

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายในการสอนคิดโดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์กับรูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนหันคาพิทยาคม จังหวัดชัยนาท สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5 จำนวน 8 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 311 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนหันคาพิทยาคม จังหวัดชัยนาท สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยวิธีการจับสลากห้องเรียนได้ 2 ห้องเรียน จำนวน 81 คน แล้วจับสลากเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ได้ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 43 คน ใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 38 คน ใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์

2. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
3. แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผล

1.2 ศึกษาคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเนื้อหาเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส

1.3 ศึกษาและวิเคราะห์รายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากคู่มือครูและแบบเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วย ดังนี้

1.3.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

1.3.2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

1.3.3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

1.3.4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้

1.4 ศึกษาเอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

1.5 กำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.5.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.5.2 ตัวชี้วัด

1.5.3 สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน

1.5.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.5.5 สาระสำคัญ

1.5.6 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.7 สาระการเรียนรู้

1.5.8 กระบวนการจัดการเรียนรู้

1.5.9 สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.5.10 กระบวนการวัดผลและประเมินผล

1.6 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 12 แผน โดยทำการสอนทุกวันๆ ละ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 14 ชั่วโมง ดังตาราง

ตาราง 5 การจัดแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์

หน่วย การเรียนรู้	แผนการ จัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวน ชั่วโมง
สมบัติของรูป สามเหลี่ยม มุมฉาก	1	การปฐมนิเทศ	2
	2	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว ของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1
ทฤษฎีบท พีทาโกรัส	3	การหาความยาวของด้านของรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก	1
	4	การหาความยาวของด้านของรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก (ต่อ)	1
	5	การหาความยาวของด้านของรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก (ต่อ)	1
บทกลับของ ทฤษฎีบท พีทาโกรัส	6	บทกลับทฤษฎีของบทพีทาโกรัส	1
	7	บทกลับทฤษฎีของบทพีทาโกรัส (ต่อ)	1
การนำทฤษฎี บทพีทาโกรัส และบทกลับ ของทฤษฎีบท พีทาโกรัสไปใช้	8	การหาพื้นที่และความยาวรอบรูปของรูป สามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้ทฤษฎีบท พีทาโกรัส	1
	9	การหาระยะทาง ความสูงและความกว้าง โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1
	10	การหาระยะทาง ความสูงและความกว้าง โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ต่อ)	1
	11	การหาระยะทาง ความสูงและความกว้าง โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ต่อ)	1
	12	การประเมินผลหลังเรียน	2

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอความเห็นชอบและเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบ เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง .80-1.00

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนโรงเรียนหันคาพิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554) ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่อง โดยข้อบกพร่องที่พบคือ แบบฝึกหัดยากและมากเกินไป

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผล

2.2 ศึกษาคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเนื้อหาเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส

2.3 ศึกษาและวิเคราะห์รายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากคู่มือครูและแบบเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วย ดังนี้

2.3.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

2.3.2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

2.3.3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

2.3.4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้

2.4 ศึกษาเอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

2.5 กำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.5.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

2.5.2 ตัวชี้วัด

2.5.3 สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน

2.5.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 2.5.5 สารสำคัญ
- 2.5.6 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 2.5.7 สารการเรียนรู้
- 2.5.8 กระบวนการจัดการเรียนรู้
- 2.5.9 สื่อและแหล่งการเรียนรู้
- 2.5.10 กระบวนการวัดผลและประเมินผล

2.6 ดำเนินการวางแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 12 แผน โดยทำการสอนทุกวันๆ ละ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 14 ชั่วโมง ดังตาราง

ตาราง 6 การจัดแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

หน่วย การเรียนรู้	แผนการ จัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวน ชั่วโมง
สมบัติของรูป สามเหลี่ยม มุมฉาก	1	การปฐมนิเทศ	2
	2	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว ของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1
	3	การหาความยาวของด้านของรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก	1
	4	การหาความยาวของด้านของรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก (ต่อ)	1
	5	การหาความยาวของด้านของรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก (ต่อ)	1
บทกลับของทฤษฎี บทพีทาโกรัส	6	บทกลับทฤษฎีของบทพีทาโกรัส	1
	7	บทกลับทฤษฎีของบทพีทาโกรัส(ต่อ)	1
การนำทฤษฎีบทพี ทาโกรัสและบทกลับ ของทฤษฎีบทพีทา โกรัสไปใช้	8	การหาพื้นที่และความยาวรอบรูป ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1

ตาราง 6 (ต่อ)

หน่วย การเรียนรู้	แผนการ จัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวน ชั่วโมง
	9	การหาระยะทาง ความสูงและความกว้าง โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1
	10	การหาระยะทาง ความสูงและความกว้าง โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ต่อ)	1
	11	การหาระยะทาง ความสูงและความกว้าง โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ต่อ)	1
	12	การประเมินผลหลังเรียน	2

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอประธานและกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ เพื่อขอความเห็นชอบและเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบ เพื่อหาความ
เที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผน
การจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง .80-1.00

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

2.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียน
โรงเรียนหันคาพิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554) ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
เพื่อหาข้อบกพร่อง โดยข้อบกพร่องที่พบคือ แบบฝึกหัดยากและมากเกินไป

2.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง และจัดพิมพ์เป็นฉบับ
สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ตาราง 7 การเปรียบเทียบรูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์กับรูปแบบการสอน
ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

รูปแบบการสอนแบบร่วมมือ แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์	รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์
1. ขั้นตอนการจัดกลุ่มและนำเข้าสู่ บทเรียน	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
1.1 จัดนักเรียนเข้ากลุ่มๆ ละ 4 คน	1.1 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ บทบาทของสมาชิกในกลุ่ม

ตาราง 7 (ต่อ)

รูปแบบการสอนแบบร่วมมือ แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์	รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์
แบบลดความสามารถมีนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน 1.2 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบ 1.3 ครูทบทวนความรู้เดิมให้นักเรียน 2. ชี้นำเสนอบทเรียน 2.1 ครูนำเสนอเนื้อหาใหม่ 2.2 นักเรียนอภิปรายและสนทนาร่วมกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากบทเรียน 3. ชี้นกลุ่มย่อยและฝึกทักษะ 3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและทำใบงานไปพร้อมๆ กัน 3.2 สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอธิบายและตรวจสอบความถูกต้องจากบัตรเฉลยที่แนบไว้ด้านหลัง 3.3 สมาชิกในกลุ่มร่วมกันสรุปบทเรียน 3.4 ให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบประจำหน่วย 4. ชี้นการประเมินและการคิดคะแนน 4.1 นักเรียนตรวจคะแนน 4.2 นำคะแนนของนักเรียนแต่ละคน มาเทียบกับคะแนนฐาน 4.3 รวมคะแนนของสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อใช้เป็นคะแนนกลุ่ม	1.2 ครูทบทวนความรู้เดิมให้กับนักเรียนโดยกระตุ้นนักเรียนให้ระลึกถึงความรู้เดิมที่จะนำมาใช้ในการสร้างความรู้ใหม่ โดยการยกตัวอย่างหรือตั้งคำถาม 2. ขั้นตอนการสอน 2.1 ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา 2.1.1 ครูเสนอปัญหาคณิตศาสตร์ให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล 2.1.2 จัดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อยกลุ่มละประมาณ 4-6 คน 2.1.3 นักเรียนแต่ละคนแสดงวิธีทำและเหตุผลที่ทำต่อกลุ่มของตน 2.2 ขั้นดำเนินกิจกรรมได้ตรง 2.2.1 นักเรียนในกลุ่มย่อยช่วยกันสร้างสถานการณ์ตัวอย่างที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์แบบเดียวกับสถานการณ์ปัญหา 2.2.2 นักเรียนในกลุ่มย่อยช่วยกันตรวจสอบวิธีการที่นักเรียนในกลุ่มของตนใช้ในการแก้ปัญหา โดยนำวิธีทำของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมาลองใช้กับสถานการณ์ตัวอย่าง ที่นักเรียนสร้างขึ้น ตรวจสอบและปรับเปลี่ยนวิธีทำของสมาชิกกลุ่ม 2.2.3 นักเรียนในกลุ่มย่อยเลือกวิธีทำที่เป็นที่ยอมรับได้ของนักเรียนทุกคน ในกลุ่ม แล้วการนำเสนอต่อกลุ่มใหญ่ 2.2.4 นักเรียนกลุ่มใหญ่ตรวจสอบวิธีทำของกลุ่มย่อย

ตาราง 7 (ต่อ)

รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบ แบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์	รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์
5. ขั้นตอนการยอมรับและความสำเร็จ ของกลุ่ม 5.1 ประกาศคะแนน ของแต่ละกลุ่มให้นักเรียนทราบ 5.2 กลุ่มที่มีคะแนนสูงสุด ได้รับการยกย่อง ชมเชย 5.3 ให้รางวัลกลุ่มที่ได้รับ การยอมรับ	2.2.5 ครูเสนอวิธีทำที่เตรียมมา แต่ถ้าเข้าใจวิธีทำของนักเรียนครูไม่ต้องเสนอ 2.2.6 นักเรียนแต่ละคนสร้างปัญหาใหม่ ที่มีโครงสร้างสัมพันธ์แบบเดียวกันกับโครงสร้าง เดิม แล้วแลกเปลี่ยนกันแก้ปัญหาและตรวจสอบ คำตอบ 2.3 ขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ ทางปัญญา 2.3.1 กลุ่มใหญ่สรุปองค์ความรู้ทั้งหมด 2.3.2 นักเรียนทำใบงาน 3. ขั้นประเมินผล 3.1 ประเมินจากแบบประเมินสมรรถนะ ของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 3.2 ประเมินจากการตรวจใบงาน ในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน 3.3 ประเมินจากแบบทดสอบวัดทักษะ การคิดทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์

3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผล

3.2 กำหนดจุดมุ่งหมายของการทดสอบ ซึ่งผู้วิจัยต้องการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 3 ทักษะ ดังนี้

3.2.1 ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

3.2.2 ทักษะกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

และการนำเสนอ

3.2.3 ทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

3.3 ศึกษาหลักการสร้างแบบทดสอบและการเขียนแบบทดสอบจากคำราชของ พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2551, หน้า 213-217)

3.4 วิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหาของหลักสูตรแล้วสร้างแบบทดสอบ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.5 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียวจำนวน 50 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.6 นำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ที่สร้างเสร็จ เสนอประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอความเห็นชอบและเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบเพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า .50 ขึ้นไป

3.7 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาทำการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและเหมาะสม

3.8 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลอง (try out) กับนักเรียนโรงเรียนหันคาพิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554) ที่เคยเรียนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาแล้ว จำนวน 100 คน

3.9 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนโดย ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน

3.10 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27%

3.11 คัดเลือกเฉพาะแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) .20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกแบบทดสอบไว้จำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .52-.65 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .30-.56

3.12 นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนหันคาพิทยาคมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554) ที่เคยเรียนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาแล้ว จำนวน 60 คน

3.13 นำผลการทดสอบที่ได้หาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .786

3.14 ปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยต่อไป

4. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผล

4.2 ศึกษาหลักการสร้างแบบทดสอบและการเขียนแบบทดสอบจากตำราของ พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2551, หน้า 213-217)

4.3 วิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหาของหลักสูตรแล้วสร้างแบบทดสอบ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4.4 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียวจำนวน 50 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างเสร็จ เสนอประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอความเห็นชอบและเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบเพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า .50 ขึ้นไป

4.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาทำการปรับปรุงแก้ไข ให้ถูกต้องและเหมาะสม

4.7 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลอง (try out) กับนักเรียนโรงเรียนหัตถาพิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554) ที่เคยเรียนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาแล้ว จำนวน 100 คน

4.8 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนโดย ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน

4.9 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27%

4.10 คัดเลือกเฉพาะแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) .20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกแบบทดสอบไว้จำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .54-.65 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .30-.52

4.11 นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนหัตถาพิทยาคมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554) ที่เคยเรียนเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาแล้ว จำนวน 60 คน

4.12 นำผลการทดสอบที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .812

4.13 ปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่แท้จริง (true experimental design) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบการวิจัย pretest – posttest experimental group design (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2551, หน้า 137-140) ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

ตาราง 8 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	pretest	treatment	posttest1	posttest2
R(E ₁)	O ₁	X ₁	O ₂	O ₃
R(E ₂)	O ₁	X ₂	O ₂	O ₃

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

E ₁	แทน	กลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (experimental group 1)
E ₂	แทน	กลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (experimental group 2)
R	แทน	การจัดดำเนินการแบบสุ่ม (randomization)
X ₁	แทน	การสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (treatment 1)
X ₂	แทน	การสอนโดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (treatment 2)
O	แทน	การวัดผล (outcome measurement)
O ₁	แทน	การวัดผลก่อนการทดลอง (pretest observation)
O ₂	แทน	การวัดผลหลังการทดลองครั้งที่ 1 (posttest1 observation)
O ₃	แทน	การวัดผลหลังการทดลองครั้งที่ 2 (posttest2 observation)

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดำเนินการดังนี้

1. จัดกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 43 คน ใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 38 คน ใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2. ทำความเข้าใจและข้อตกลงกับนักเรียนถึงบทบาทของนักเรียน วิธีการเรียน วัตถุประสงค์ของการเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้และการวัดผลประเมินผล

3. นำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้สอบกับนักเรียนก่อนเรียนแล้วบันทึกผลคะแนนเก็บไว้

4. จัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้

5. นำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้สอบกับนักเรียนหลังเรียนซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกับก่อนเรียน แล้วบันทึกผลคะแนนเก็บไว้

