

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัยในขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาค้นคว้า
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 1. การศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าความรู้จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัย ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสอนซ่อมเสริม การสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม การสอนโดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ศึกษาค้นคว้าจากคู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คู่มือครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือเรียน และตำราต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง เอกนามระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์

## 2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Study) ที่ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยแบบแผนการทดลองมีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลอง

| กลุ่มตัวอย่าง | การทดลอง | ทดสอบทันทีหลังการทดลอง | ทดสอบหลังเรียนจบ 2 สัปดาห์      |
|---------------|----------|------------------------|---------------------------------|
| E             | X        | มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์  | ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ |
| C             | ~X       | มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์  | ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ |

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

X แทน การสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

~X แทน การสอนซ่อมเสริมแบบปกติ

## 3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ ในกรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มีความจำเป็นต้องจัดการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ ดังนั้นโรงเรียนซึ่งใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างต้องมีความพร้อมด้านคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนราชินี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีลักษณะสอดคล้องกับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัย

กำหนดไว้ โดยโรงเรียนจัดนักเรียนแต่ละห้องเรียนแบบคละความสามารถ จากการตรวจสอบพบว่าปีการศึกษา 2549 โรงเรียนมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 7 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างได้กลุ่มตัวอย่าง 2 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 44 และ 43 คน ตามลำดับ ทั้งสองห้องเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ใกล้เคียงกันมากที่สุด ในจำนวน 7 ห้องเรียน หลังจากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าวของนักเรียนทั้งสองห้องมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องมีความแปรปรวนไม่ต่างกัน จึงนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องมาทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยค่าที (t-test) ผลการทดสอบพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกัน จากนั้นผู้วิจัยได้จับสลากเพื่อจัดนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองห้องเรียน ให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งได้ผลว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 เป็นกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 เป็นกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

#### 4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดการสร้างดังต่อไปนี้

##### 4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน คือ แผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายชั่วโมง จำนวน 6 แผน ใช้ในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 6 ชั่วโมง และเครื่องมือที่ใช้สำหรับสอนซ่อมเสริม คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมใช้กับกลุ่มทดลอง และแผนการสอนซ่อมเสริมแบบปกติใช้กับกลุ่มควบคุม สำหรับใช้ในการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้ เรื่อง เอกนาม ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยมีรายละเอียดของการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน คือ แผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายชั่วโมง ดำเนินการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

1.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมง จำนวน 6 ชั่วโมง ที่แต่ละแผนประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล สำหรับรายละเอียดสาระการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ฉบับ เป็นดังนี้

|                           |        |                                                           |
|---------------------------|--------|-----------------------------------------------------------|
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 | เรื่อง | นิยามของเอกนาม<br>สัมประสิทธิ์ของเอกนาม<br>ดีกรีของเอกนาม |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 | เรื่อง | เอกนามคล้าย                                               |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 | เรื่อง | การบวกเอกนามกับเอกนาม                                     |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 | เรื่อง | การลบเอกนามกับเอกนาม                                      |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 | เรื่อง | การคูณเอกนามกับเอกนาม                                     |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 | เรื่อง | การหารเอกนามด้วยเอกนาม                                    |

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

ก. การเขียนสาระการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ควรให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการทดสอบ กล่าวคือ ถ้าหากจะทดสอบนักเรียนในเรื่องใดก็ตาม นักเรียนจะต้องผ่านการเรียนรู้ในชั้นเรียนมาแล้ว เช่น ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาผลบวกของเอกนามกับเอกนามนั้น นักเรียนจะต้องเรียนรู้ในชั้นเรียนแล้วว่าเอกนามศูนย์คูณกับเอกนามใดก็ตามจะได้ผลลัพธ์เป็นเอกนามศูนย์ ซึ่งเป็นเอกลักษณ์การบวก และสามารถหาผลบวกที่เป็นเอกนามกับทุก ๆ เอกนามได้

ข. การเขียนขั้นตอนและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ควรเขียนให้มีรายละเอียดมากพอสมควรที่ผู้อ่านจะทราบได้ว่ามีขั้นตอนอย่างไร ไม่ควรเขียนรวบรัดจนเกินไป

