

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโพธิสารพิทยากร เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชา ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 รวม 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 219 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโพธิสารพิทยากร เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชา ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 49 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit)

การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1. ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 ชุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์
3. แบบทดสอบย่อยประจำชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ซึ่งเป็นแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ
5. แบบประเมินความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในการออกแบบลวดลาย

6. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 ข้อ

ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

1. ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้น มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนโพธิสารพิทยากร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4 – ม. 6)

1.2 ศึกษาเนื้อหาเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์จากคู่มือครูและหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

1.3 นำผลการศึกษา 1.1 – 1.2.3 มาวิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra แบ่งเนื้อหาออกเป็น 8 ชุด ดังนี้

ชุดการเรียนการสอนที่ 1	เรื่อง	ระยะห่างระหว่างจุดสองจุดและจุดกึ่งกลาง	5 คาบ
ชุดการเรียนการสอนที่ 2	เรื่อง	ความชันของเส้นตรง เส้นขนาน เส้นตั้งฉาก	4 คาบ
ชุดการเรียนการสอนที่ 3	เรื่อง	ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง และระยะห่างระหว่างจุดกับเส้นตรง	4 คาบ
ชุดการเรียนการสอนที่ 4	เรื่อง	การเลื่อนแกนทางขนาน	2 คาบ
ชุดการเรียนการสอนที่ 5	เรื่อง	วงกลม	5 คาบ
ชุดการเรียนการสอนที่ 6	เรื่อง	พาราโบลา	5 คาบ
ชุดการเรียนการสอนที่ 7	เรื่อง	วงรี	5 คาบ
ชุดการเรียนการสอนที่ 8	เรื่อง	ไฮเพอร์โบลา	5 คาบ

ทั้งนี้ในแต่ละชุดการเรียนการสอนนั้น ผู้วิจัยจะใช้โปรแกรม GeoGebra เพื่อให้ นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้นิยาม และในระหว่างที่นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดของแต่ละชุดการเรียนการสอนนั้น นักเรียนก็สามารถจะใช้โปรแกรม GeoGebra ช่วยศึกษาแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ให้ได้ และใช้ในการตรวจสอบคำตอบในเรื่องที่เรียนได้ด้วยตนเอง

1.4 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างชุดการเรียนรู้การสอน ซึ่งในการสร้างชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประยุกต์มาจากรูปแบบของบุญเกื้อ ควรรหาเวช (2542 : 95-102) เพื่อให้เหมาะสมกับวิชาและความสามารถของนักเรียน โดยมีองค์ประกอบดังนี้

1.4.1 ชื่อชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์

1.4.2 คำชี้แจงอธิบายจุดมุ่งหมาย

1.4.3 ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนมีเป้าหมายในการเรียนครั้งนี้

1.4.4 เวลาที่ใช้

1.4.5 ใบบัณฑิต เป็นส่วนที่ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม แบ่งเป็น 4 ตอน

ตอนที่ 1 เรียนรู้ร่วมกัน

ตอนที่ 2 ศึกษาจากตัวอย่าง

ตอนที่ 3 ฝึกคิดฝึกทำ

ตอนที่ 4 สรุปสิ่งที่เรียน

1.4.6 แบบฝึกหัด

1.4.7 แบบทดสอบย่อยประจำชุดการเรียนรู้การสอน ให้นักเรียนทดสอบหลังเรียนจบแต่ละชุด

1.5 นำชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความถูกต้องและความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้การสอน แล้วนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข และทดสอบหาประสิทธิภาพต่อไป

1.6 หลังจากที่ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra แล้ว ผู้วิจัยจึงนำไปดำเนินการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนตามเกณฑ์ 80/80 โดยนำชุดไปทดลอง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 และปีการศึกษา 2559 ตามขั้นตอนดังนี้

1.6.1 ทดลองเป็นรายบุคคล โดยนำชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 4 คน ประกอบด้วยนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน เพื่อพิจารณาเกี่ยวกับภาษา กิจกรรม สื่อต่างๆที่ใช้ในชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ พบว่าชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพ 60.41/58.00 ปัญหาที่พบคือนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับ

โปรแกรม GeoGebra คำถามบางข้อไม่ชัดเจนและกิจกรรมบางกิจกรรมที่เป็นตัวทฤษฎีนักเรียนทำไม่ได้ (ภาคผนวก ข)

