

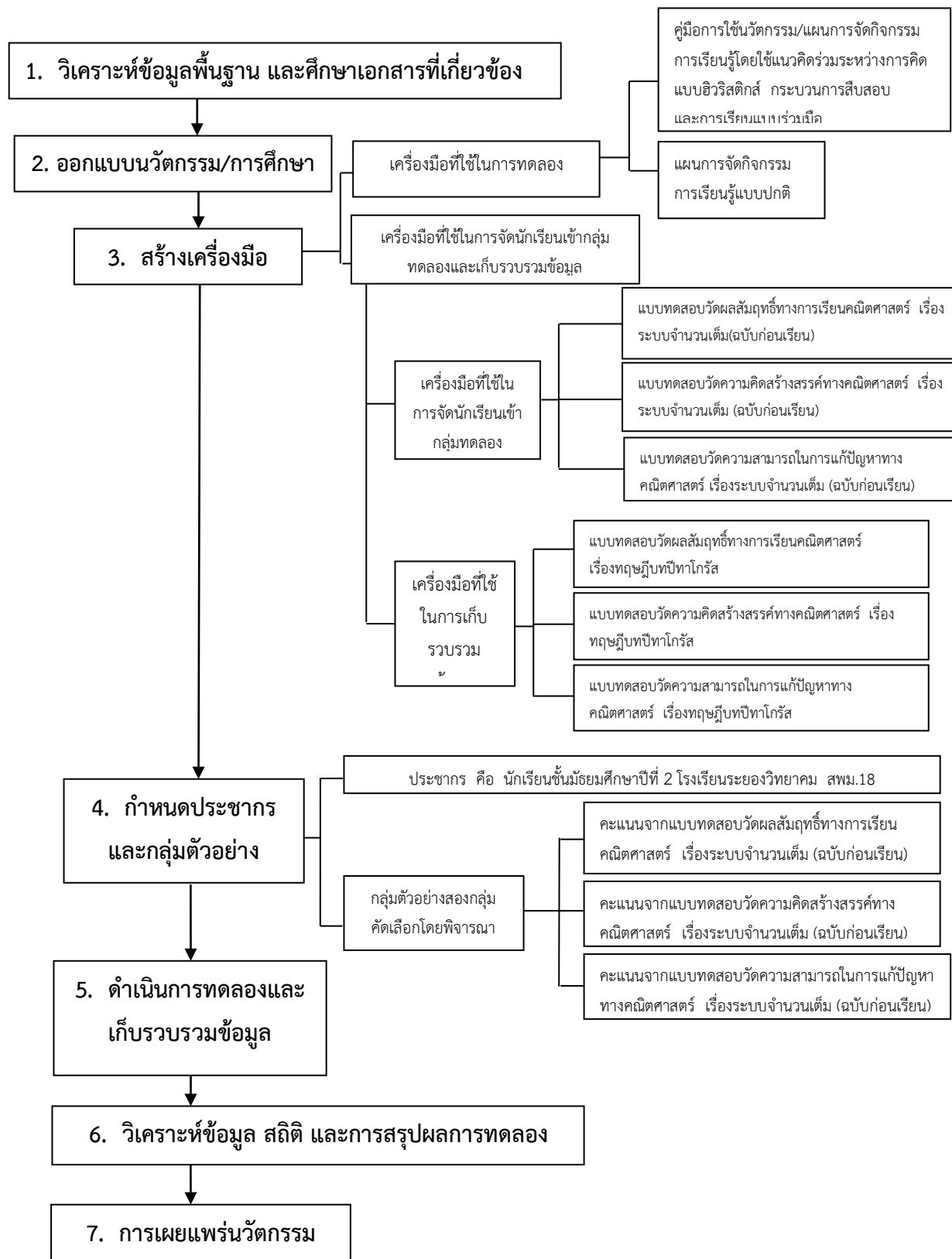
บทที่ 3

วิธีดำเนินการพัฒนานวัตกรรมและการศึกษา

การศึกษาเรื่องผลของการใช้นวัตกรรมชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยผสานวิธีระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์และการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งผู้ศึกษาวิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามหัวข้อ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบนวัตกรรมและการศึกษา
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ประกอบนวัตกรรมและการศึกษา
 - 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
 - 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 5.1 ขั้นตอนเตรียมการ
 - 5.2 ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลอง
7. สถิติที่ใช้ในการศึกษา
 - 7.1 สถิติในการคำนวณหาคุณภาพของแบบทดสอบ
 - 7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาวิจัยเสนอเป็นแผนภาพสรุปขั้นตอนการพัฒนานวัตกรรมและการศึกษา ดังนี้



แผนภาพที่ 11 สรุปขั้นตอนการพัฒนา นวัตกรรมและการศึกษา

1. การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ผู้ศึกษาวิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดร่วมระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์ กระบวนการสืบสอบ และการเรียนแบบร่วมมือ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการทดลอง

1.2 ศึกษาหลักสูตรคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560 เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส และศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนระยองวิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส

1.3 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีการศึกษาวิจัย การสร้างเครื่องมือในการศึกษา วิธีการวัดประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทฤษฎี หลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. การออกแบบนวัตกรรมและการศึกษา

การศึกษาผลของการใช้ชุดนวัตกรรมครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยกึ่งทดลองใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม (two-group pretest-posttest design) ที่ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม และกลุ่มควบคุมหนึ่งกลุ่ม โดยแบบแผนการทดลองมีลักษณะ ดังนี้

ตารางที่ 7 รูปแบบการศึกษา

การพิจารณาเลือกกลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มตัวอย่าง	ทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
<ul style="list-style-type: none"> - <u>พิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</u>จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน - <u>พิจารณาคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์</u>จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน 	E	X	<ul style="list-style-type: none"> - ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน - ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
<ul style="list-style-type: none"> - <u>พิจารณาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</u>จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน 	C	~X	<ul style="list-style-type: none"> - ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน - ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการศึกษา

E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

C แทน กลุ่มควบคุม (Control Group)

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โดยผสมวิธีระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์และการเรียนแบบร่วมมือ

~X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ประกอบนวัตกรรมและการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ประกอบนวัตกรรมและการศึกษามี 2 ชนิด คือ

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1) คู่มือการใช้นวัตกรรมและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผสานวิธีระหว่งการคิดแบบฮิวริสติกส์และการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ตลอดจนเอกสาร/สื่อประกอบ นวัตกรรมต่าง ๆ ได้แก่ คู่มือการใช้นวัตกรรม เอกสารแนะนำแนวทาง เอกสารสำรวจตรวจค้น เอกสารแบบฝึกหัด กิจกรรมเกมประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ power point ประกอบ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้ศึกษาวิจัยได้นำเอกสาร/สื่อประกอบ นวัตกรรมต่าง ๆ เผยแพร่ในเว็บไซต์ www.pookpikschool.com และเว็บไซต์ www.pookpikschool.wordpress.com ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าใช้ได้เช่นกัน

2) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม (ฉบับก่อนเรียน) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน)

2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่องระบบจำนวนเต็ม (ฉบับก่อนเรียน) และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน)

3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องระบบจำนวนเต็ม (ฉบับก่อนเรียน) และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน)

รายละเอียดการสร้างเครื่องมือดังกล่าวมีดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาวิจัยทำการทดลองสอนนักเรียนสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้ใช้นวัตกรรมชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผสานวิธีระหว่งการคิดแบบฮิวริสติกส์และการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ

1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผสมวิธีระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์และการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสที่ใช้ในการสอนกลุ่มทดลอง

2) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสที่ใช้ในการสอนกลุ่มควบคุม