### 1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมงที่ตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไข

2. เครื่องมือที่ใช้สอนซ่อมเสริม ได้แก่ แผนการสอนซ่อมเสริมแบบปกติใช้กับกลุ่มควบคุม และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมใช้กับกลุ่มทดลอง ดำเนินการสร้างดังนี้

2.1 แผนการสอนซ่อมเสริม จำนวน 6 ฉบับ มีรายละเอียดของสาระการเรียนรู้เป็นดังนี้

|                         |        |                                                           |
|-------------------------|--------|-----------------------------------------------------------|
| แผนการสอนซ่อมเสริมที่ 1 | เรื่อง | นิยามของเอกนาม<br>สัมประสิทธิ์ของเอกนาม<br>ดีกรีของเอกนาม |
| แผนการสอนซ่อมเสริมที่ 2 | เรื่อง | เอกนามคล้าย                                               |
| แผนการสอนซ่อมเสริมที่ 3 | เรื่อง | การบวกเอกนามกับเอกนาม                                     |
| แผนการสอนซ่อมเสริมที่ 4 | เรื่อง | การลบเอกนามกับเอกนาม                                      |
| แผนการสอนซ่อมเสริมที่ 5 | เรื่อง | การคูณเอกนามกับเอกนาม                                     |
| แผนการสอนซ่อมเสริมที่ 6 | เรื่อง | การหารเอกนามด้วยเอกนาม                                    |

แผนการสอนซ่อมเสริมทั้ง 6 ฉบับ ดำเนินการสร้างดังนี้

2.1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซ่อมเสริมตามแนวของกรมวิชาการ จากเอกสารและตำราต่าง ๆ

2.1.2 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.3 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

2.1.4 เขียนแผนการสอนซ่อมเสริม จำนวน 6 ชั่วโมง

2.1.5 นำแผนการสอนซ่อมเสริมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขดังนี้

ก. การเขียนขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรเขียนให้มีรายละเอียดมากพอสมควรที่ผู้อ่านจะทราบได้ว่ามีขั้นตอนอย่างไร ไม่ควรเขียนรวบรัดจนเกินไป

ข. การสอนซ่อมเสริมควรใช้วิธีการหรือสื่อการสอนที่ต่างจากการสอนปกติในชั้นเรียน โดยอาจใช้เป็นกระบวนการกลุ่มเพื่อตอบสนองระบบการทำงานของสมอง



ค. สารระการเรียนรู้ในการสอนซ่อมเสริมทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมควรเป็นชุดเดียวกันและมีจำนวนเท่ากัน

2.1.6 นำแผนการสอนซ่อมเสริมที่ตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไข

2.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม มีขั้นตอนดำเนินการสร้างดังนี้