1.6.2 ทดลองเป็นรายกลุ่ม โดยนำชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขจากชั้นทดลองรายบุคคลมาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 12 คน มีระดับความสามารถเก่ง 4 คน ปานกลาง 4 คน และอ่อน 4 คน จากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงมาแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง พบว่าชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ 76.83/75.00 ปัญหาที่พบคือโจทย์บางข้อที่ยากและซับซ้อนครูจะต้องใช้การถาม-ตอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิด (ภาคผนวก ข)

1.6.3 ดำเนินการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุง มาจากชั้นคอนการสอนรายบุคคลและรายกลุ่ม แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559. จำนวน 45 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80 พบว่าชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ 82.70/81.78 เป็นไปตามเกณฑ์ (ภาคผนวก ข)

1.7 นำชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อบกพร่องที่พบในการทดสอบภาคสนามให้เรียบร้อย แล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 49 คน

2. แผนการจัดการเรียนรู้วิชา ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม2 เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์

2.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียน โพธิสารพิทยากร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4 – ม. 6) เนื้อหา เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์

2.2 ศึกษาหลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

2.3 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาและผลการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ จากแบบเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียน โพธิสารพิทยากร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4 – ม. 6)

2.4 วิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ เพื่อกำหนดขอบข่ายเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

2.5 ศึกษาหลักการจัดการเรียนรู้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.6 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมี ส่วนประกอบดังนี้คือ

2.6.1 ผลการเรียนรู้

2.6.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

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

2.6.3 สาระการเรียนรู้

2.6.4 กิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ชำนาญ ครูแนะนำการใช้โปรแกรม GeoGebra และแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน
- 2) ชำนาญ ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนการสอนร่วมกับใช้โปรแกรม GeoGebra
- 3) ชำนาญ นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย สรุปสิ่งที่เรียน ทำแบบฝึกหัด และเมื่อเรียนจบชุดการเรียนการสอนชุดที่ 8 ให้นักเรียนนำความรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ มาออกแบบวาดลาย โดยใช้โปรแกรม GeoGebra

2.6.5 สื่อและแหล่งเรียนรู้ ประกอบด้วย

- 1) คู่มือการใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
- 2) ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra

2.6.6 การวัดผลประเมินผล

- 1) วิธีการวัดผลและประเมินผล
- 2) เครื่องมือที่ใช้วัด
- 3) เกณฑ์การวัดและประเมินผล

2.6.7 บันทึกหลังการสอน

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความถูกต้องและความชัดเจนความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับกิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อการเรียนการสอน เพื่อนำข้อเสนอมาปรับปรุงแก้ไข

2.8 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ให้ถูกต้องเหมาะสม

3. แบบทดสอบย่อยประจำชุดการเรียนการสอน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์

เป็นแบบทดสอบที่ใช้หลังการทำกิจกรรมในชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 8 ชุด ชุดที่ 1 และชุดที่ 4-8 ชุดละ 10 ข้อ ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 ชุดละ 15 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ เนื้อหาเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนโพธิสารพิทยากรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4-ม. 6) และหนังสือคู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.3 สร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 8 ชุด ชุดที่ 1 และชุดที่ 4-8 ชุดละ 15 ข้อ ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 ชุดละ 20 ข้อ

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างเรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ แล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.5 นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 90 คน

3.6 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำ โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบ

3.7 หาค่าความยากง่าย (p) โดยใช้สัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ตอบข้อสอบในแต่ละข้อถูกต้องจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 129) และค่าอำนาจจำแนก (r) ใช้สูตรสัดส่วนความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง - กลุ่มต่ำ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 130) เลือกแบบทดสอบเฉพาะข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.20 ขึ้นไป

3.8 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 123) ได้ผลการหาค่าคุณภาพข้อสอบได้ข้อสอบจำนวน 8 ชุด ชุดที่ 1 และชุดที่ 4-8 ชุดละ 10 ข้อ ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 ชุดละ 15 ข้อ ดังนี้

ชุดที่ 1 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.46-0.69 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.33-0.56 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77

ชุดที่ 2 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.32-0.72 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.33-0.56 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74

- ชุดที่ 3 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.33 – 0.62 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.36 – 0.58 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79
- ชุดที่ 4 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.48 – 0.70 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.35 – 0.62 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72
- ชุดที่ 5 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.36 – 0.68 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.38 – 0.56 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80
- ชุดที่ 6 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.38 – 0.60 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.35 – 0.54 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75
- ชุดที่ 7 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.40 – 0.68 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.38 – 0.56 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81
- ชุดที่ 8 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.36 – 0.62 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.36 – 0.62 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75

3.9 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ที่เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 45 คน