กลุ่มละ จำนวน 13 แผน 15 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ ดังมีรายละเอียดตามตารางที่ 9

ตารางที่ 8 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง เนื้อหา และจุดประสงค์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส

แผน ที่	จำนวน ชั่วโมง	เนื้อหา	จุดประสงค์
1-3	4	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	- สามารถอธิบาย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ - สามารถคำนวณหาด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเมื่อกำหนดด้านมาให้ 2 ด้าน ได้
4-7	4	บทกลับทฤษฎีบทพีทาโกรัส	- สามารถอธิบาย บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ - สามารถระบุได้ว่าสามเหลี่ยมใดเป็นสามเหลี่ยมมุมฉากเมื่อรู้ด้านของรูปสามเหลี่ยม
8-13	7	การนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้	- หาคำตอบในสถานการณ์ประยุกต์ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้

3.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผสมวิธีระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์และการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1.1.1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบต่าง ๆ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบสอบ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือจากหนังสือ วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจากการศึกษารายละเอียดดังกล่าวได้ข้อคิดว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรใช้แนวคิดในการจัดที่หลากหลาย จะส่งผลดีต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น ตื่นเต้น เกิดความอยากที่จะเรียนรู้ ไม่เบื่อหน่ายรูปแบบการสอนแบบใดแบบหนึ่งที่เป็นแบบเดียวที่ครูใช้ซ้ำ ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งบท ดังนั้นผู้ศึกษาวิจัยจึงเลือกใช้แนวคิดที่เหมาะสมกับเนื้อหาของเรื่อง

ทฤษฎีบทปีทาโกรัส และเลือกใช้แนวคิดร่วมกัน 3 แนวคิด คือ การคิดแบบฮิวริสติกส์ ตามแนวคิดของเซฟฟิลด์ (Sheffield, 2003: 12-15) กระบวนการสืบสอบของบายบี (Bybee, 2006: 158-161) นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) และการเรียนแบบร่วมมือของสลาบินและคณะ (Slavin and other, 1990: 178) ซึ่งจากการศึกษาพบว่ามีงานวิจัยที่ใช้แต่ละแนวคิดดังกล่าวเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีบริบทใกล้เคียงกับสิ่งที่ต้องการศึกษาวิจัยครั้งนี้

3.1.1.2 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตรและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.1.1.3 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของเนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

3.1.1.4 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับเนื้อหาที่จะใช้ในการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยเรื่องทฤษฎีบทปีทาโกรัส

3.1.1.5 เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดร่วมระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์ กระบวนการสืบสอบ และการเรียนแบบร่วมมือ เรื่องทฤษฎีบทปีทาโกรัส โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนระบุรายละเอียดเกี่ยวกับหัวข้อเรื่อง สำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอนที่ประกอบด้วยการใช้แนวคิดร่วมระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์ กระบวนการสืบสอบ และการเรียนแบบร่วมมือ และขั้นสรุป สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ การมอบหมายงาน ข้อคิดและข้อเสนอแนะเพื่อส่งเสริมศักยภาพและบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 13 แผน ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะสำหรับปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลจากการพิจารณาแล้วผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

ก. ควรเขียนอธิบายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ให้แตกต่างกันอย่างชัดเจน

ข. ควรเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ให้กระชับ และสรุปเป็นตารางหรือสรุปโดยการบรรยายเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง

ค. ควรยกตัวอย่างการอธิบายของครูเท่าที่จำเป็น เพื่อให้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความกระชับมากยิ่งขึ้น

ง. ปรับเวลาและกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกัน

จ. ปรับปรุงการใช้ภาษาให้มีความคงเส้นคงวา ใช้ภาษาเขียนให้ถูกต้อง เลือกใช้คำให้มีความสละสลวย และเรียบเรียงประโยคกับส่วนขยายประโยคให้ถูกต้องตามหลักภาษา

ฉ. ควรเพิ่มสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายในแต่ละชั่วโมงเรียน โดยเลือกใช้สื่อที่มีอยู่เดิม สื่อที่มีกระบวนการสร้างไม่ซับซ้อน หรือประยุกต์สิ่งอื่นมาเป็นสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ช. ปรับแบบฝึกหัดให้มีความยากเหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ซ. ควรเลือกใช้ภาพประกอบโจทย์แบบฝึกหัดอย่างเหมาะสม โดยเน้นการใช้ภาพเพื่อเพิ่มความชัดเจน และทำให้นักเรียนเข้าใจโจทย์ได้ง่ายขึ้น

3.1.1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง

3.1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1.2.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนที่อิงตามหลักสูตรการศึกษา
ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.1.2.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของเนื้อหาวิชา กิจกรรม
การเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

3.1.2.3 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับเนื้อหาที่จะใช้
ในการทดลองซึ่งประกอบด้วยเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส

3.1.2.4 เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส
โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนระบุรายละเอียดเกี่ยวกับหัวข้อเรื่อง สำคัญ
จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่
บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล การเรียนรู้
การมอบหมายงาน ข้อคิดและข้อเสนอแนะเพื่อส่งเสริมศักยภาพ และบันทึกหลังการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และให้
ข้อเสนอแนะสำหรับปรับปรุงแก้ไข

ก. ควรลดการอธิบายของครู และเพิ่มการให้นักเรียนอภิปรายและเสนอแนวคิด
ร่วมกัน

ข. ปรับปรุงการใช้ภาษาให้มีความคงเส้นคงวา ใช้ภาษาเขียนให้ถูกต้อง และเรียบ
เรียงประโยคกับส่วนขยายประโยคให้ถูกต้องตามหลักภาษา

ค. ควรเพิ่มสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายในแต่ละชั่วโมง
เรียน โดยเลือกใช้สื่อที่มีอยู่เดิม สื่อที่มีกระบวนการสร้างไม่ซับซ้อน หรือประยุกต์สิ่งอื่นมาเป็นสื่อใน
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ง. ควรเพิ่มกิจกรรมกลุ่มให้กับนักเรียนมากยิ่งขึ้น

3.1.2.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว ไปใช้จริงกับกลุ่มควบคุม
(รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข หน้า 388)

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

<p>กลุ่มทดลอง</p> <p>(แนวคิดผสวนวิธีระหว่างความคิดแบบฮิวริสติกส์ และการเรียนแบบร่วมมือ)</p>	<p>กลุ่มควบคุม</p> <p>(แบบปกติ)</p>
<p>ชั้นนำ</p> <p>ครูสนทนากับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ข้อความรู้ ซึ่งเป็นการชี้แนะให้นักเรียนทราบในเรื่องที่ต้องการสอน โดยการกล่าวถึงสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส</p>	
<p>ขั้นสอน ในแต่ละชั่วโมงครูเลือกแนวคิดใดแนวคิดหนึ่งมาใช้ เช่น ถ้าเลือกการคิดแบบฮิวริสติกส์ จะมีลักษณะดังนี้</p> <p>ขั้นสร้างความสัมพันธ์ (Relate)</p> <p>ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นกิจกรรมที่กระตุ้น ยั่วยุ หรือทำลายให้นักเรียนสนใจ สงสัย อยากรู้ อยากเห็น หรือขัดแย้ง จนเกิดปัญหาทำให้นักเรียนต้องการศึกษาค้นคว้าทดลอง แก้ปัญหา หรือสำรวจตรวจค้นโดยใช้กิจกรรม เกม เอกสารแนะแนวทาง เว็บไซต์ ตามที่กำหนดในแต่ละแผนการสอน</p> <p>ครูสนทนากับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีโดยพยายามโยงความสัมพันธ์ให้มีลักษณะเป็นระบบ</p> <p>กิจกรรมมีหลายรูปแบบ เช่น การเล่นเกม การระดมสมอง การใช้บทบาทสมมติ การใช้แบบตรวจสอบรายการ การทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่องที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ พูดคุยสนทนาเกี่ยวกับประสบการณ์จริง ใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถของนักเรียน</p>	<p>ขั้นสอน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2560 ซึ่งเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้ศึกษาวิจัยเขียนรายละเอียดขั้นตอนดังนี้ - ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสซึ่งเป็นกิจกรรมที่กระตุ้น ยั่วยุ หรือทำลายให้นักเรียนสนใจ สงสัย อยากรู้ อยากเห็น หรือขัดแย้ง จนเกิดปัญหา ทำให้นักเรียนต้องการศึกษาค้นคว้า ทดลอง แก้ปัญหา ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การใช้กิจกรรมกลุ่มย่อย การเล่นเกม การระดมสมอง การใช้บทบาทสมมติ การทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่องที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ พูดคุยสนทนาเกี่ยวกับประสบการณ์จริง ใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถของนักเรียน

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง</p> <p style="text-align: center;">(แนวคิดผสานวิธีระหว่างการใช้การคิดแบบฮิวริสติกส์ และการเรียนแบบร่วมมือ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม</p> <p style="text-align: center;">(แบบปกติ)</p>
<p>ขั้นสำรวจตรวจค้น (Investigate)</p> <p>ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสำรวจตรวจค้นปัญหาหรือประเด็นที่นักเรียนสนใจ โดยใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง การถามคำถามที่น่าสนใจอย่างเป็นลำดับ และเชื่อมโยงคำถามสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการศึกษา</p> <p>กิจกรรมมีหลายรูปแบบ เช่น การใช้กิจกรรมกลุ่มย่อย การค้นคว้า การทดลอง การประยุกต์การคิดย้อนกลับ การใช้คำถามไต่ระดับความคิดโดยใช้ power point กิจกรรมสำรวจตรวจค้น เอกสารแบบฝึกหัด เว็บไซต์ www.pookpikschool.com และ www.pookpikschool.wordpress.com ตามที่ระบุในแต่ละแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>ขั้นการประเมินและติดต่อสื่อสาร (Evaluate and Communicate)</p> <p>ครูแนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบและประเมินคำตอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เหมาะสมกับปัญหา และสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร โดยครูให้นักเรียนอธิบายความรู้หรืออภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือสิ่งที่ได้ค้นพบเพื่อให้นักเรียน ได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้อย่างชัดเจน</p>	<p>- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในเรื่องที่ศึกษาโดยใช้การอธิบาย การถามตอบ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและสามารถคิดวิธีการในการหาคำตอบ ได้ด้วยวิธีการของตนเอง</p> <p>โดยครูอาจใช้การสาธิต แล้วถามตอบประกอบคำอธิบายเพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้ หรืออาจให้นักเรียนอาสาออกมาอธิบายแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่เคยใช้ ตลอดจนประเด็นเกี่ยวข้องอื่น ๆ ที่น่าสนใจ</p> <p>- ครูให้นักเรียนออกมาแนะนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบที่ได้และช่วยกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งครูอาจให้นักเรียนออกมาเป็นกลุ่มและช่วยกันอธิบาย หรืออาจให้นักเรียนออกมาอธิบายเป็นรายบุคคลก็ได้ โดยครูแนะนำให้ผู้อธิบายเปิดโอกาสให้ผู้อื่นซักถาม แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการในการหาคำตอบของตนเอง</p> <p>- ครูให้นักเรียนร่วมกันเชื่อมโยงความรู้ในสิ่งที่เรียนรู้กับสิ่งที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตจริง</p> <p>- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเสริมและแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง</p> <p style="text-align: center;">(แนวคิดผสานวิธีระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์ และการเรียนแบบร่วมมือ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม</p> <p style="text-align: center;">(แบบปกติ)</p>
<p>โดยเน้นเกี่ยวกับแนวคิดในประเด็นที่น่าสนใจ คำตอบ และวิธีการคิดที่ดีที่สุดของแต่ละคน โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิธีประเมินอย่างเป็น ระบบ</p> <p>กิจกรรมมีหลายรูปแบบ เช่น การอภิปราย ในห้องเรียน การสร้างกระทู้ในเว็บไซต์ www.pookpikschool.com และ www.pookpikschool.wordpress.com นำเสนอโดยใช้ power point</p> <p>ขั้นสร้างคำถามหรือปัญหา (Create)</p> <p>ครูแนะนำ และกระตุ้นให้นักเรียนขยาย ความคิดจากปัญหาเดิมที่ได้สำรวจตรวจค้นและได้ ข้อสรุปแล้วไปสู่การสร้างคำถามใหม่ ปัญหาใหม่ หรือประเด็นใหม่ที่น่าสนใจ เพื่อใช้ในการสำรวจ ตรวจค้น</p> <p>ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาว่ามีประเด็น ใดหรือคำถามใดที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมในหัวข้อ ที่กำลังสนใจ เมื่อตั้งคำถามใหม่ได้แล้วก็เริ่ม ดำเนินการใหม่ตามขั้นตอนในแบบจำลองความคิด ต่อไปตามความเหมาะสม</p> <p>ครูสามารถเลือกใช้กิจกรรมได้หลายรูปแบบ เช่น การเลือกใช้กลุ่มที่เหมาะสม โดยครูอาจ แนะนำให้นักเรียนพิจารณากลุ่มตัวอย่างเพื่อไปสู่ การสำรวจตรวจค้นปัญหาใหม่ที่น่าสนใจ การรวมกันของสิ่งที่ต่างกันและมีลักษณะที่ไม่น่า จะเข้ากันได้ การมอง และการจินตนาการสร้าง สถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจในการสำรวจ</p>	

กลุ่มทดลอง (แนวความคิดสานวิธีระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์ และการเรียนแบบร่วมมือ)	กลุ่มควบคุม (แบบปกติ)
ตรวจสอบ การใช้คำถาม “ผลลัพธ์จะเป็นอย่างไร ถ้า ...” เป็นคำถามนำในการสำรวจตรวจสอบ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	
ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปข้อความรู้ที่ได้และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเพื่อเพิ่ม ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในระหว่างทำแบบฝึกหัด	

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้มีดังนี้

- 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเต็ม(ฉบับก่อนเรียน)
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส(ฉบับหลังเรียน)
- 2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่องระบบจำนวนเต็ม
(ฉบับก่อนเรียน) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับ
หลังเรียน)
- 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องระบบจำนวนเต็ม
(ฉบับก่อนเรียน) เรื่องแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบท
พีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน)

**3.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเต็มฉบับ
ก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสฉบับ
หลังเรียน** วิชาคณิตศาสตร์3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตร
การศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย โดยมีวิธีดำเนินการสร้าง ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องระบบจำนวนเต็มและเรื่องทฤษฎีบทพีทา
โกรัส จากหลักสูตรคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์3 ตามหลักสูตร
การศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนระยองวิทยาคม

3.2.1.2 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3.2.1.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พิจารณาให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้

3.2.1.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งข้อสอบฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนใช้ข้อความเดียวกันแต่มีการสลับข้อ เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวนชุดละ 45 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์พฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการวัดประเมินผลของวิลสัน (Wilson, 1971: 643-685) ได้จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

1) ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึง ความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับทักษะการคิดคำนวณ

2) ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่รู้อยู่แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้

3) การนำไปใช้ (Application) หมายถึง การคิดแก้ปัญหาโดยการนำความรู้ กฎ สูตร ทฤษฎี หลักการ วิธีการ ตลอดจนเทคนิคต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ออกไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แปลกใหม่ออกไป

4) การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหาส่วนที่สำคัญ หาความสัมพันธ์ของส่วนที่สำคัญนั้น ๆ และหลักการที่สำคัญเหล่านั้น มีความสัมพันธ์กัน เพื่อแก้ปัญหาที่แปลกกว่าปัญหาธรรมดาหรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชนิดเลือกตอบ คือ คำตอบที่ถูกต้องให้ข้อละ 1 คะแนน และคำตอบที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบให้ข้อละ 0 คะแนน

3.2.1.5 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้ศึกษาวิจัยสร้างขึ้นไปให้หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความชัดเจนของสำนวนภาษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.2.1.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบและหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์หรือค่าIOC (Index of item Objective Congruence) (รายละเอียดแสดงรายนามผู้เชี่ยวชาญแสดงในภาคผนวก ก หน้า 303)

ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ตรวจความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องกับระดับพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัย ข้อคำถาม ตัวเลือก ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสอดคล้องของภาษา ควรปรับปรุง ภาษาที่ใช้ในการตั้งคำถามให้มี ความชัดเจนมากขึ้น เช่น

โจทย์เดิม จงหาจำนวนของลำดับที่ 44

แก้ไขเป็น จำนวนในลำดับที่ 44 คือจำนวนใด

โจทย์เดิม จำนวน 75 อยู่ในลำดับที่เท่าไร

แก้ไขเป็น 75 เป็นจำนวนที่อยู่ในลำดับที่เท่าไร

3.2.1.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคมไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 43 คน เหตุผลที่นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม เพราะได้เรียนเนื้อหา คณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาแล้ว

3.2.1.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทั้ง 43 คน มาตรวจให้คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method: KR-20) ซึ่งมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป รวมทั้งหาค่าความยาก (Difficulty) และ ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยาก (p) ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.84
ค่าความยาก	มีค่า	0.16 – 0.98
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	-0.11 – 0.75

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 27 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 18 ข้อ ผู้ศึกษาวิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบที่ยังไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์ โดยปรับสำนวนภาษาที่ใช้ให้ชัดเจน และปรับตัวเลขให้ง่ายต่อการคำนวณมากขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

3.2.1.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม ที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 43 คน ซึ่งนักเรียนได้เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาแล้ว ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.90
ค่าความยาก	มีค่า	0.28 – 0.93
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	-0.05 – 0.83

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 37 ข้อ และครอบคลุมตารางวิเคราะห์พฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้ศึกษาวิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 30 ข้อ

3.2.1.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นไปตามเกณฑ์ และครอบคลุมตารางวิเคราะห์พฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.78
ค่าความยาก	มีค่า	0.24 – 0.78
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.25 – 0.83

3.2.1.11 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (รายละเอียดแสดงตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในภาคผนวก ง หน้า 410

3.2.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม (ฉบับก่อนเรียน) และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน) วิชาคณิตศาสตร์3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ซึ่งมีวิธีดำเนินการสร้าง ดังต่อไปนี้

3.2.2.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็มและเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส จากหลักสูตรคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคม

3.2.2.2 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3.2.2.3 กำหนดกรอบการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยประยุกต์ตามแนวคิดของเมนโดซา (Mendoza, 2009: 25-27) ที่ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใน 4 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) และผู้ศึกษาวิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ตามแนวคิดของทอแรนซ์ (Torrance, 1962: 34-38) และเชฟฟิลด์ (Sheffield, 2003: 10-11)

3.2.2.4 สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และหลังเรียน ให้สอดคล้องกับกรอบแนวคิดที่สร้างไว้ทั้งสิ้นจำนวนฉบับละ 8 ข้อ เพื่อใช้จริงฉบับละ 5 ข้อ แต่ละข้อเป็นข้อสอบแบบอัตนัยโดยลักษณะคำถามในแต่ละข้อมีส่วนข้อมูล และให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบ หรือสร้างโจทย์ปัญหา ซึ่งคำสั่งนั้นมีจุดประสงค์ให้นักเรียนแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 องค์ประกอบ

3.2.2.5 สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทอแรนซ์และเชฟฟิลด์ ซึ่งแนวทางในการตรวจให้คะแนน แสดงดังนี้

ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม และเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส

เกณฑ์ประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
ความคิดคล่อง	ได้คำตอบ 1 คำตอบที่ยังไม่สมบูรณ์หรือยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้	ได้คำตอบที่เหมาะสมอย่างน้อย 1 คำตอบหรือได้ความสัมพันธ์ของคำถาม (หรือจำนวนตามเหมาะสมของแต่ละสถานการณ์)	ได้คำตอบที่เหมาะสมอย่างน้อย 2 คำตอบหรือได้ความสัมพันธ์ของคำถามเป็นอย่างดี (หรือจำนวนตามเหมาะสมของแต่ละสถานการณ์)	ได้คำตอบที่เหมาะสมหลายคำตอบหรือได้ความสัมพันธ์ใหม่ของคำตอบ (หรือจำนวนตามเหมาะสมของแต่ละสถานการณ์)
ความคิดยืดหยุ่น	ไม่สามารถหาวิธีคิดตามสถานการณ์ที่กำหนดได้เลย หรือวิธีคิดที่หาแล้วยังไม่ถูกต้อง ไม่สามารถใช้ได้จริงหรือไม่เหมาะสมกับสถานการณ์	หาวิธีคิดตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยทุกข้อคำถามใช้วิธีเดียวกัน เช่น ใช้วิธีการนับต่อ ตาราง การวาดผัง การพิจารณาจากกราฟ สมการพีชคณิต การแทนค่า การเขียนแบบจำลองความคิด หรือวิธีคิดแบบอื่น ซึ่งสามารถจัดเป็นกลุ่มแนวคิดได้เพียง 1 กลุ่มแนวคิด	หาวิธีคิดตามสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างน้อย 2 วิธี เช่น ใช้วิธีการนับต่อ ตาราง การวาดผัง การพิจารณาจากกราฟ สมการพีชคณิต การแทนค่า การเขียนแบบจำลองความคิด หรือวิธีคิดแบบอื่น ซึ่งสามารถจัดเป็นกลุ่มแนวคิดได้ 2 กลุ่มแนวคิด	หาวิธีคิดตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยใช้วิธีหลากหลาย เช่น ใช้วิธีการนับต่อ ตาราง การวาดผัง การพิจารณาจากกราฟ สมการพีชคณิต การแทนค่า การเขียนแบบจำลองความคิด หรือวิธีคิดแบบอื่น ซึ่งสามารถจัดเป็นกลุ่มแนวคิดได้หลายกลุ่ม และเลือกใช้ได้อย่างหลากหลาย
ความคิดริเริ่ม	ไม่สามารถสร้างแบบรูป ความสัมพันธ์ สมการ หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดได้ หรือมีร่องรอยในการหาวิธีคิดหากฎหลักการของแบบรูปที่แตกต่างจากเดิม หรือต่างจากตัวอย่างที่ครูยกตัวอย่าง แต่ไม่สามารถใช้หากฎหลักการที่ถูกต้อง และสอดคล้องกับเงื่อนไขของแบบรูปได้	สร้างแบบรูป ความสัมพันธ์ หรือ สมการ หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดได้ และหาความสัมพันธ์ กฎ หรือหลักการของแบบรูปได้ถูกต้อง สอดคล้องกับแบบรูป แต่เป็นวิธีที่ค่อนข้างธรรมดา คือ มีนักเรียนในห้องใช้ตั้งแต่ 20 % ขึ้นไป	สร้างแบบรูป ความสัมพันธ์ สมการ หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดได้ และหาความสัมพันธ์ กฎ หรือหลักการของแบบรูปได้ถูกต้อง สอดคล้องกับแบบรูป ซึ่งเป็นวิธีที่น่าสนใจ และเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม โดยอาจซ้ำกับนักเรียนคนอื่นบ้างเล็กน้อย คือ 10-19 % ของนักเรียนในห้อง	สร้างแบบรูป ความสัมพันธ์ สมการ หรือ แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดได้ และหาความสัมพันธ์ กฎ หรือหลักการของแบบรูปได้ถูกต้อง โดยเลือกใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม โดดเด่นไม่เหมือนใคร ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ความรู้ในการคิดและมีนักเรียนน้อยกว่า 10 % ของนักเรียนในห้องที่ใช้วิธีนี้