2.2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมจากเอกสารและตำราต่าง ๆ

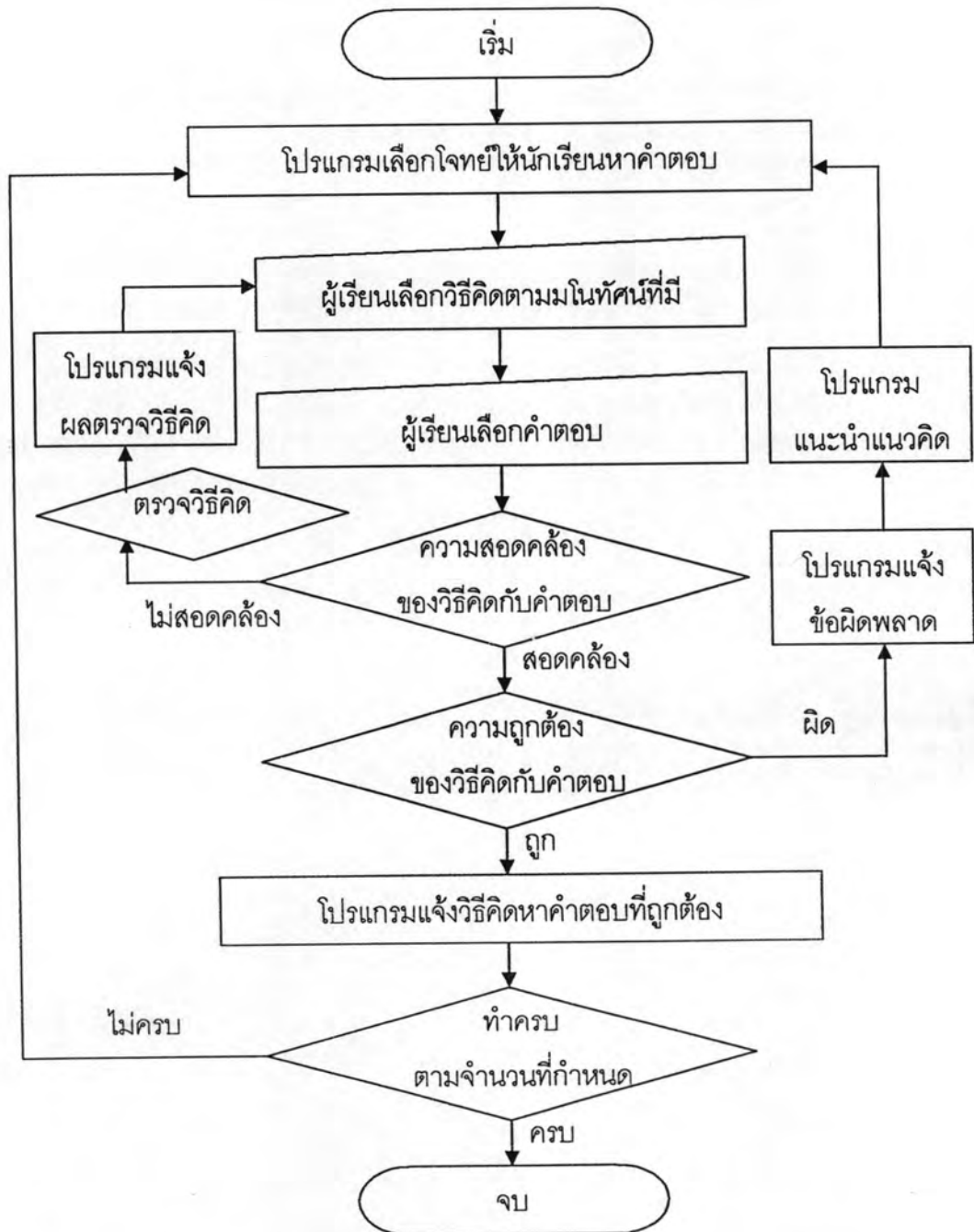
2.2.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม และการสอนซ่อมเสริมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากเอกสารและตำราต่าง ๆ

2.2.3 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สารระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.2.4 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดของสารระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล แบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน และพิจารณามโนทัศน์ย่อยของแต่ละเนื้อหา

2.2.5 นำเนื้อหาที่กำหนดมาจัดทำ Storyboard สำหรับจัดทำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมซึ่งใช้เป็นสื่อช่วยในการเรียนรู้ในการสอนซ่อมเสริมตามขั้นที่ 3 ของทฤษฎีซ่อมแซมนั้นมีลักษณะเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้แบบฝึกหัดรูปแบบคำถามเป็นแบบวัดมโนทัศน์ จำนวนตัวเลือกในแต่ละมโนทัศน์แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มักเกิดขึ้นในแต่ละมโนทัศน์นั้น ๆ นักเรียนแต่ละคนจะทำแบบฝึกหัดเฉพาะมโนทัศน์ที่ตนเองมีความคลาดเคลื่อน ในแต่ละตัวเลือกนอกจากนักเรียนจะต้องหาคำตอบแล้ว นักเรียนจะต้องเลือกวิธีคิดคำตอบด้วย โดยถ้าวิธีคิดคำตอบที่นักเรียนเลือกกับคำตอบที่นักเรียนเลือกไม่สอดคล้องกัน โปรแกรมจะไม่ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ และจะตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเฉพาะกรณีที่วิธีคิดคำตอบที่นักเรียนเลือกกับคำตอบที่นักเรียนเลือกสอดคล้องกัน ในกรณีที่วิธีคิดและคำตอบที่นักเรียนเลือกถูกต้องแล้ว โปรแกรมจะให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดข้อใหม่ แต่ถ้าวิธีคิดและคำตอบซึ่งสอดคล้องกันที่นักเรียนเลือกไว้ยังไม่ถูกต้อง โปรแกรมจะชี้แจงว่านักเรียนทำผิดเพราะสาเหตุใด และโปรแกรมจะแสดงวิธีคิดและคำตอบของโจทย์ที่มีลักษณะคล้ายกับโจทย์ในข้อนั้น แล้วให้นักเรียนลองเลือกวิธีคิดและคำตอบใหม่ โดย