3.10 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 49 คน

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์วิชา ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม2 เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ เนื้อหาเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนโพธิสารพิทยากร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 (ม. 4 – ม. 6) และหนังสือคู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

4.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

4.3 สร้างตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์

4.4 สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจำนวน 30 ข้อ ให้สอดคล้องกับ

ผลการเรียนรู้ ซึ่งข้อสอบทั้งหมดถูกคัดเลือกมาจากข้อสอบที่เคยใช้ตั้งแต่ปี 2556 – 2557 ที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.20

4.5 นำแบบทดสอบที่สร้างเรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ และนำไปทดสอบหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยใช้ IOC และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า $IOC \geq 0.5$ ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ

4.6 นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 90 คน

4.7 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำโดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบ

4.8 หาค่าความยากง่าย (p) โดยใช้สัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ตอบข้อสอบในแต่ละข้อถูกต้องจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 129) และค่าอำนาจจำแนก (r) ใช้สูตรสัดส่วนความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง – กลุ่มต่ำ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 130) ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ 25 ข้อ ได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.44 – 0.69 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.44 – 0.88 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.82

4.9 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ที่เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 45 คน

4.10 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 49 คน

5. แบบประเมินความสามารถในการออกแบบลวดลาย โดยประเมินจากชิ้นงานของนักเรียน ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างเกณฑ์การประเมินดังนี้

5.1 ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

5.2 ศึกษาการประเมินการเชื่อมโยงและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จากนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการสร้างเกณฑ์ให้คะแนนเป็นแบบแยกส่วน

5.3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการออกแบบลวดลายที่นักเรียนสร้างขึ้นแบบองค์รวม ดังตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการออกแบบลวดลายที่นักเรียนสร้างขึ้น
แบบองค์รวม

แบบประเมินความสามารถในการออกแบบลวดลาย

เกณฑ์การให้คะแนน	ประเด็นการประเมิน
5	<ul style="list-style-type: none"> - เนื้อหาถูกต้อง ใช้ความรู้ในการออกแบบที่หลากหลายตั้งแต่ 4 รูปแบบขึ้นไป - ลวดลายแปลกใหม่น่าสนใจ ไม่เคยเห็นมาก่อน และใช้ประโยชน์ได้ - ลวดลายมีสีสันสวยงาม มีความสมดุล - มีความเป็นระเบียบแสดงออกถึงความปราณีตสวยงาม - ส่งงานภายในเวลาที่กำหนด
4	<ul style="list-style-type: none"> - เนื้อหาถูกต้อง ใช้ความรู้ในการออกแบบที่หลากหลายตั้งแต่ 3 รูปแบบขึ้นไป - ลวดลายแปลกใหม่ และใช้ประโยชน์ได้ - ลวดลายมีสีสันสวยงาม - มีความเป็นระเบียบแต่ยังมีข้อบกพร่องเล็กน้อย - ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1 วัน
3	<ul style="list-style-type: none"> - เนื้อหาถูกต้อง ใช้ความรู้ในการออกแบบที่หลากหลายตั้งแต่ 2 รูปแบบขึ้นไป - ลวดลายไม่แปลกใหม่ - ลวดลายมีสีสันสวยงาม - มีความเป็นระเบียบแต่มีจุดบกพร่องหลายจุด - ส่งงานช้ากว่ากำหนด 3 วัน
2	<ul style="list-style-type: none"> - เนื้อหาถูกต้อง ใช้ความรู้ในการออกแบบเพียงแบบเดียวรูปแบบขึ้นไป - ลวดลายไม่แปลกใหม่ ไม่น่าสนใจ - มีความเป็นระเบียบแต่มีจุดบกพร่องหลายจุด - ส่งงานช้ากว่ากำหนด 3 วัน

เกณฑ์การให้คะแนน	ประเด็นการประเมิน
1	- เนื้อหาไม่ชัดเจนหรือไม่ตรงประเด็น - งานส่วนใหญ่ไม่เป็นระเบียบและมีข้อบกพร่อง - ส่งงานช้ากว่ากำหนด 4 วัน
0	ส่งงานช้ากว่ากำหนดเกิน 4 วันหรือไม่ส่งงาน หรือการออกแบบไม่สอดคล้องกับงานที่มอบหมาย

ตารางแสดงเกณฑ์การแปลผลการประเมินระดับความสามารถในการออกแบบลวดลาย

ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
4.50 – 5.00	ดีเยี่ยม
3.50 – 4.49	ดีมาก
2.50 – 3.49	ดี
1.50 – 2.49	พอใช้
0.50 – 1.49	ปรับปรุง
0.00 – 0.49	ไม่ผ่าน