เกณฑ์ประเมิน	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
ความคิด ละเอียดลออ	นักเรียนไม่สามารถ แก้ปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนด ได้เลย หรืออธิบาย วิธีคิดแก้ปัญหา โดยใช้ความสัมพันธ์ แบบรูป กฎ หลักการ หรือสมการไม่เหมาะสม กับเงื่อนไขของ สถานการณ์	นักเรียนอธิบายวิธีคิด ในการหากฎ หลักการ ของแบบรูป หรือ สมการในการแก้ปัญหา ได้บ้างเล็กน้อย แต่ยังไม่ชัดเจน ในบางประเด็น	นักเรียนอธิบายวิธีคิด ในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้กฎ หลักการของ แบบรูป หรือสมการ ได้อย่างชัดเจน โดยใช้ หลักการทางคณิตศาสตร์ ที่เหมาะสม	นักเรียนอธิบายวิธีแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนด โดยกล่าวถึงวิธีคิดในการหา ความสัมพันธ์ กฎหลักการ ของแบบรูปได้อย่างชัดเจน กระชับ ถ้วนถี่ และวิธีอื่นๆ ใช้การได้ดี หรือสามารถ อธิบายเป็นกราฟ แบบจำลองความคิด หรือ สมการได้โดยใช้หลักการ ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม

3.2.2.6 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ไปให้หัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์
พิจารณาความเหมาะสม ให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาหัวหน้า
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ให้

3.2.2.7 นำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน
5 ท่าน ตรวจสอบ และหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์หรือค่า IOC
(Index of item Objective Congruence) (รายละเอียดแสดงรายนามผู้เชี่ยวชาญแสดงใน
ภาคผนวก ก หน้า 303) ตรวจสอบตรงตามเนื้อหา ข้อคำถาม ความเหมาะสมของสำนวนภาษาพร้อมทั้ง
ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาผู้เชี่ยวชาญได้ให้เสนอแนะ

3.2.2.8 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่องระบบจำนวนเต็ม

(ฉบับก่อนเรียน) ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม ห้อง ม.3/4 จำนวน 28 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้ว
นำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด และนำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน) ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลอง
ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม ห้อง ม.3/2 จำนวน 31 คน ที่ไม่ใช่กลุ่ม
ตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.2.2.9 นำคะแนนที่ได้จากข้อ 3.2.1.8 มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค โดยมีเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วจึงนำมาหาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นรายข้อโดยมีเกณฑ์ คือ ค่าความยากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ดังนี้

- แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม (ฉบับก่อนเรียน)

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.47
ค่าความยาก	มีค่า	0.18 – 0.77
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.11 – 0.55

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ ผู้ศึกษาวิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบที่ยังไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์ โดยปรับสำนวนภาษาที่ใช้ให้ชัดเจน และปรับตัวเลขให้นักเรียนคิดคำนวณได้ง่ายมากขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

- แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน)

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.38
ค่าความยาก	มีค่า	0.18– 0.88
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.21 – 0.45

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ ผู้ศึกษาวิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบที่ยังไม่ได้คุณภาพ ตามเกณฑ์ โดยปรับสำนวนภาษาที่ใช้ให้ชัดเจน และปรับตัวเลขให้นักเรียนคิดคำนวณได้ง่ายมากขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

3.2.2.10 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม (ฉบับก่อนเรียน) ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนระยองวิทยาคม ห้อง ม.2/8 จำนวน 29 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.72
ค่าความยาก	มีค่า	0.16 – 0.49
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.17 – 0.65

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ ผู้ศึกษาวิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ

และนำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน) ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม ห้อง ม.3/1 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจ ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.70
ค่าความยาก	มีค่า	0.43 – 0.53
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.33 – 0.57

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ ผู้ศึกษาวิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ

3.2.2.11 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่องระบบจำนวนเต็ม (ฉบับก่อนเรียน) ที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.87
ค่าความยาก	มีค่า	0.43 – 0.49
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.53 – 0.65

และนำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน) ที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.74
ค่าความยาก	มีค่า	0.43 – 0.51
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.55 – 0.71

3.2.2.12 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่องระบบจำนวนเต็ม (ฉบับก่อนเรียน) และเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน) ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 5 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (รายละเอียดแสดงตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในภาคผนวก ง หน้า 461 - 467 และ 490 - 495)

3.2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม (ฉบับก่อนเรียน) และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน) วิชาคณิตศาสตร์3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560 ซึ่งมีวิธีดำเนินการสร้างดังต่อไปนี้

3.2.3.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม และเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส จากหลักสูตรคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวิทยาคม

3.2.3.2 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3.2.3.3 กำหนดกรอบการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้ศึกษาวิจัยประยุกต์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยา (Polya, 1957: 5-40) คือ

- 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา (understand the problem)
- 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (devise a plan)
- 3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ (carry out the plan)
- 4) ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ (look back)

ความสามารถนี้วัดได้จากคะแนนรวมจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้ศึกษาวิจัยสร้างขึ้น

3.2.3.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน) ให้สอดคล้องกับกรอบแนวคิดที่สร้างไว้จำนวนฉบับละ 8 ข้อ เพื่อใช้จริงจำนวน 5 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย ปัญหาแต่ละข้อจะมีคำถามย่อย 4 ข้อ เพื่อให้นักเรียนแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยา

3.2.3.5 สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องระบบจำนวนเต็ม และเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งแนวทางในการตรวจให้คะแนน มีดังนี้

ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่องระบบจำนวนเต็ม และเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ชื่อย่อ	คะแนนเต็ม	ระดับคะแนน	ระดับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา
1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา (understand the problem)	2	0	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามไม่ถูกต้อง หรือไม่ทำเลย
		1	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องบางส่วน หรือไม่ครบถ้วน
		2	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องและครบถ้วน
2. วางแผนแก้ปัญหา (devise a plan)	3	0	นักเรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ทำเลย
		1	นักเรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่มีบางส่วนผิดโดยอาจแสดงลำดับการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือเขียนในรูปแบบวิธีการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง 2 ที่ขึ้นไป
		2	นักเรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่มีบางส่วนผิดโดยอาจแสดงลำดับการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
		3	นักเรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม เช่น แสดงขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาตามลำดับก่อนหลังหรือเขียนในรูปแบบวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง

ชื่อย่อ	คะแนน เต็ม	ระดับ คะแนน	ระดับพฤติกรรมที่แสดงออกถึง ความสามารถในการแก้ปัญหา
3. ขั้นตอนการ แก้ปัญหาและ หาคำตอบ (carry out the plan)	3	0	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่มี ร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาเลย
		1-2	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน หรือมีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา แต่ไม่สำเร็จ เช่น นักเรียนคิดคำนวณ/แก้สมการได้อย่างถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ครบถ้วน
		3	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ หรือ คิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งสรุปคำตอบได้ อย่างถูกต้อง และครบถ้วน
4. ขั้นตรวจสอบ กระบวนการ แก้ปัญหาและ คำตอบ (look back)	2	0	นักเรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบไม่ถูกต้อง ไม่สมเหตุผล ไม่ครบถ้วน หรือไม่มีการตรวจสอบเลย
		1	นักเรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบได้ถูกต้อง และสมเหตุผล แต่ไม่ครบถ้วน
		2	นักเรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบได้ถูกต้อง สมเหตุผล และครบถ้วน

หมายเหตุ จากการประมวลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เห็นว่านักเรียนทำงานใน 4 ขั้นตอน
และขั้นตอนที่แสดงศักยภาพของการทำงานคือ ขั้นวางแผนแก้ปัญหาและขั้นตอนการแก้ปัญหา
และหาคำตอบ จึงให้น้ำหนักคะแนนกับ 2 ขั้นนี้มากกว่าขั้นอื่น

3.2.3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน
และหลังเรียน พร้อมเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น
เสนอหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตรวจพิจารณาความเหมาะสม ให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมา
ปรับปรุงแก้ไข

3.2.3.7 นำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ไปให้

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ และหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ จุดประสงค์หรือค่าIOC (Index of item Objective Congruence) (รายละเอียดแสดงรายนามผู้เชี่ยวชาญแสดงในภาคผนวก ก หน้า 302) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ข้อคำถาม ความเหมาะสมของ สำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาผู้เชี่ยวชาญได้ ให้เสนอแนะ

3.2.3.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เรื่องระบบจำนวนเต็ม (ฉบับก่อนเรียน) ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลอง ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนระยองวิทยาคม ห้อง ม.2/3 จำนวน 31 คน ซึ่งไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดและนำแบบทดสอบ วัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน) ที่ปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนระยอง วิทยาคม ห้อง ม.2/5 จำนวน 27 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ กำหนด

3.2.3.9 นำคะแนนที่ได้จากข้อ 3.2.2.8 มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability)

ของแบบทดสอบโดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค โดยมีเกณฑ์หาค่าความเที่ยงต้องมีค่า ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วจึงนำมาหาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นรายข้อโดยมีเกณฑ์ คือ ค่าความยากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ดังนี้

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบ จำนวนเต็ม (ฉบับก่อนเรียน)

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.58
ค่าความยาก	มีค่า	0.10– 0.88
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	-0.16 – 0.56

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ ผู้ศึกษาวิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบที่ยังไม่ได้ คุณภาพตามเกณฑ์ โดยปรับสำนวนภาษาที่ใช้ให้ชัดเจน และปรับตัวเลขให้นักเรียนคิดคำนวณได้ง่าย มากขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบท พีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน)

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.44
ค่าความยาก	มีค่า	0.10– 0.85

ค่าอำนาจจำแนก มีค่า $-0.09 - 0.56$

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ ผู้ศึกษาวิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบที่ยังไม่ได้คุณภาพ ตามเกณฑ์ โดยปรับสำนวนภาษาที่ใช้ให้ชัดเจน และปรับตัวเลขให้นักเรียนคิดคำนวณได้ง่ายมากขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

3.2.3.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม (ฉบับก่อนเรียน) ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม ห้อง ม.3/7 จำนวน 27 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.79
ค่าความยาก	มีค่า	0.15 - 0.61
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.43 - 0.71

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ ผู้ศึกษาวิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ

และนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน) ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนระยองวิทยาคม ห้อง ม.3/3 จำนวน 31 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.72
ค่าความยาก	มีค่า	0.54 - 0.88
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.17 - 0.75

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ ผู้ศึกษาวิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ

3.2.3.11 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม (ฉบับก่อนเรียน) ที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.90
ค่าความยาก	มีค่า	0.43 - 0.51
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.52 - 0.71

และนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ฉบับหลังเรียน)ที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.74
ค่าความยาก	มีค่า	0.43 – 0.51
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.55 – 0.71

3.2.3.12 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม และเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 5 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (รายละเอียดแสดงตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในภาคผนวก จ หน้า 461

4. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนระยองวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งมีจำนวน 506 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้การสุ่มตัวอย่างโดยการจับฉลากห้องเรียน ครั้งละ 2 ห้องเรียน

ผู้ศึกษาวิจัยสุ่มนักเรียนแล้วทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในห้องคู่ที่ความสามารถดังกล่าวข้างต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นจับฉลากเลือกหนึ่งห้องเป็นกลุ่มทดลองและห้องที่เหลือเป็นกลุ่มควบคุม

ผู้ศึกษาวิจัยจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1 สุ่มเลือกนักเรียนสองห้องเรียนจากนักเรียนห้องที่ละความสามารถ ซึ่งสุ่มได้นักเรียนห้อง ม.2/1 และ ม.2/2 ให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน

4.2 ให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และแบบทดสอบวัด

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน ซึ่งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 10.80 และ 11.05 ตามลำดับ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 25.85 และ 27.05 ตามลำดับ และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 23.88 และ 23.45 ตามลำดับ แล้วนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบดังกล่าวของนักเรียนทั้งสองห้องไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) เพื่อดูว่าความแปรปรวนมีความแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน นักเรียนทั้งสองห้องมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และนักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

4.3 จับสลากเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองหนึ่งห้องเรียน และกลุ่มควบคุมหนึ่งห้องเรียนโดยกำหนดให้ กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดร่วมระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์ กระบวนการสืบสอบ และการเรียนแบบร่วมมือ กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้น ม.2/2 เป็นกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผสมผสานวิธีระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์ และการเรียนแบบร่วมมือ และนักเรียนชั้น ม.2/1 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้ศึกษาวิจัยทดลองการสอนด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- 1) ชั้นเตรียมการ
- 2) ชั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการดำเนินงานแต่ละขั้นมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

5.1 ชั้นเตรียมการ

5.1.1 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผสมผสานวิธีระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์ และการเรียนแบบร่วมมือสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง และสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม

5.1.2 จัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

5.2 ชั้นควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental design) ผู้ศึกษาจึงจัดวิธีควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน (Extraneous variable) ดังนี้

5.2.1 เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมให้มีลักษณะเหมือนกันให้มากที่สุด

ผู้ศึกษาได้เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนระยองวิทยาคม ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ผู้ศึกษาสุ่มนักเรียน แล้วเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยเลือกห้องที่มีคะแนนค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และค่าเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จากการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว จากนั้นใช้วิธีการจับฉลากสุ่มเลือกนักเรียนเพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละหนึ่งห้องเรียน รายละเอียดดังนี้

ผู้ศึกษาสุ่มเลือกนักเรียนสองห้องเรียนจากนักเรียนห้องที่ละความสามารถครั้งที่ 1 สุ่มได้นักเรียนห้อง ม.2/6 และ ม.2/7 ให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน เมื่อวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้อง ม.2/6 และ ม.2/7 ซึ่งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 11.55 และ 12.05 ตามลำดับ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 23.10 และ 27.75 ตามลำดับ และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 23.00 และ 20.75 ตามลำดับ พบว่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วยค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