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมไปใช้สอบกับนักเรียน เพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้หลังจากเรียนจบไปแล้ว 2 สัปดาห์แล้วบันทึกผลคะแนนเก็บไว้

7. ตรวจสอบผลการทดสอบและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. เปรียบเทียบทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test dependent

2. เปรียบเทียบทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test dependent

3. เปรียบเทียบทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์กับรูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้ t-test independent

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test dependent

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test dependent

6. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์กับรูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้ t-test independent

7. วิเคราะห์ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) และทดสอบความสัมพันธ์โดยใช้ t- test

8. วิเคราะห์ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) และทดสอบความสัมพันธ์โดยใช้ t- test

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (กาญจนา วัฒายุ, 2548, หน้า 106)

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

เมื่อ $\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
n	แทน	จำนวนนักเรียน

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้ (กาญจนา วัฒายุ, 2548, หน้า 112)

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

เมื่อ S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของนักเรียนแต่ละคน ยกกำลังสอง
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพแบบทดสอบ

2.1 หาความเที่ยงตรงของเนื้อหา (content validity) ของแบบทดสอบ
วัดก่อนเรียน หลังเรียน โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective
Cogruence) (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, หน้า 220)

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

เมื่อ IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 หาค่าความยากง่าย (P) โดยใช้สูตรดังนี้ (วิไล ทองแผ่, 2545, หน้า 164)

$$P = \frac{H + L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ P	แทน	ค่าความยากง่าย
H	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกที่อยู่ในกลุ่มสูง
L	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกที่อยู่ในกลุ่มต่ำ
N_H	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง
N_L	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตรดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2545, หน้า 141)

$$r = \frac{P_H - P_L}{n}$$



เมื่อ r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
P_H	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
P_L	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
n	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (reliability) โดยใช้สูตร KR – 20
คูเดอริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (กาญจนา วัฒนา, 2548, หน้า 196)

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

เมื่อ r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำถูกแต่ละข้อ
q	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำผิดในแต่ละข้อ = 1– p
S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.5 หาค่าความคงทนในการเรียนรู้ คำนวณจากสูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) (พิชิต ฤทธิ์เจริญ, 2551,
หน้า 281)

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r_{xy}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับ Y
$\sum X$	แทน	ผลรวมคะแนนชุด X
$\sum Y$	แทน	ผลรวมคะแนนชุด Y
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนชุด X กับชุด Y
n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

หมายเหตุ

เกณฑ์การแปลความหมายของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) พิจารณาได้ดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2551, หน้า 283)

ค่า r มากกว่า .90	หมายถึง	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
ค่า r อยู่ระหว่าง .70 - .90	หมายถึง	มีความสัมพันธ์กันสูง
ค่า r อยู่ระหว่าง .30 - .69	หมายถึง	มีความสัมพันธ์กันปานกลาง
ค่า r น้อยกว่า .30	หมายถึง	มีความสัมพันธ์กันต่ำ
ค่า r เท่ากับ 0	หมายถึง	ไม่มีความสัมพันธ์กัน
ค่า r เท่ากับ 1.00	หมายถึง	มีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 การวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ dependent samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 165)

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

$$df = n - 1$$

เมื่อ t	แทน	t-test
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนยกกำลังสอง
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ผู้วิจัยได้เลือกใช้สูตร t-test แบบ independent samples (วิไล ทองแผ่, 2545, หน้า 227)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

$df = n_1 + n_2 - 1$

เมื่อ t	แทน	$t - test$
$\bar{X}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
$\bar{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2
n_1	แทน	ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
n_2	แทน	ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2
S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

3.3 การทดสอบสมมติฐานหาความคงทนในการเรียนรู้ จากสูตรสถิติทดสอบที (t-test) (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2551, หน้า 284)

$$t = \frac{r\sqrt{n - 2}}{\sqrt{1 - r^2}}$$

$df = n - 2$

เมื่อ t	แทน	ความคงทนในการเรียนรู้
r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้
n	แทน	จำนวนข้อมูลหรือจำนวนคน

หมายเหตุ

เกณฑ์การแปลผลความคงทนในการเรียนรู้สามารถพิจารณาได้ดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2551, หน้า 284)

ถ้าค่า t ที่คำนวณได้ มีค่ามากกว่าค่า t ตาราง ณ ระดับความมีนัยสำคัญ .05 แสดงว่า มีความคงทนในการเรียนรู้

ถ้าค่า t ที่คำนวณได้ มีค่าน้อยกว่าค่า t ตาราง ณ ระดับความมีนัยสำคัญ .05 แสดงว่า ไม่มีความคงทนในการเรียนรู้