5.4 นำแบบประเมินความสามารถในการออกแบบที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดและความเหมาะสมของการใช้ภาษา

5.5 นำแบบประเมินความสามารถในการออกแบบ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 49 คน

6. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน

แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามลำดับขั้นตอนดังนี้

6.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจจากเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับวิธีการและหลักการสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ แล้วกำหนดแนวทางในการออกแบบวัดความพึงพอใจตามวิธีการของ ลิเคิร์ต (Likert)

6.2 สร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra จำนวน 30 ข้อ ลักษณะของแบบสอบถามเป็นชนิด

มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ซึ่งหมายถึง มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ตามลำดับ

6.3 นำแบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาและเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ภาษาในแต่ละข้อให้มีความชัดเจนและเหมาะสม

6.4 นำแบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วในข้อ 3 ไปทดลอง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ที่เป็นกลุ่มทดลอง ในการหา ประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra จำนวน 45 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์ แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัก (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 200) ได้ค่า ความเชื่อมั่นเป็น 0.73

6.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 49 คน

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design

กลุ่มทดลอง	ทดสอบก่อนเรียน	การทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง
T ₁	แทน	ทดสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง
X	แทน	การสอน โดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
T ₂	แทน	ทดสอบหลังการจัดกระทำทดลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการในการวิจัย

ผู้วิจัยนำชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ได้จากการพัฒนาหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่เรียนวิชา ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 กับนักเรียน 1 ห้องเรียน จำนวน 49 คน ซึ่งผู้วิจัย

เป็นผู้สอน โดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เป็นสื่อนวัตกรรมประกอบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ วิชา ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 คาบ
2. ดำเนินการทดลองโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra จำนวน 8 ชุดโดยภายหลังจากการสอนในแต่ละชุดการเรียนการสอน จะให้นักเรียนทำแบบทดสอบประจำชุดการเรียนการสอน ใช้เวลาในการสอน 35 คาบ
3. เมื่อสิ้นสุดการสอน ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จำนวน 2 คาบ
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในการออกแบบลวดลาย
5. เมื่อสิ้นสุดการสอนและการทดสอบแล้วให้นักเรียนทำแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยใช้เวลา 30 นาที

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ มีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

- 1.1 หาประสิทธิภาพ E_1/E_2 ของชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
- 1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากการเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test Dependent
- 1.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากการเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้ t-test One group
- 1.4 ประเมินความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ในการออกแบบลวดลาย หลังเรียนจบชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ใช้การคำนวณค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

1.5 ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ใช้การคำนวณค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

2.1 สถิติพื้นฐาน

2.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123)

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

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

2.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) โดยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.

2540 : 123)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของนักเรียนแต่ละคน
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของแต่ละคนยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.2 การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (บุญชม ศรีสะอาด.

2546 : 54)

2.2.1 การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_p) โดยการประเมินจากคะแนนการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละชุดการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียน โดยใช้สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{N} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X_1$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบระหว่างเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบระหว่างเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

2.2.2 การหาประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ (E_2) โดยการประเมินจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์
	$\sum X_2$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

จากนั้นนำค่า E_1 และ E_2 ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

2.3 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.1 การหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง IOC (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 177)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.3.2 การหาค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 129)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
	R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.3.3 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 130)

$$r = \frac{R_U - R_e}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	R_U	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นของกลุ่มเก่ง
	R_e	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นของกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.3.4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของ KR - 20 คูเคอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123)

$$r_{cc} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ คือ 1-p
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งหมด

2.4 การหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ

2.4.1 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน โดยวิธีแจกแจงค่าที่ (t-Distribution) (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 216) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	\bar{x}_H	แทน	คะแนนเฉลี่ยกลุ่มสูง
	\bar{x}_L	แทน	คะแนนเฉลี่ยกลุ่มต่ำ
	s_H^2	แทน	ความแปรปรวนกลุ่มสูง
	s_L^2	แทน	ความแปรปรวนกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำ

2.4.2 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามวัดแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัก (Cronbach) (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 200)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบสอบถาม
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนทั้งฉบับ

2.5 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนในการใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จากการใช้สูตร t-test Dependent (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 148)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤต
	D	แทน	ผลต่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมยกกำลังสองของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2.6 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนในการใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สูตร t-test One Group (ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. 2545 : 179 – 184)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{N}}} ; df = N - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอัตราส่วนวิกฤต
	\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่เป็นเกณฑ์
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง