่านมา ตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา และขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาว่ารายละเอียดต่างๆในแต่ละขั้นตอนมีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด และตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์และมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่ ซึ่งอาจจะใช้วิธีการอีกวิธีหนึ่งตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณค่าของคำตอบอย่างคร่าวๆ

**ตรวจคำตอบ**

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



ชื่อกลุ่ม \_\_\_\_\_

### สมาชิกกลุ่ม

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาและทำความเข้าใจกับเนื้อหาบทเรียนเรื่อง อัตราส่วน จากใบงานที่ 1 - 4 และใบเฉลยที่ 4 ร่วมกันอีกครั้ง
2. หากมีสมาชิกภายในกลุ่มคนใดไม่เข้าใจหรือต้องการความช่วยเหลือ ให้สมาชิกภายในกลุ่มของตนช่วยกันอธิบายเนื้อหาบทเรียนก่อน จึงขอความช่วยเหลือจากครูภายหลัง (ถ้ามี)
3. ให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามหรือแก้โจทย์ปัญหาในใบงานที่ 5 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนที่เท่ากัน (กลุ่ม)



### คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงหาอัตราส่วนที่เท่ากับ 8:3 อย่างน้อย 5 อัตราส่วน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงแก้โจทย์ปัญหาต่อไปนี้พร้อมแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหามาตามที่กำหนดให้

โรเบิร์ตเป็นชาวอังกฤษเดินทางมาเที่ยวประเทศไทย โดยเขาต้องการเดินทางไปภูเก็ตแต่ยังไม่ทราบค่าเงินของไทย จึงได้โทรไปสอบถามนายสมชายซึ่งเป็นเพื่อนชาวไทย “นายสมชายบอกว่ามีธนบัตร 1,000, 500, 100, 50, 20 และเหรียญมี 10, 5, 2 และ 1 บาท” โรเบิร์ตจึงอยากทราบว่าอัตราส่วนค่าเงินของไทยทั้งหมดเป็นอะไรได้บ้าง (โดยให้ทำเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำและไม่นับอัตราส่วนที่ซ้ำกัน)

### ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ถามอะไร : .....

.....

โจทย์กำหนดอะไรมาให้ : .....

.....

มีข้อมูลอื่นๆที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่ : .....

.....



**ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา**

**วิธีการในการแก้ปัญหาทั้งหมด :** 1. ....

.....

2. ....

.....

3. ....

.....

**สามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร :** 1. ....

.....

2. ....

.....

**วิธีการที่เหมาะสมที่สุด :** .....

**ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา**

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเลือกอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ตรงกลาง

ตัวอย่าง

8:4

36:12

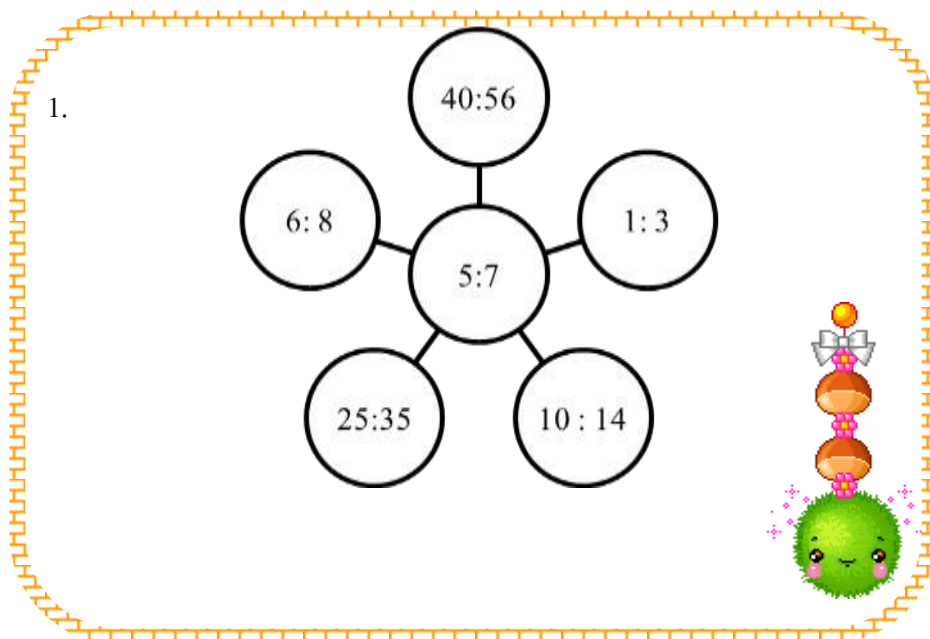
3:1

9:3

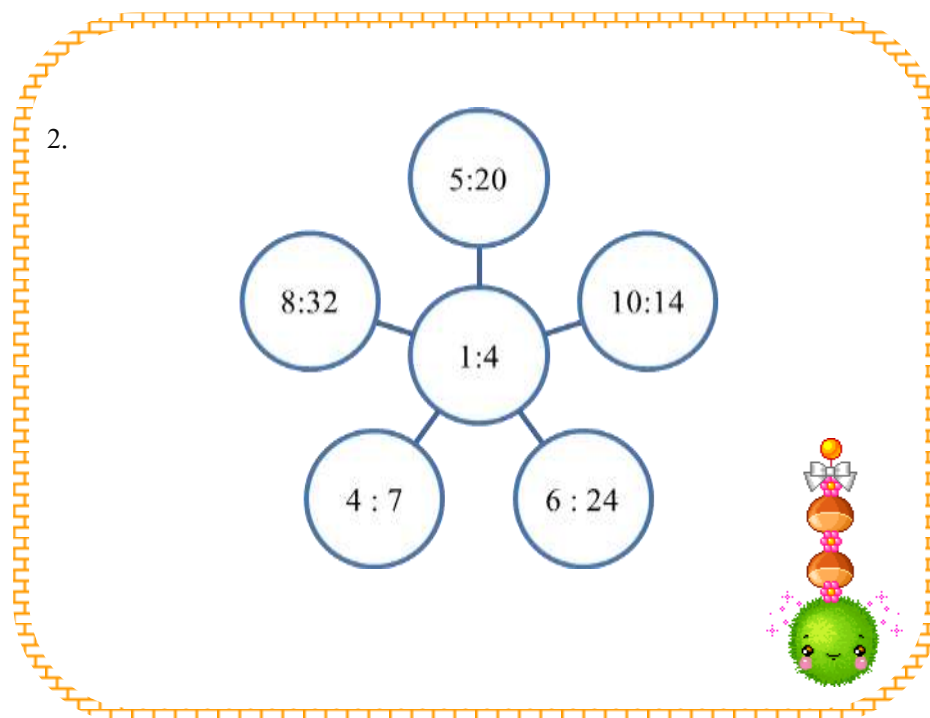
33:11

10:5

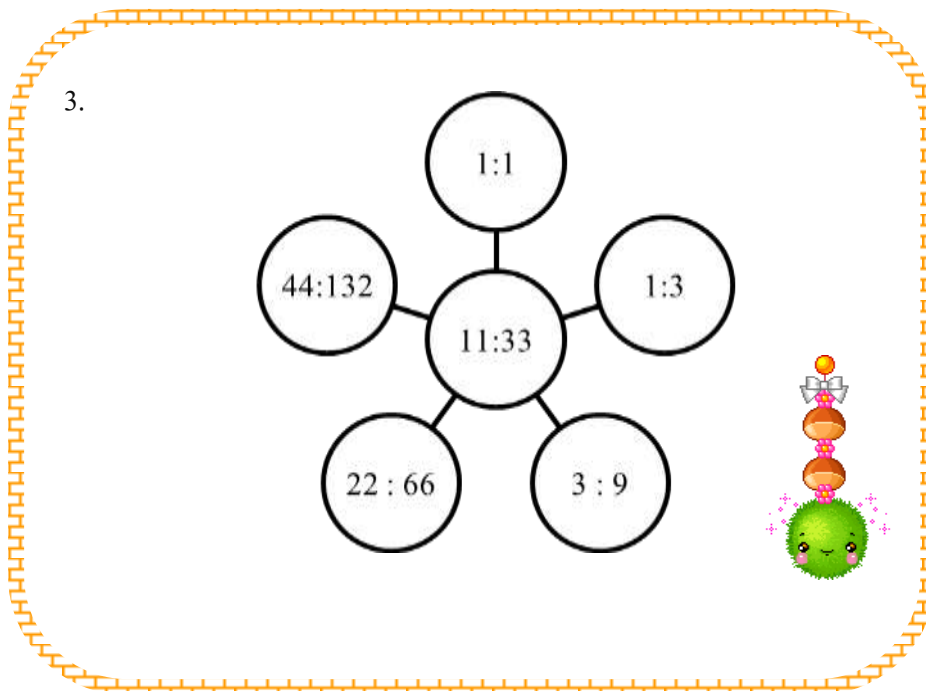
ดังนั้น อัตราส่วน  $3:1 = 9:3 = 36:12 = 33:11$



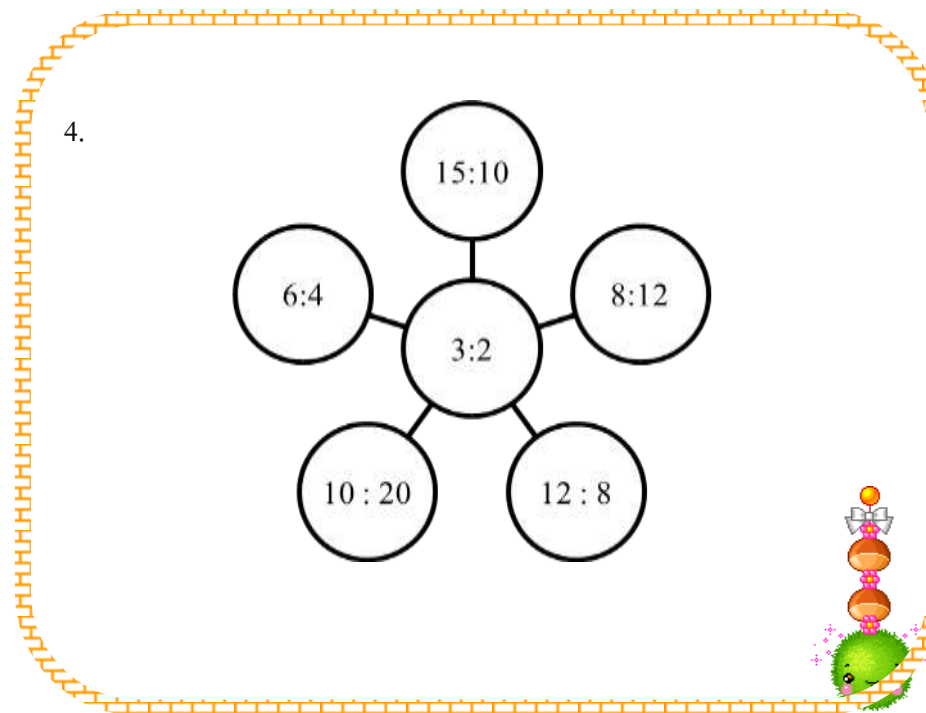
ดังนั้นอัตราส่วน  $5:7 = \dots\dots\dots$



ดังนั้นอัตราส่วน  $1:4 = \dots\dots\dots$

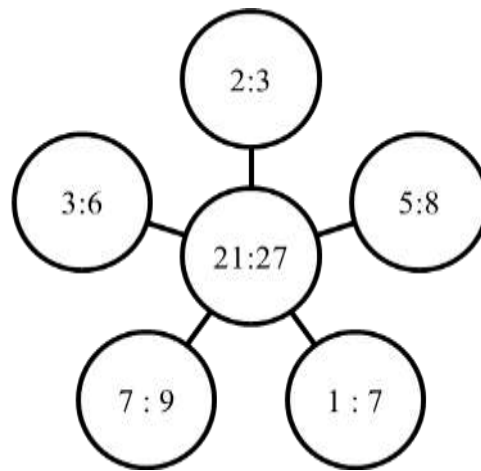


ดังนั้นอัตราส่วน  $11:33 = \dots\dots\dots$



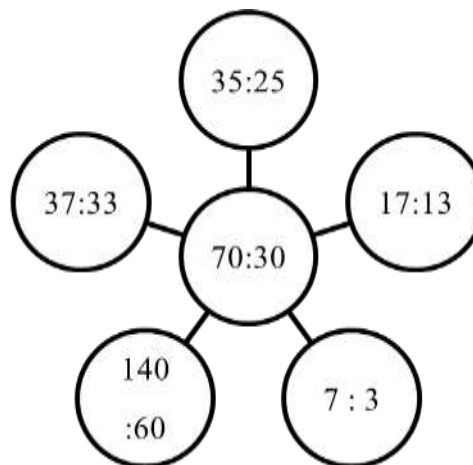
ดังนั้นอัตราส่วน  $3:2 = \dots\dots\dots$

5.



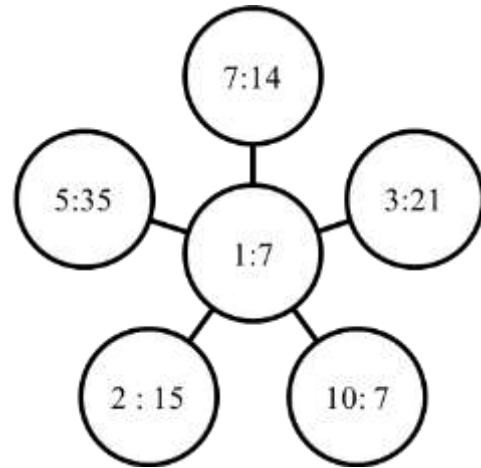
ดังนั้นอัตราส่วน  $21:27 = \dots\dots\dots$

6.



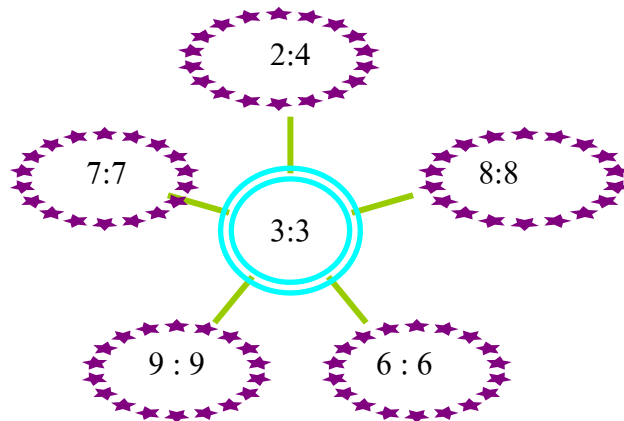
ดังนั้นอัตราส่วน  $70:30 = \dots\dots\dots$

7.

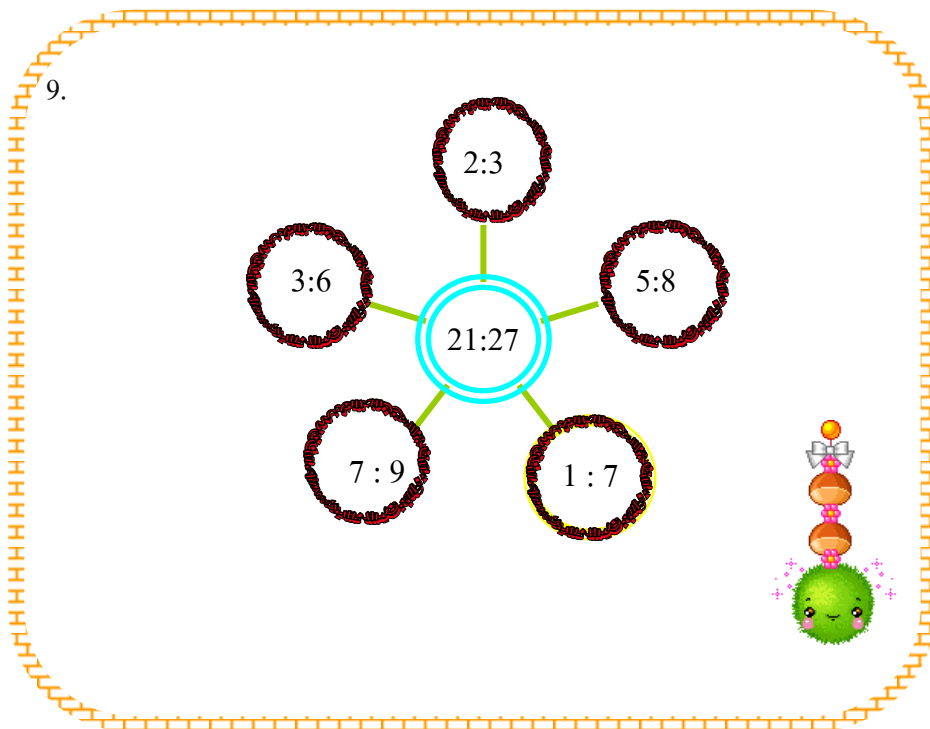


ดังนั้นอัตราส่วน  $1:7 = \dots\dots\dots$

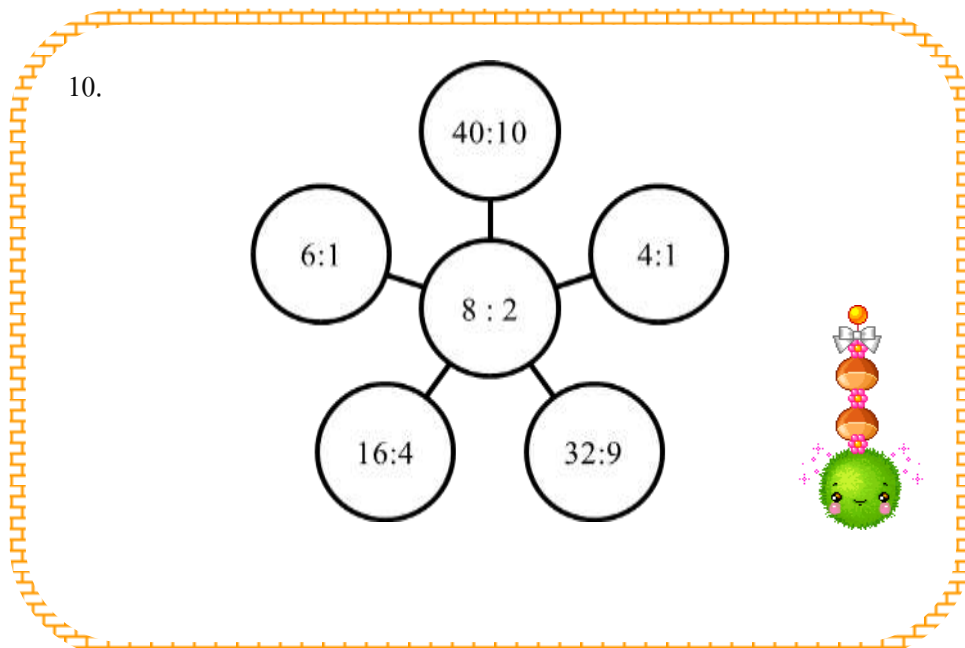
8.



ดังนั้นอัตราส่วน  $3:3 = \dots\dots\dots$



ดังนั้นอัตราส่วน  $21:27 = \dots\dots\dots$



ดังนั้นอัตราส่วน  $8:2 = \dots\dots\dots$





- กติกา :
1. แจกจิกซอให้กับนักเรียนทุกคนคนละ 1 ชุด
  2. แข่งขันต่อจิกซอกลุ่มเก่ง 8 นาที กลุ่มกลาง 10 นาที และกลุ่มอ่อน 12 นาที
  3. การต่อจิกซอโดยให้อัตราส่วนที่เท่ากันต่อกัน

$$1 : 2$$

$$3 : 4$$

$$6 : 8$$

$$10 : 5$$

$$2 : 1$$

$$5 : 3$$

$$50 : 30$$

$$2 : 4$$

$$4 : 8$$

$$100 : 10$$

$$10 : 1$$

$$a : b$$

$$a/2 : b/2$$

$$x : y$$

$$6m : 3n$$

$$6 : 14$$

$$3x : 3y$$

$$0.3 : 0.7$$

$$2m : n$$

$$0.3 : 12$$

$1.5 : 60$  $2.1 : 3.3$  $0.7 : 1.1$  $6 : 9$  $2 : 3$  $7 : 3$  $1.6 : 2.4$  $40 : 8$  $0.7 : 2.8$  $1 : 4$  $9 : 3$  $16 : 4$  $3 : 1$  $5 : 1$  $10 : 20$  $1 : 500$  $4 : 1$  $0.01 : 5$ 

### เกณฑ์การให้คะแนน

- ตอบถูกได้ขึ้นละ 1 คะแนน
- ต่อเสร็จตามเวลาที่กำหนด กลุ่มที่เสร็จอันดับที่ 1 ได้คะแนนโบนัส 10 คะแนน
- ต่อเสร็จตามเวลาที่กำหนด กลุ่มที่เสร็จอันดับที่ 2 ได้คะแนนโบนัส 8 คะแนน
- ต่อเสร็จตามเวลาที่กำหนด กลุ่มที่เสร็จอันดับที่ 3 ได้คะแนนโบนัส 6 คะแนน
- ต่อเสร็จตามเวลาที่กำหนด กลุ่มที่เสร็จอันดับที่ 4 ได้คะแนนโบนัส 4 คะแนน
- ต่อเสร็จตามเวลาที่กำหนด กลุ่มที่เสร็จอันดับที่ 5 ได้คะแนนโบนัส 2 คะแนน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ		
โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน”	อำเภอบางปะกง	จังหวัดฉะเชิงเทรา
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2562
รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน	รหัสวิชา ค21102	เวลา 60 นาที
คะแนนเต็ม 30 คะแนน		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. ความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือต่างกัน เรียกว่าอะไร  
 ก. อัตราส่วน                      ข. สัดส่วน                      ค. ร้อยละ                      ง. เปอร์เซ็นต์
2. ข้อใดแทนอัตราส่วนของ เงิน 3 บาท 50 สตางค์ ต่อ 8 บาท 25 สตางค์  
 ก. 3:8                                  ข. 14:33                              ค. 50:825                              ง. 35:825
3. สวนของนายมีชัยมีอัตราส่วนของจำนวนต้นมะม่วงต่อจำนวนต้นมะนาวเป็น 5 : 2 ถ้าปลูกต้นมะม่วง 240 ต้น จะมีต้นมะนาวกี่ต้น  
 ก. 36 ต้น                              ข. 65 ต้น                              ค. 84 ต้น                              ง. 96 ต้น
4. อัตราส่วนในข้อใดต่อไปนี้เท่ากับอัตราส่วน  $\frac{5}{11}$   
 ก.  $\frac{5+5}{11+11}$                               ข.  $\frac{5+3}{11+3}$                               ค.  $\frac{5 \div 2}{11 \div 2}$                               ง.  $\frac{5 \div 11}{11 \div 5}$
5. โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” มีอัตราส่วนจำนวนนักเรียนหญิงต่อจำนวนนักเรียนชายเป็น 15:8 ถ้าโรงเรียนนี้มีนักเรียนหญิงมากกว่านักเรียนชาย 161 คน โรงเรียนบางปะกง “บวรวิทยายน” มีนักเรียนหญิงกี่คน  
 ก. 248                                  ข. 295                                  ค. 345                                  ง. 560
6. ในการผสมคอนกรีต อัตราส่วนของปูนต่อทรายโดยปริมาตรเป็น 1:2 และอัตราส่วนของทรายต่อหินโดยปริมาตรเป็น 1:2 ถ้าใช้ปูน 8 ถัง จะต้องใช้ทรายและหินอย่างละกี่ถัง  
 ก. ทราย 8 ถัง และหิน 16 ถัง                              ข. ทราย 16 ถัง และหิน 16 ถัง  
 ค. ทราย 16 ถัง และหิน 32 ถัง                              ง. ทราย 32 ถัง และหิน 32 ถัง
7. สามเหลี่ยมรูปหนึ่งมีอัตราส่วนของด้านทั้งสามเป็น 3:4:5 ถ้าเส้นรอบรูปยาว 36 เซนติเมตร จงหาความยาวของด้านที่สั้นที่สุด  
 ก. 9                                      ข. 7                                      ค. 6                                      ง. 5

8. ข้อใดเป็นสัดส่วน

ก.  $\frac{2}{4} = \frac{10}{16}$       ข.  $\frac{4}{6} = \frac{16}{30}$       ค.  $\frac{3}{4} = \frac{15}{20}$       ง.  $\frac{2}{6} = \frac{30}{40}$

9. ช่างก่อสร้าง 10 คน เทพื้นปูนเสร็จภายใน 4 วัน แล้วช่างก่อสร้าง 20 คน เทพื้นปูนเสร็จภายในกี่วัน

ก. 8                      ข. 6                      ค. 2                      ง. 1

10. ถ้า  $4 : x = 36 : 99$  แล้ว  $x$  มีค่าเท่าไร

ก. 11                      ข. 12                      ค. 13                      ง. 19

11. ถ้า  $\frac{x}{15} = \frac{4}{3}$  แล้ว  $x$  มีค่าเท่าไร

ก. 16                      ข. 20                      ค. 25                      ง. 36

12. ถ้า  $2x : 3 = 8 : 9$  แล้ว  $x$  มีค่าเท่าไร

ก.  $\frac{1}{2}$                       ข.  $\frac{5}{8}$                       ค.  $\frac{3}{4}$                       ง.  $\frac{4}{3}$

13. สามเหลี่ยมรูปหนึ่ง มีอัตราส่วนของด้านทั้งสามด้านเป็น 2 : 3 : 5 ด้านที่สั้นที่สุดของรูปสามเหลี่ยม ยาว 15 เซนติเมตร ด้านที่ยาวที่สุดยาวเท่าไร

ก. 27.5 เซนติเมตร      ข. 37.5 เซนติเมตร      ค. 47.5 เซนติเมตร      ง. 57.5 เซนติเมตร

14. อัตราส่วนของอายุปัจจุบันของนายวิทยากับนายสรายุคเป็น 2 : 3 ในเวลา 7 ปีต่อไปข้างหน้า อัตราส่วนของอายุของคนทั้งสองเป็น 3 : 4 ปัจจุบันคนที่มีอายุมากกว่ามีอายุกี่ปี

ก. 10 ปี                      ข. 12 ปี                      ค. 14 ปี                      ง. 21 ปี

15. ในการผสมกาแฟสองชนิด อัตราส่วนของจำนวนกาแฟชนิด A ต่อจำนวนกาแฟชนิด B เป็น 3 : 2 ถ้ากาแฟผสมมีน้ำหนัก 20 กรัม แล้วจะมีกาแฟชนิด A อยู่กี่กรัม

ก. 8 กรัม                      ข. 10 กรัม                      ค. 12 กรัม                      ง. 14 กรัม

16. ในการตรวจจับอัตราเร็วของรถยนต์บนท้องถนน สำหรับระยะทางคงตัวระยะหนึ่ง ตำรวจทราบ ว่า รถที่แล่นด้วยอัตราเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะใช้เวลาแล่นบนระยะทางนั้น 6 วินาที ถ้ารถคันหนึ่งใช้เวลาในการแล่นบนระยะทางดังกล่าวเพียง 5 วินาที รถคันนั้นแล่นด้วยอัตราเร็วเท่าใด

ก. 55 กิโลเมตรต่อชั่วโมง      ข. 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง  
ค. 65 กิโลเมตรต่อชั่วโมง      ง. 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

17. รถคันหนึ่งใช้น้ำมัน 2 ลิตร ต่อระยะทาง 25 กิโลเมตร ถ้ารถคันนี้วิ่งได้ระยะทาง 275 กิโลเมตร จะต้องใช้น้ำมันกี่ลิตร
- ก. 20 ลิตร      ข. 21 ลิตร      ค. 22 ลิตร      ง. 23 ลิตร
18. ถ้าเครื่องบินโดยสารไอพ่นบินด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 800 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาว่าในระยะทาง 5,200 กิโลเมตร จะต้องใช้เวลาบินนานกี่ชั่วโมง กี่นาที
- ก. 6 ชั่วโมง      ข. 6 ชั่วโมง 30 นาที  
ค. 6 ชั่วโมง 45 นาที      ง. 7 ชั่วโมง
19. ข้อใดไม่ถูกต้อง
- ก.  $150\% = \frac{2}{3}$       ข.  $75\% = \frac{3}{4}$       ค.  $40\% = \frac{2}{5}$       ง.  $15\% = \frac{3}{20}$
20. สุกัญญา สอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 18 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน สุกัญญาสอบได้ คิดร้อยละเท่าไรของคะแนนเต็ม
- ก. 40%      ข. 55%      ค. 60%      ง. 85%
21. 50 เป็นที่เปอร์เซ็นต์ของ 3,500
- ก.  $\frac{3}{7}$       ข.  $\frac{5}{7}$       ค.  $\frac{13}{7}$       ง.  $1\frac{3}{7}$
22. 5% ของคนเข้าชมฟุตบอลเท่ากับ 2,500 คน จะมีคนเข้าชมฟุตบอลทั้งหมดกี่คน
- ก. 62,500 คน      ข. 50,000 คน      ค. 45,000 คน      ง. 12,500 คน
23. ไข่ไก่ไหลละ 18 บาท ไข่เค็ม 10 ฟอง ราคา 18 บาท ไข่เค็มราคาสูงกว่าไข่ไก่ร้อยละเท่าไร
- ก. ร้อยละ 10      ข. ร้อยละ 20      ค. ร้อยละ 30      ง. ร้อยละ 40
24. สินค้าชิ้นหนึ่งถ้าขาย 2,700 บาท จะขาดทุน 10% ถ้าต้องการกำไร 10% ต้องขายในราคาเท่าไร
- ก. 2,900 บาท      ข. 3,000 บาท      ค. 3,100 บาท      ง. 3,300 บาท
25. ดินแดนแถบอะแลสกาและไซบีเรียเป็นเขตที่มีอากาศหนาวมากจนมีน้ำแข็งปกคลุมพื้นดินตลอดปี บางครั้งอุณหภูมิลดต่ำถึง  $-49^{\circ}F$  ทำให้สัตว์ที่อาศัยอยู่ เช่น กวางคาราไลนู และกวางเรนเดียร์ ต้องย้ายถิ่น จงหาว่าที่อุณหภูมิดังกล่าวถ้าวัดเป็นองศาเซลเซียสจะได้เท่าไร
- ก.  $-9^{\circ}C$       ข.  $-45^{\circ}C$       ค.  $-50^{\circ}C$       ง.  $-81^{\circ}C$
26. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีอัตราส่วนความยาวของด้านทั้งสามเป็น 2 : 5 : 6 ถ้าด้านที่สั้นที่สุด ยาว 8 เซนติเมตร พื้นที่รูปของรูปสามเหลี่ยมเป็นกี่ตารางเซนติเมตร
- ก. 5 ตารางเซนติเมตร      ข. 60 ตารางเซนติเมตร  
ค. 80 ตารางเซนติเมตร      ง. 160 ตารางเซนติเมตร

27. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น 2 : 3 เมื่อเพิ่มส่วนกว้างอีก 2 เซนติเมตร จะเปลี่ยนเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จงหาว่าเมื่อเพิ่มความกว้างแล้ว พื้นที่จะเพิ่มจากเดิมกี่เปอร์เซ็นต์
- ก. 25%                      ข. 35%                      ค. 50%                      ง. 70%
28. รถยนต์คันหนึ่ง คิดราคาไว้ 525,000 บาท ลดราคาให้ผู้ซื้อเงินสด 8% ถ้าราคาทุนรถยนต์ 420,000 บาท ร้านค้าขายรถยนต์ได้กำไรกี่เปอร์เซ็นต์จากผู้ซื้อเงินสด
- ก. 10%                      ข. 15%                      ค. 20%                      ง. 30%
29. อัตราส่วนของความยาวของด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 3 รูป เป็น 3 : 4 : 5 ถ้าด้านของรูปสี่เหลี่ยม จตุรัสรูปเล็กยาว 1 เซนติเมตร พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมรูปใหญ่ที่สุดมากกว่าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมของรูปกลางกี่เซนติเมตร
- ก. 1 เซนติเมตร              ข. 4 เซนติเมตร              ค. 9 เซนติเมตร              ง. 25 เซนติเมตร
30. ในปีภาษี 2560 รัชนีมีเงินสุทธิ 514,000 บาท และถูกหักภาษี ณ ที่จ่ายไว้ 38,000 บาท รัชนีต้องชำระภาษีเพิ่มเติมหรือขอคืนเงินภาษีส่วนที่ชำระไว้เกิดเท่าใด โดย
- \*เงินสุทธิ 300,001-500,000 อัตราภาษีร้อยละ 10 ภาษีสะสมสูงสุด 27,000
- \* เงินสุทธิ 500,001-750,000 อัตราภาษีร้อยละ 15 ภาษีสะสมสูงสุด 65,000
- ก. 8,900 บาท              ข. 11,000 บาท              ค. 29,600 บาท              ง. 38,600 บาท

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ  
 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 รหัสวิชา ค 21102 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ คะแนนเต็ม 40 คะแนน เวลา 50 นาที

**คำชี้แจง** 1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ข้อละ 8 คะแนน

2. ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเป็นขั้นๆ อย่างละเอียด (ขั้นละ 2 คะแนน)

1. ร้านจันทร์อัลลอย นำโลหะต่างๆมาผสมเป็นโลหะเจือหรือโลหะผสม (alloy) ด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักของเหล็กต่อนิกเกิลเป็น 21 : 5 และนิกเกิลต่อทองแดง เป็น 4 : 3 ถ้าต้องการโลหะเจือหนักไม่เกิน 500 กรัม จะต้องใช้โลหะชนิดต่าง ๆ ชนิดละกี่กรัมได้บ้าง

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ถามอะไร: .....

.....

โจทย์กำหนดอะไรมาให้: .....

.....

มีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่: .....

.....

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

วิธีการในการแก้ปัญหาทั้งหมด: 1. ....

2. ....

3. ....

สามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร: 1. ....

.....

2. ....

.....

3. ....

.....

วิธีการที่เหมาะสมที่สุด: .....

.....

.....





2. เครื่องบินโดยสารไอพ่น บินด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 800 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาว่าในระยะทาง 5,200 กิโลเมตร จะต้องใช้เวลาบินนานกี่ชั่วโมง กี่นาที

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ถามอะไร: .....

.....

โจทย์กำหนดอะไรมาให้: .....

.....

มีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่: .....

.....

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

วิธีการในการแก้ปัญหาทั้งหมด: 1. ....

2. ....

3. ....

สามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร: 1. ....

.....

2. ....

.....

3. ....

.....

วิธีการที่เหมาะสมที่สุด: .....

.....

.....

.....



3. เมื่อคนงานทุกคนทำงานได้วันละเท่าๆกัน ผู้รับเหมาจ้างคนงาน 10 คน มาปูกระเบื้องบ้าน หลังหนึ่งเสร็จภายใน 7 วัน ถ้าผู้รับเหมาจ้างคนงาน 14 คน มาปูกระเบื้องบ้านหลังนี้ จะปูกระเบื้องเสร็จภายในกี่วัน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ถามอะไร: .....

.....

โจทย์กำหนดอะไรมาให้: .....

.....

มีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่: .....

.....

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

วิธีการในการแก้ปัญหาทั้งหมด: 1. ....

2. ....

3. ....

สามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร: 1. ....

.....

2. ....

.....

3. ....

.....

วิธีการที่เหมาะสมที่สุด: .....

.....

.....

.....



4. โดยทั่วไปในการซื้อสินค้าเงินผ่อน ผู้ซื้อต้องวางเงินดาวน์ไว้ส่วนหนึ่ง ค่าสินค้าที่เหลือผู้ขายจะนำไปคิดดอกเบี้ยเต็มช่วงเวลาผ่อนชำระแล้วนำดอกเบี้ยที่คำนวณได้ไปรวมกับค่าสินค้าที่เหลือ ต่อจากนั้นจึงเฉลี่ยเงินรวมนี้ตามจำนวนงวดที่ผ่อนชำระ เพื่อหาว่าแต่ละงวดผู้ซื้อต้องผ่อนชำระเท่าไร รถจักรยานยนต์คันหนึ่งราคา 45,000 บาท ถ้าต้องการซื้อโดยการผ่อนชำระจะต้องวางเงินดาวน์ 10% ของราคาขาย ที่เหลือผ่อนชำระ 24 เดือน เดือนละเท่า ๆ กัน โดยบริษัทคิดอัตราดอกเบี้ย 20% ต่อปี จะต้องผ่อนชำระเดือนละกี่บาท

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ถามอะไร: .....

.....

โจทย์กำหนดอะไรมาให้: .....

.....

มีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่: .....

.....

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

วิธีการในการแก้ปัญหาทั้งหมด: 1. ....

2. ....

3. ....

สามารถแก้ปัญหได้อย่างไร: 1. ....

.....

2. ....

.....

3. ....

.....

วิธีการที่เหมาะสมที่สุด: .....

.....

.....

.....



**10. ถ้าขยายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความยาว 12 เซนติเมตร และความกว้าง 8 เซนติเมตร เป็นรูปขยาย 125%**

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ถามอะไร: .....

.....

โจทย์กำหนดอะไรมาให้: .....

.....

มีข้อมูลอื่น ๆ ที่ต้องการเพิ่มเติมหรือไม่: .....

.....

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

วิธีการในการแก้ปัญหทั้งหมด: 1. ....

2. ....

3. ....

สามารถแก้ปัญหได้อย่างไร: 1. ....

.....

2. ....

.....

3. ....

.....

วิธีการที่เหมาะสมที่สุด: .....

.....

.....

.....





### ภาคผนวก ค

- ค่าความเหมาะสมเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ
- ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ
- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ
- คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- สัดส่วนผู้ที่ตอบถูก ( $p$ ) สัดส่วนผู้ที่ตอบผิด ( $q$ ) ในข้อหนึ่ง ๆ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ
- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ
- ค่าความแปรปรวนและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ
- คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ
- คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ตารางที่ ค-1 ค่าความเหมาะสมเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย $\frac{\Sigma R}{N}$	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	4.7	4.5	4.5	4.6	4.9	4.64	0.17
2	4.5	4.4	4.4	4.9	4.5	4.54	0.21
3	4.8	4.6	4.5	4.3	4.6	4.56	0.18
4	4.2	4.5	4.4	4.4	4.7	4.44	0.18
5	4.5	4.5	4.5	4.3	4.5	4.46	0.09
6	4.4	4.5	4.5	4.4	4.2	4.42	0.12
	รวม					4.51	0.16

ตารางที่ ค-2 ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
14	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
15	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
17	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
18	0	-1	+1	+1	+1	2	0.4
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
21	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
25	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
27	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
28	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
29	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
30	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
39	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
45	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
48	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
50	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
52	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
53	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
54	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
55	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
56	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
57	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
58	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
59	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
60	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
เฉลี่ย							0.89

ตารางที่ ค-3 ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9	-1	+1	+1	+1	+1	5	1
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
เฉลี่ย							0.96

ตารางที่ ค-4 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

จุดประสงค์	ข้อที่	ค่า ความยากง่าย	ค่า อำนาจจำแนก
1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอัตราส่วนได้	1*	0.63	0.34
	2	0.59	0.14
2. นักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนแทนการเปรียบเทียบ ปริมาณสองปริมาณได้	3	0.47	0.09
	4*	0.56	0.37
3. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วน ที่กำหนดให้ได้	5	0.36	0.26
	6*	0.53	0.31
4. นักเรียนสามารถตรวจสอบว่าอัตราส่วนที่กำหนดให้ เป็นอัตราส่วนที่เท่ากันหรือไม่	7*	0.44	0.43
	8	0.53	0.37
5. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้อัตราส่วนในการแก้ ปัญหาได้	9*	0.53	0.26
	10	0.49	0.06
6. นักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวนแทนการเปรียบเทียบปริมาณหลายปริมาณ ที่กำหนดให้ได้	11	0.39	0.26
	12*	0.34	0.34
7. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้อัตราส่วนในการแก้ ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน ได้	13*	0.46	0.29
	14	0.54	0.23
8. นักเรียนสามารถบอกความหมายของสัดส่วนตรง	15	0.43	0.17
	16*	0.43	0.40
9. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสัดส่วนได้	17*	0.44	0.37
	18	0.41	0.09
10. นักเรียนสามารถหาจำนวนที่แทนด้วยตัวแปรใน สัดส่วนได้	19*	0.43	0.23
	20*	0.53	0.37
	21	0.44	-0.03
	22*	0.50	0.26
	23	0.36	0.26
	24	0.46	0.17

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	ค่า ความยากง่าย	ค่า อำนาจจำแนก
11. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้สัดส่วนตรงในการแก้โจทย์ปัญหาได้	25	0.40	0.17
	26*	0.41	0.26
	27*	0.60	0.51
	28*	0.51	0.34
	29	0.49	0.17
	30	0.56	0.14
12. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้สัดส่วนผกผันในการแก้โจทย์ปัญหาได้	31*	0.53	0.43
	32	0.51	0.17
	33	0.61	0.09
	34*	0.54	0.34
	35*	0.49	0.29
	36	0.36	0.14
13. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของร้อยละได้	37	0.56	0.09
	38*	0.43	0.29
14. นักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละได้	39	0.46	0.29
	40*	0.53	0.26
15. นักเรียนสามารถเขียนร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วนได้	41*	0.59	0.20
	42	0.43	0.17
16. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้	43*	0.44	0.31
	44	0.59	0.14
	45	0.43	0.17
	46*	0.60	0.34
	47	0.47	0.14
	48*	0.60	0.29

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

จุดประสงค์	ข้อที่	ค่า ความยากง่าย	ค่า อำนาจจำแนก
17. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้	49*	0.51	0.29
	50	0.39	0.09
	51	0.59	0.14
	52	0.29	0.06
	53*	0.43	0.23
	54*	0.51	0.29
	55	0.40	0.23
	56*	0.50	0.31
	57	0.54	0.11
	58*	0.59	0.26
	59	0.59	0.14
	60*	0.60	0.29

หมายเหตุ \* หมายถึง ข้อที่คัดเลือกเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ จำนวน 30 ข้อ



ตารางที่ ค-5 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน  
สัดส่วน และร้อยละ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
1	14	196	21	15	225
2	15	225	22	22	484
3	16	256	23	18	324
4	21	441	24	23	529
5	22	484	25	19	361
6	13	169	26	21	441
7	14	196	27	18	324
8	15	225	28	21	441
9	14	196	29	19	361
10	13	169	30	18	324
11	23	529	31	23	529
12	23	529	32	22	484
13	22	484	33	22	484
14	15	225	34	16	256
15	17	289	35	16	256
16	18	324	36	20	400
17	15	225	37	18	324
18	21	441	38	18	324
19	16	256	39	18	324
20	14	196	40	22	484
			รวม	730	13734

ตารางที่ ค-6 สัดส่วนผู้ที่ตอบถูก (p) สัดส่วนผู้ที่ตอบผิด (q) ในข้อหนึ่ง ๆ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.70	0.30	0.21	16	0.70	0.30	0.21
2	0.72	0.28	0.20	17	0.72	0.28	0.20
3	0.64	0.36	0.23	18	0.22	0.78	0.17
4	0.62	0.38	0.24	19	0.30	0.70	0.21
5	0.46	0.54	0.25	20	0.36	0.64	0.23
6	0.22	0.78	0.17	21	0.30	0.70	0.21
7	0.22	0.78	0.17	22	0.30	0.70	0.21
8	0.22	0.78	0.17	23	0.52	0.48	0.25
9	0.22	0.78	0.17	24	0.68	0.32	0.22
10	0.22	0.78	0.17	25	0.68	0.32	0.22
11	0.68	0.32	0.22	26	0.76	0.24	0.18
12	0.70	0.30	0.21	27	0.18	0.82	0.15
13	0.72	0.28	0.20	28	0.22	0.78	0.17
14	0.72	0.28	0.20	29	0.62	0.38	0.24
15	0.66	0.34	0.22	30	0.24	0.76	0.18
รวม							2.02

ตารางที่ ค-7 ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

$\Sigma pq$	$\Sigma X$	$(\Sigma X)^2$	$\Sigma X^2$	$S_t^2$
2.02	730	532900	13734	10.55

ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

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

$$= \frac{30}{30-1} \left[ 1 - \frac{2.02}{10.55} \right]$$

$$= 0.84$$

นั่นคือ ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เท่ากับ 0.84

ตารางที่ ค-8 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

จุดประสงค์	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน	1	0.42	0.56
นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สัดส่วนตรง	2*	0.56	0.48
นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สัดส่วนผกผัน	3	0.39	0.59
นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ	4*	0.41	0.51
นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ	5	0.49	0.37
นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ	6*	0.46	0.53
	7	0.56	0.33
	8*	0.49	0.35
	9	0.55	0.49
	10*	0.61	0.36

หมายเหตุ \* หมายถึง ข้อที่คัดเลือกเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ จำนวน 5 ข้อ

ตารางที่ ค-9 ค่าความแปรปรวน และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถ  
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ข้อ	$\Sigma x$	$\Sigma x^2$	ความแปรปรวน ( $S_t^2$ )
1	214	1218	1.87
2	188	984	2.57
3	224	1348	2.40
4	231	1385	1.31
5	223	1319	1.94
รวม	1,080	6254	10.09

หมายเหตุ ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ ( $S_t^2$ ) เท่ากับ 19.74

ค่าความเชื่อมั่น ( $\alpha$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right] \\ &= \frac{5}{5-1} \left[ 1 - \frac{10.09}{19.74} \right] \\ &= 0.74\end{aligned}$$

นั่นคือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ เท่ากับ 0.74

ตารางที่ ค-10 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน  
สัดส่วน และร้อยละ

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 30)	p
1	22	73.33
2	21	70
3	19	63.33
4	18	60
5	17	56.66
6	24	60
7	23	76.66
8	25	83.33
9	29	96.66
10	21	70
11	25	83.33
12	26	86.66
13	25	83.33
14	21	70
15	23	76.66
16	26	86.66
17	23	76.66
18	22	73.33
19	21	70
20	19	63.33
21	24	80
22	20	66.66
23	27	90
24	23	76.66
25	21	70

ตารางที่ ค-10 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 30)	p
26	26	86.66
27	20	66.66
28	21	70
29	24	80
30	26	86.66
31	24	80
32	21	70
33	19	63.33
34	18	60
35	21	70
36	22	73.33
37	24	80
38	19	63.33
รวม	850	74.57
$\bar{X}$	22.37	
S	2.81	

ตารางที่ ค-11 คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง  
อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

คนที่	คะแนนความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					รวม	$\bar{x}$	S	p
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5				
1	8	5	7	5	6	31	6.2	1.08	77.5
2	6	2	6	6	5	25	5	1.73	62.5
3	6	6	6	7	6	31	6.2	0.45	77.5
4	6	6	5	5	5	27	5.4	0.56	67.5
5	6	5	2	5	6	24	4.8	1.64	60
6	6	6	6	8	6	32	6.4	0.89	80
7	6	8	8	6	6	34	6.8	1.1	85
8	8	8	6	6	5	33	6.6	1.34	82.5
9	5	6	5	5	6	27	5.4	0.55	67.5
10	5	7	6	6	7	31	6.2	0.84	77.5
11	5	6	7	2	2	22	4.4	2.3	55
12	8	8	8	8	7	39	7.8	0.45	97.5
13	5	6	3	6	6	26	5.2	1.08	65
14	8	5	6	5	8	32	6.4	1.52	80
15	6	6	5	6	4	27	5.4	0.89	67.5
16	8	8	6	7	8	37	7.4	0.89	92.5
17	5	6	7	6	6	30	6	0.71	75
18	6	6	6	6	6	30	6	0	75
19	6	8	7	8	7	36	7.2	0.84	90
20	6	8	4	6	4	28	5.6	1.67	70
21	8	8	8	5	8	37	7.4	1.34	92.5
22	6	5	6	6	7	30	6	0.71	75
23	8	6	6	5	5	30	6	1.22	75
24	7	6	5	7	7	32	6.4	0.89	80
25	4	6	5	6	6	27	5.4	0.89	67.5

ตารางที่ ค-11 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์						$\bar{X}$	S	p
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	รวม			
26	5	5	6	6	6	28	5.6	0.55	70
27	7	5	6	5	5	28	5.6	0.89	70
28	5	6	5	5	6	27	5.4	0.55	67.5
29	4	1	3	7	7	22	4.4	2.61	55
30	5	5	5	5	7	27	5.4	0.89	67.5
31	4	8	4	8	7	31	6.2	2.05	77.5
32	8	5	5	5	6	29	5.8	1.3	72.5
33	5	4	8	6	7	30	6	1.58	75
34	5	8	8	7	4	32	6.4	1.82	80
35	8	8	8	7	6	37	7.4	0.89	92.5
36	4	6	6	7	8	31	6.2	1.48	77.5
37	4	5	3	6	6	24	4.8	1.3	60
38	4	3	7	8	5	27	5.4	2.07	67.5
รวม	226	226	220	230	229	1131			
$\bar{X}$	5.95	5.95	5.79	6.05	6.03	29.76			
S	1.39	1.68	1.53	1.21	1.26	4.11			
p	14.87	74.34	72.37	75.66	75.33	74.41			



ภาคผนวก ง  
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

1) ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ วิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample

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

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
	$s$	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ค่าสถิติทดสอบที (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์)

$$t = \frac{22.37 - 21}{\frac{2.81}{\sqrt{38}}} = 2.98$$

จากข้างต้นค่าสถิติทดสอบที (One-tail) จากตารางที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01  $df = 37$  มีค่าเท่ากับ 2.4314 จะได้ว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

2) ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ ด้วยสถิติ t-test for one sample

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

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
	$s$	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ค่าสถิติทดสอบที (ความสามารถการแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์)

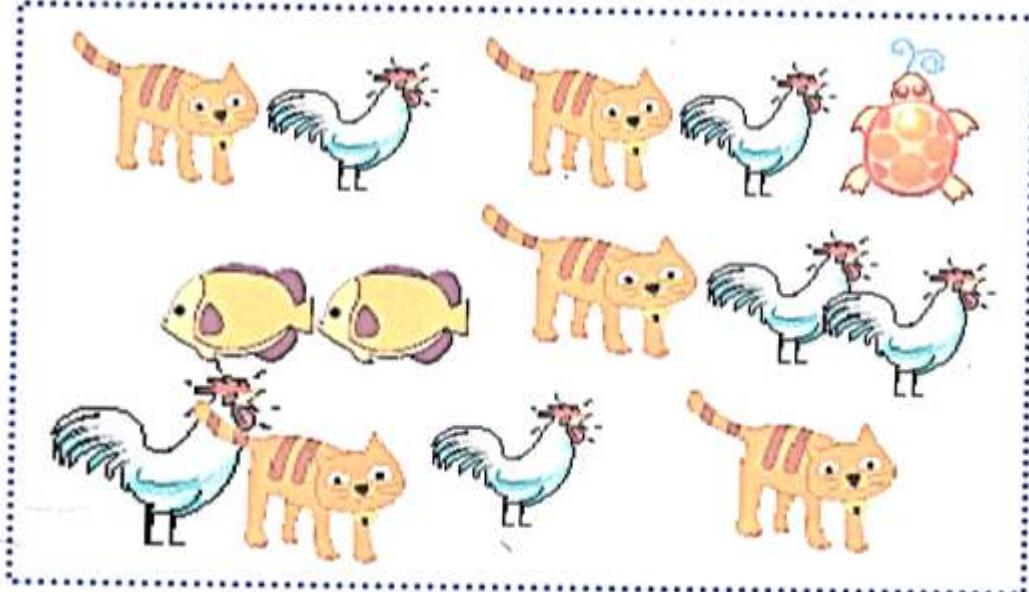
$$t = \frac{29.76 - 28}{\frac{4.11}{\sqrt{38}}} = 2.63$$

จากข้างต้นค่าสถิติทดสอบที (One-tail) จากตารางที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01  $df = 37$  มีค่าเท่ากับ 2.4314 จะได้ว่า คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

**ภาคผนวก จ**  
ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียน



คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์จากภาพที่กำหนดให้ 20 ความสัมพันธ์



- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| อัตราส่วนของปลา : แมว = 2 : 5   | อัตราส่วนของ แมว : ปลา = 5 : 2  |
| อัตราส่วนของ ปลา : ไก่ = 2 : 6  | อัตราส่วนของ ไก่ : ปลา = 6 : 2  |
| อัตราส่วนของ ปลา : เต่า = 2 : 1 | อัตราส่วนของ เต่า : ปลา = 1 : 2 |
| อัตราส่วนของ ไก่ : แมว = 6 : 5  | อัตราส่วนของ แมว : ไก่ = 5 : 6  |
| อัตราส่วนของ ไก่ : เต่า = 6 : 1 | อัตราส่วนของ เต่า : ไก่ = 1 : 6 |
| อัตราส่วนของ แมว : เต่า = 5 : 1 | อัตราส่วนของ เต่า : แมว = 1 : 5 |
|                                 | อัตราส่วนของ เต่า : ปลา = 1 : 2 |
|                                 | อัตราส่วนของ                    |
|                                 | อัตราส่วนของ                    |
|                                 | อัตราส่วนของ                    |
|                                 | อัตราส่วนของ                    |



คำชี้แจง จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้องโดยใช้ข้อมูลจากข้อความที่กำหนดไว้



ลด 20 %



ลด 20 % หมายถึง ลดราคา 20 % ของราคาที่ตั้งไว้			
นั่นคือ ถ้าตั้งราคาไว้ 100 บาท	ลดราคา	20	บาท
หรือ ถ้าตั้งราคาไว้ 100 บาท	ขาย	80	บาท



ลด 30 %

1. ถ้าหมอนราคา 200 บาท ผู้ขายลดให้กี่บาท  
ตอบ  บาท
2. ถ้าหมอนราคา 200 บาท จะซื้อได้ในราคากี่บาท  
ตอบ  บาท





ลด 40 %

3. ถ้าไม้กวาดราคา 150 บาท ผู้ขายลดให้กี่บาท

ตอบ  บาท

4. ถ้าไม้กวาดราคา 150 บาท จะซื้อได้ในราคากี่บาท

ตอบ  บาท



ลด 25 %

5. ถ้าหม้อราคา 300 บาท ผู้ขายลดให้กี่บาท

ตอบ  บาท

6. ถ้าหม้อราคา 300 บาท จะซื้อได้ในราคากี่บาท

ตอบ  บาท



**ใบงานที่ 2 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับกำไรและขาดทุน**

**ท้าวชี้แจง** ขงเดิมจำนวนในส่วนที่หายไปจากโจทย์ที่กำหนด ให้ถูกต้อง

**ตัวอย่าง** ขายตู้เย็นไปในราคา 6,400 ปรากฏว่าขาดทุน 20% จงหาว่า  
ซื้อตู้เย็นมาราคาเท่าไร

**วิธีทำ** ขาดทุน 20% คือ ทุน 100 บาท ขายไป  $100 - 20 = 80$  บาท  
กำหนด ขายไปเป็น  $x$  บาท

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้  $\frac{80}{100} = \frac{6,400}{x}$   
 $x = \frac{6,400 \times 100}{80}$   
 $x = 8,000$  บาท

**ตอบ** ซื้อตู้เย็นมาราคา 8,000 บาท

1. ขายรองเท้าไปในราคา 120 บาท แล้วขาดทุน 20% จงหาว่า  
ซื้อรองเท้ามาราคาเท่าไร

**วิธีทำ** ขาดทุน 20% คือ ทุน 100 บาทขายไป  $100 - 20 = 80$  บาท  
กำหนด ขายไปเป็น  $x$  บาท

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้  $\frac{80}{100} = \frac{120}{x}$   
 $x = \frac{120 \times 100}{80}$   
 $x = 150$  บาท

**ตอบ** ซื้อรองเท้ามาราคา 150 บาท

2. ขายเสื้อไปในราคา 120 บาท แล้วขาดทุน 25% จงหาว่า ซื้อเสื้อ  
มาราคาเท่าไร

**วิธีทำ** ขาดทุน 25% คือ ทุน 100 บาทขายไป  $100 - 25 = 75$  บาท  
กำหนด ขายไปเป็น  $x$  บาท

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้  $\frac{75}{100} = \frac{120}{x}$   
 $x = \frac{120 \times 100}{75}$   
 $x = 160$

**ตอบ** ซื้อเสื้อมาราคา 160 บาท





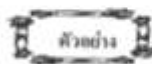


คำชี้แจง จงหาผลลัพธ์แล้วถอดรหัสต่อไปนี้

ผลลัพธ์	อักษร
3	A
4	C
5	E
7	G
9	I
10	K
11	M
12	O

ผลลัพธ์	อักษร
13	Q
15	R
16	S
17	T
18	U
20	V
22	X
25	Y

นำอักษรจากด้านบนมาแทนค่าที่ตรงกับผลลัพธ์ ข้อ 1-10



50% ของ 22 คือจำนวนใด

= 11



ข้อความคือ 11



1. 5% ของ 60	- A
2. 8.5 เป็นที่เปอร์เซ็นต์ของ 50	- T
3. 11 เป็นที่เปอร์เซ็นต์ของ 50	- H
4. 50% ของ 10	- E
5. 10% ของ 110	- M
6. 1.2 เป็น 40% ของจำนวนใด	- A
7. 34 เป็นที่เปอร์เซ็นต์ของ 200	- T
8. 15% ของ 60	- I
9. 2 เป็น 50% ของจำนวนใด	- C
10. 32 เป็นที่เปอร์เซ็นต์ของ 200	- S

จะได้ข้อความปริศนา คือ **11** A T H E M A T I C S