จากนั้นผู้ศึกษานำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) เพื่อดูว่าความแปรปรวนแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผู้ศึกษาจึงต้องทำการจับฉลากเลือกกลุ่มตัวอย่างใหม่

ผู้ศึกษาสุ่มเลือกนักเรียนสองห้องเรียนจากนักเรียนห้องที่ละความสามารถครั้งที่ 2 สุ่มได้นักเรียนห้อง ม.2/1 และ ม.2/2 ให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน เมื่อวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนห้อง ม.2/1 และ ม.2/2 ซึ่งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 10.80 และ 11.05 ตามลำดับ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 27.80 และ 27.05 ตามลำดับ และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 23.88 และ 23.45 ตามลำดับ พบว่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วยค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองห้อง

ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

จากนั้นผู้ศึกษานำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) เพื่อดูว่าความแปรปรวนแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วยค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

จากนั้นผู้ศึกษานำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) เพื่อดูว่าความแปรปรวนแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วยค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน จากนั้นผู้ศึกษาวิจัยจับสลากเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองหนึ่งห้องเรียน ซึ่งและกลุ่มควบคุมหนึ่งห้องเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนชั้น ม.2/2 เป็นกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดร่วมระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์ กระบวนการสืบสอบ และการเรียนแบบร่วมมือ และนักเรียนชั้น ม.2/1 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

5.2.2 ผู้ศึกษาวิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อให้มั่นใจว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้มาจากข้อ 5.2.1 แล้วนั้นมีความใกล้เคียงกันที่สุดก่อนดำเนินการทดลอง

5.2.2.1 ด้านผลการเรียน

ผู้ศึกษาวิจัยได้รวบรวมผลการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

กลุ่มทดลอง

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คิดเป็นร้อยละ 60

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี คิดเป็นร้อยละ 31

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 6

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 3

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปรับปรุง คิดเป็นร้อยละ 0

กลุ่มควบคุม

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คิดเป็นร้อยละ 62

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี คิดเป็นร้อยละ 32

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 3

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 3

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปรับปรุง คิดเป็นร้อยละ 0

เมื่อพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีระดับผลการเรียนใกล้เคียงกัน โดยนักเรียนส่วนใหญ่ของทั้งสองกลุ่มมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

5.2.2.2 ด้านปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลต่อการเรียน

ผู้ศึกษาวิจัยได้รวบรวมข้อมูล สรุปได้ดังนี้

กลุ่มทดลอง

นักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 55 อาศัยอยู่กับบิดามารดา ลักษณะครอบครัวเป็นครอบครัวเดี่ยว และนักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 72 มีภูมิลำเนาเดิมอยู่จังหวัดอื่น เมื่อบิดามารดา ย้ายถิ่นฐานมาทำงานในจังหวัดระยองนักเรียนจึงย้ายตามมา ผู้ปกครองของนักเรียนกลุ่มทดลอง ประกอบอาชีพเกี่ยวกับอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 40 ประกอบอาชีพค้าขาย คิดเป็นร้อยละ 26 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม เช่น ทำสวน ทำไร่ คิดเป็นร้อยละ 10 อาชีพแพทย์ คิดเป็นร้อยละ 10 ประกอบอาชีพรับราชการ และรัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 8 อาชีพอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 6

จากการสัมภาษณ์ได้ข้อมูลว่า นักเรียนร้อยละ 66 มีความคิดเห็นว่าครอบครัวตนเอง ไม่มีปัญหาด้านการเงิน และผู้ปกครองเป็นผู้อุปการะทางด้านการเงินในการศึกษา นักเรียนร้อยละ 74 พักอาศัยอยู่ในเขตอำเภอเมืองซึ่งการเดินทางมาโรงเรียนค่อนข้างสะดวกใช้เวลาเดินทางภายใน 30 นาที โดยนักเรียนที่เหลือนักเรียนที่พักอาศัยอยู่ในเขตอำเภอใกล้เคียง ได้แก่ อำเภอบ้านค่าย อำเภอปลวกแดง อำเภอบ้านฉาง และสัตหีบ การเดินทางมาโรงเรียนใช้เวลาประมาณ 30 – 90 นาที จากการสอบถามนักเรียนที่อยู่ต่างอำเภอ ได้ข้อมูลว่านักเรียนไม่รู้สึกว่าตนเองลำบากในการเดินทางมาโรงเรียน

กลุ่มควบคุม

นักเรียนกลุ่มควบคุมร้อยละ 64 อาศัยอยู่กับบิดามารดา ลักษณะครอบครัวเป็นครอบครัวเดี่ยวเช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง และนักเรียนกลุ่มควบคุมร้อยละ 70 มีภูมิลำเนาเดิมอยู่จังหวัดอื่น เมื่อบิดามารดาย้ายถิ่นฐานมาทำงานในจังหวัดระยองนักเรียนจึงย้ายตามมา ซึ่งลักษณะผู้ปกครองของนักเรียนกลุ่มทดลองประกอบอาชีพเกี่ยวกับอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 42 ประกอบอาชีพค้าขาย คิดเป็นร้อยละ 22 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม เช่น ทำสวน ทำไร่ คิดเป็นร้อยละ 12 อาชีพแพทย์ คิดเป็นร้อยละ 8 ประกอบอาชีพรับราชการ และรัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 8 อาชีพอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 6

จากการสัมภาษณ์ได้ข้อมูลว่า นักเรียนร้อยละ 62 มีความคิดเห็นว่าครอบครัวตนเองไม่มีปัญหาด้านการเงิน และผู้ปกครองเป็นผู้อุปการะทางด้านการเงินในการศึกษา มีนักเรียนเพียง 1 คน ที่ฐานะทางบ้านยากจนมากจึงต้องหาเงินเรียนด้วยตนเอง นักเรียนร้อยละ 68 พักอาศัยอยู่ในเขตอำเภอเมืองซึ่งการเดินทางมาโรงเรียนค่อนข้างสะดวกใช้เวลาเดินทางภายใน 30 นาที โดยนักเรียนที่เหลือนักเรียนที่พักอาศัยอยู่ในเขตอำเภอใกล้เคียง ได้แก่ อำเภอบ้านค่าย อำเภอปลวกแดง และอำเภอบ้านฉาง การเดินทางมาโรงเรียนใช้เวลาประมาณ 30-90 นาที จากการสอบถามนักเรียนที่อยู่ต่างอำเภอ ได้ข้อมูลว่านักเรียนไม่รู้สึกลำบากในการเดินทางมาโรงเรียน

เมื่อพิจารณาปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลต่อการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลต่อการเรียนใกล้เคียงกัน โดยนักเรียนส่วนใหญ่ของทั้งสองกลุ่มอาศัยอยู่กับบิดามารดา ลักษณะครอบครัวเป็นครอบครัวเดี่ยว มีภูมิลำเนาเดิมอยู่จังหวัดอื่น ผู้ปกครองของนักเรียนทั้งสองกลุ่มประกอบอาชีพเกี่ยวกับโรงงานอุตสาหกรรมในตำแหน่งต่าง ๆ นักเรียนมีความคิดเห็นว่าครอบครัวตนเองไม่มีปัญหาด้านการเงิน นักเรียนไม่รู้สึกลำบากในการเดินทางมาโรงเรียน

5.2.3 มีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในที่นี้คือ

5.2.3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผลานวิธีระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์และการเรียนแบบร่วมมือ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผู้ศึกษาวิจัยได้ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจพิจารณา และหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยใช้ค่า IOC (Index of item Objective Congruence) โดยค่า IOC ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้คือ 0.5 ขึ้นไป

5.2.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ตรวจสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบ และหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์โดยใช้ค่า IOC (Index of item Objective Congruence) โดยค่า IOC ของแบบทดสอบข้อที่ใช้ได้คือ 0.5 ขึ้นไป และตรวจสอบโดยการนำไปทดลองให้นักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างทำเพื่อวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค โดยมีเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วจึงนำมาหาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นรายข้อโดยมีเกณฑ์ คือ ค่าความยากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

5.2.4 การเรียนพิเศษเพิ่มเติมของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้ศึกษาวิจัยได้สำรวจก่อนการทดลองพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวนรวมทั้งสิ้น 59 คน พบว่ามีการเรียนพิเศษและเรียนกวดวิชาในรายวิชาคณิตศาสตร์ในลักษณะเดียวกัน คือ เรียนที่สถานบันกวดวิชาเดียวกัน และเนื้อหาที่เรียนเพิ่มมีลักษณะใกล้เคียงกัน ทำให้ปัจจัยนี้ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

5.3 ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.3.1 ผู้ศึกษาวิจัยดำเนินการสอนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 15 ชั่วโมง เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยสอนตามชั่วโมงปกติของโรงเรียนระยองวิทยาคม โดยเริ่มทดลองสอนตั้งแต่วันที่ 3 มิถุนายน 2562 ถึงวันที่ 12 กรกฎาคม 2562 สารการเรียนรู้ที่ใช้สอนคือ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยกลุ่มทดลองเรียนใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผสมวิธีระหว่างการคิดแบบอิวริสติกส์และการเรียนแบบร่วมมือ และกลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติตามคู่มือครู

5.3.2 เมื่อดำเนินการทดลองสอนตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ครบ 15 ชั่วโมง ผู้ศึกษาวิจัยดำเนินการทดสอบทันทีหลังจากเสร็จสิ้นการทดลอง โดยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.3.3 ผู้ศึกษาวิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนและทำการวิเคราะห์ผล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences: SPSS) โดยมีกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

6.1 วิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้คะแนนหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผลสัมฤทธิ์ระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์และการเรียนแบบร่วมมือ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยเลขคณิตร้อยละ เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนแบบทดสอบ ทั้งฉบับ

6.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6.3 วิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้คะแนนหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผลสัมฤทธิ์ระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์และการเรียนแบบร่วมมือ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยเลขคณิตร้อยละ เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

6.4 เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้คะแนนหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผลสัมฤทธิ์ระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์และการเรียนแบบร่วมมือและแบบปกติ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 เนื่องจากความแปรปรวนและคะแนนค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนพื้นฐานความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

6.5 วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้คะแนนหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผลสัมฤทธิ์ระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์และการเรียนแบบร่วมมือ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยเลขคณิตร้อยละ เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

6.6 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้คะแนนหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผลสัมฤทธิ์

ระหว่างการคิดแบบฮิวริสติกส์และการเรียนแบบร่วมมือ และแบบปกติโดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 เนื่องจากความแปรปรวนและคะแนนค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนน พื้นฐานความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

6.7 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพิ่มเติมโดยนำการเขียนแสดงขั้นตอนการคิดหาคำตอบของ นักเรียนมาวิเคราะห์ เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และด้าน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

7. สถิติที่ใช้ในการศึกษา

ผู้ศึกษาวิจัยใช้สถิติในการคำนวณหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) สถิติในการคำนวณหาคุณภาพของแบบทดสอบ
- 2) สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการสอนครั้งนี้ ผู้ศึกษาวิจัยใช้สถิติในการคำนวณหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และ แบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

7.1 สถิติในการคำนวณหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ผู้ศึกษาวิจัยพิจารณาความตรง ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรดังนี้

7.1.1 สถิติที่ใช้ในการหาความตรงของแบบทดสอบ

ผู้ศึกษาวิจัยนำคะแนนผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่าง ข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตรของโรวินลลี และแฮมเบิลตัน (Rowinelli and Hambleton,1977)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539: 249)

7.1.2 สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยผู้ศึกษาวิจัยจึงใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson, 1977 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539: 249) หรือสูตร KR-20 คือ

$$r_n = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	r_n	แทน	ความเที่ยงของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งหมด
	p_i	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูก
	q_i	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิด
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งหมด (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 126)

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยผู้ศึกษาวิจัยจึงใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Coefficient Alpha (α) ของ Cronbrach (1951)) คือ

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	S_i^2	แทน	จำนวนความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	S_x^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

(ประกอบ กรรณสูต, 2538: 47)

7.1.3 สถิติที่ใช้ในการหาค่าความยาก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยผู้ศึกษาวิจัยใช้สูตร คือ

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

เมื่อ	P	แทน	จำนวนความยากของแบบทดสอบแต่ละข้อ
	R_h	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูกในคนกลุ่มสูง
	R_l	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูกในคนกลุ่มต่ำ
	n_h	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง
	n_l	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

(พร้อมพรรณ อุตมสิน, 2544: 147-148)

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยผู้ศึกษาวิจัยใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney, D. R. and Sabers, D. L.)

$$P = \frac{S_h + S_l - n_t x_{\min}}{n_t (x_{\max} - x_{\min})} P$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยาก
	S_h	แทน	ผลรวม FX ของคะแนนกลุ่มสูง
	S_l	แทน	ผลรวม FX ของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่ได้
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ได้
	n_t	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147-148)

7.1.4 หาค่าอำนาจจำแนก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยผู้
ศึกษาวิจัยจึงใช้สูตร คือ

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

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_h	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_l	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n_h	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 144)

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยผู้ศึกษาวิจัยใช้สูตรของวิทนีและ
ซาเบอร์ (Whitney, D. R. and Sabers, D. L.)

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

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_h	แทน	ผลรวม FX ของคะแนนกลุ่มสูง
	S_l	แทน	ผลรวม FX ของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่ได้
	X_{min}	แทน	คะแนนสูงต่ำที่ได้
	n_h	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147-148)

7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเฉลี่ยเลขคณิตร้อยละ (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้ศึกษาวิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences: SPSS)

7.2.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตร้อยละ (\bar{x} ร้อยละ) โดยใช้สูตร

$$\bar{x} \text{ ร้อยละ} = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ	\bar{x} ร้อยละ	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่
	N	แทน	จำนวนทั้งหมด

(สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 260)

7.2.2 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) คำนวณโดยใช้สูตร

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

เมื่อ	\bar{x}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนตัวอย่าง

(สุรวาท ทองบุ. 2550 : 123)

7.2.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณโดยใช้สูตร

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

เมื่อ	\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	s	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

x_i	แทน	คะแนนของนักเรียนที่ i เมื่อ i แทน 1, 2, 3
n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

(สุรวาท ทองบุ. 2550 : 124)

7.2.4 ค่าที (t-test) คำนวณโดยใช้สูตรเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสูตร
t-test for Two Independent Samples แบบ Nonpooled t-test ซึ่งใช้ในกรณีกลุ่มตัวอย่าง
ทั้งสองกลุ่มมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

และหา df จากสูตร

$$df = \frac{\left[\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right]^2}{\frac{\left[\frac{s_1^2}{n_1} \right]^2}{n_1 - 1} + \frac{\left[\frac{s_2^2}{n_2} \right]^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติจากการแจกแจงแบบที (t-distribution)
	\bar{x}_1	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
	\bar{x}_2	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
	s_1	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่มทดลอง
	s_2	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่มควบคุม
	n_1	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มทดลอง
	n_2	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มควบคุม
	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

(วรณี แกมเกตุ. 2551 : 346-347)