โปรแกรมจะไม่เฉลยวิธีคิดและคำตอบจนกว่านักเรียนจะเลือกได้วิธีคิดและคำตอบที่ถูกต้อง ภาพรวมการทำงานของโปรแกรมเป็นดังแผนภาพดังต่อไปนี้



แผนภาพที่ 5 การทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม สำหรับสอนซ่อมเสริม

ทั้งนี้ในขั้นตอนของการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน จะปรากฏในขั้นของการแสดงผลป้อนกลับของคำตอบที่ได้จากผู้เรียน ซึ่งตรงกับขั้นการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Repair)

ตามแนวทฤษฎีซอมแซม ซึ่งจะแก้ไขโดยอาศัยการใช้ตัวอย่างหรือแบบฝึกหัด และความยากหรือความซับซ้อนของตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดนั้นจะยากหรือซับซ้อนมากขึ้น และนักเรียนจะต้องหาแนวทางที่จะสามารถแก้ปัญหาที่ยากหรือซับซ้อนขึ้นนั้นได้ โดยนักเรียนสามารถสรุปสุดท้ายได้ว่าแนวทางที่สามารถแก้ไขปัญหานั้นได้ในทุกระดับความยากเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

2.2.6 นำ Storyboard ที่ปรับปรุงแล้ว มาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซม จำนวน 8 โปรแกรม ตามจำนวนมโนทัศน์ย่อยเรื่อง เอกนาม ได้แก่ มโนทัศน์ เรื่อง นิยามของเอกนาม ดิกรีของเอกนาม สมบัติของเอกนาม เอกนามคล้าย การบวกเอกนามกับเอกนาม การลบเอกนามกับเอกนาม การคูณเอกนามกับเอกนาม และการหารเอกนามด้วยเอกนาม ในแต่ละโปรแกรมมีลักษณะเป็นบทเรียนแบบแบบฝึกหัดรูปแบบคำถามเป็นแบบวัดมโนทัศน์ จำนวนตัวเลือกในแต่ละมโนทัศน์แตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มักเกิดขึ้นในแต่ละมโนทัศน์นั้น ๆ นักเรียนแต่ละคนจะทำแบบฝึกหัดเฉพาะมโนทัศน์ที่ตนเองมีความคลาดเคลื่อน ในแต่ละตัวเลือกนอกจากนักเรียนจะต้องหาคำตอบแล้วนักเรียนจะต้องเลือกวิธีคิดคำตอบด้วย โดยถ้าวิธีคิดคำตอบที่นักเรียนเลือกกับคำตอบที่นักเรียนเลือกไม่สอดคล้องกัน โปรแกรมจะไม่ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ และจะตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเฉพาะกรณีที่วิธีคิดคำตอบที่นักเรียนเลือกกับคำตอบที่นักเรียนเลือกสอดคล้องกัน ในกรณีที่วิธีคิดและคำตอบที่นักเรียนเลือกถูกต้องแล้ว โปรแกรมจะให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดข้อใหม่ แต่ถ้าวิธีคิดและคำตอบซึ่งสอดคล้องกันที่นักเรียนเลือกไว้ยังไม่ถูกต้อง โปรแกรมจะชี้แจงว่านักเรียนทำผิดเพราะสาเหตุใด และโปรแกรมจะแสดงวิธีคิดและคำตอบของโจทย์ที่มีลักษณะคล้ายกับโจทย์ในข้อนั้น แล้วให้นักเรียนลองเลือกวิธีคิดและคำตอบใหม่ โดยโปรแกรมจะไม่เฉลยวิธีคิดและคำตอบจนกว่านักเรียนจะเลือกได้วิธีคิดและคำตอบที่ถูกต้อง

2.2.7 นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซมเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 110) เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ โดยใช้แบบประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซ่อมเสริม ซึ่งเป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดความหมายไว้ดังนี้

|   |         |             |
|---|---------|-------------|
| 1 | หมายถึง | ควรปรับปรุง |
| 2 | หมายถึง | พอใช้       |
| 3 | หมายถึง | ปานกลาง     |
| 4 | หมายถึง | ดี          |



## 5 หมายถึง ดีมาก

(ดูรายละเอียดแบบประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซ่อมเสริมในภาคผนวก ข. หน้า 112 – 115) ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้คำแนะนำดังนี้

- ก. เมื่อมีการเลือกคำตอบในแบบฝึกหัดแล้ว ควรให้มีเครื่องหมายแสดงว่าตัวเลือกนั้นถูกเลือกแล้ว หรือมีการเปลี่ยนแปลงของปุ่มเพื่อให้เห็นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
- ข. ควรมีปุ่มให้เลือกปิดคำชี้แจง หรืออาจแจ้งให้ทราบอย่างชัดเจนว่าปิดคำชี้แจงอย่างไร
- ค. ควรเพิ่มเติม Interactive ให้มีการเคลื่อนไหวหรือรูปภาพมาประกอบให้สวยงามและไม่ให้เรียบง่ายจนเกินไป
- ง. ควรมีปุ่มให้ผู้เรียนเลือกเข้าสู่คำชี้แจงเพื่อใช้สำหรับกรณีที่ผู้เรียนยังไม่เข้าใจวิธีใช้

ทั้งนี้ในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมของผู้ทรงคุณวุฒินั้น ได้คะแนนจากการประเมินคิดเป็นค่ามัธยิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) เท่ากับ 115 คะแนน จากคะแนนเต็ม 130 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.46 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

## 2.2.8 นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์มาปรับปรุงแก้ไข

2.2.9 นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงเพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One – on – one testing) ให้นักเรียนซึ่งเป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 คน ซึ่งคัดเลือกโดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ให้เรียนกับโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น เพื่อศึกษาการเรียนรู้ของผู้เรียน เมื่อนักเรียนเรียนแล้วให้ทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทันที ในระหว่างที่นักเรียนเรียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์และทำแบบทดสอบ ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านความสามารถในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ พบว่าผู้เรียนสามารถควบคุมเนื้อหาได้อย่างคล่องแคล่ว

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบกลุ่มเล็ก (Small group testing) ผู้วิจัยนำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์และแบบวัดมโนทัศน์ไปทดลองใช้กับนักเรียนซึ่งเป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน ซึ่งคัดเลือกโดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอัสสัมชัญศึกษา โดยให้นักเรียนเรียนโดยใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์และทำแบบวัดมโนทัศน์



ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนทันที พบว่านักเรียนที่นำมาทำการทดสอบมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบ วัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ที่ 28.8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72

ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบกลุ่ม (Large group testing) นำโปรแกรมบทเรียน คอมพิวเตอร์ ไปใช้กับตัวแทนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ซึ่งคัดเลือกโดยการสุ่มตัวอย่างอย่าง ง่ายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอัสสัมชัญศึกษา จากนั้นผู้วิจัยนำผลการวัดมโน ทัศน์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ของนักเรียนหลังจากเรียน ด้วยโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์มาวิเคราะห์ และตรวจสอบเครื่องมือตามเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองกับนักเรียนที่ไม่ผ่านการทดสอบมโนทัศน์ในการเรียน ครั้งแรกซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ที่กรมวิชาการตั้งไว้ คือ ร้อยละ 50 ดังนั้นจึงตั้งเกณฑ์มาตรฐานในครั้ง นี้เป็น 70/70 โดยที่ 70 ตัวแรก ( $E_1$ ) หมายถึง คะแนนรวมเฉลี่ยของกลุ่ม (Class Mean) คิดเป็น ร้อยละ และ 70 ตัวหลัง ( $E_2$ ) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่มในแต่ละวัตถุประสงค์ การเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 70

ผลการทดสอบในขั้นตอนที่ 3 นั้น สามารถหาค่า  $E_1$  ได้โดยนำคะแนนรวมทุก ๆ มโนทัศน์ ของนักเรียนมาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ได้ค่า  $\bar{x} = 31.1$  คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน แล้ว นำมาแทนค่าในสูตรหาค่า  $E_1$  แสดงได้ดังนี้

$$E_1 = \frac{31.1}{40} \times 100 = 77.75$$

และการหาค่า  $E_2$  หาได้จากการหาค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนของนักเรียนในแต่ละ จุดประสงค์ แสดงผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนตัวแทนกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

| แบบทดสอบมโนทัศน์<br>ชุดที่ | เรื่อง                 | ค่ามัชฌิมเลขคณิต<br>( $\bar{x}$ ) | ร้อยละของ<br>คะแนน |
|----------------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 1                          | นิยามของเอกนาม         | 3.15                              | 63                 |
| 2                          | สัมประสิทธิ์ของเอกนาม  | 4.40                              | 88                 |
| 3                          | ดีกรีของเอกนาม         | 4.35                              | 87                 |
| 4                          | เอกนามคล้าย            | 4.35                              | 87                 |
| 5                          | การบวกเอกนามกับเอกนาม  | 4.05                              | 81                 |
| 6                          | การลบเอกนามกับเอกนาม   | 3.65                              | 73                 |
| 7                          | การคูณเอกนามกับเอกนาม  | 4.50                              | 90                 |
| 8                          | การหารเอกนามด้วยเอกนาม | 3.00                              | 60                 |
|                            | รวม                    | 3.93                              | 78                 |

ในการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือในครั้งนี้ได้ว่าเครื่องมือมีประสิทธิภาพ  
เป็น 77.75/78 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

2.2.9 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่  
ใช้ในการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม เพื่อนำไปใช้กับประชากรจริง

2.2.10 นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในการสอน  
จริงโดยใช้กับกลุ่มทดลอง

ทั้งนี้ ในขั้นตอนการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยอาศัยโปรแกรม  
คอมพิวเตอร์ซึ่งจัดให้กับกลุ่มทดลองนั้น มีกรอบแนวคิดของการทดลองดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 กรอบแนวคิดในการสอนซ่อมเสริมตามทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

| ขั้นตอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | การสอนซ่อมเสริมผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับกลุ่มทดลอง                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><u>ขั้นที่ 1</u><br/>ขั้นการนำเสนอโมโนทัศน์ในขั้นต้น ในขั้นนี้ ผู้สอนจะทำการสอนโมโนทัศน์ในกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามปกติ</p>                                                                                                                                                                                                                   | <p>นักเรียนผ่านการเรียนการสอนโมโนทัศน์ เรื่อง พหุนาม ในชั้นเรียนปกติ</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><u>ขั้นที่ 2</u><br/>ขั้นการหาข้อผิดพลาดของโมโนทัศน์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น</p>                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>ทดสอบโมโนทัศน์ของนักเรียน หลังผ่านการเรียนการสอนในแต่ละคาบ โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p><u>ขั้นที่ 3</u><br/>ขั้นการแก้ไข (Repair) ข้อผิดพลาดเกี่ยวกับโมโนทัศน์ของนักเรียนผ่านการแก้ไข โดยปัญหาที่ใช้สำหรับการแก้ปัญานั้นจะต้องมีจำนวนมากพอที่จะทำให้ นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยหลักสำคัญของการให้ผลป้อนกลับ ของมโนทัศน์ที่ผิดพลาดและการแก้ไขมโนทัศน์นั้น จะต้องทำโดยทันทีหรือทำโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้</p> | <p>ให้นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่วิเคราะห์จากการทำแบบทดสอบมโนทัศน์ในขั้นที่ 2 แล้วได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ผ่านการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นกระทำผ่านการทำแบบฝึกหัดของนักเรียนและให้ข้อมูลป้อนกลับโดยทันทีเมื่อนักเรียนทำผิดว่าสาเหตุที่ผิดคืออะไร และให้ข้อมูลป้อนกลับเมื่อนักเรียนทำถูกว่าที่นักเรียนคิดหาคำตอบได้ถูกต้องนั้นจะต้องมีวิธีคิดที่ถูกต้องอย่างไร</p> |
| <p><u>ขั้นที่ 4</u><br/>ขั้นตรวจสอบการแก้ไขข้อผิดพลาดเกี่ยวกับมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนที่ได้รับการแก้ไขมโนทัศน์แล้วจะต้องได้รับการทดสอบเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ๆ ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อตรวจสอบว่าการแก้ไขมโนทัศน์นั้นเสร็จสมบูรณ์แล้ว</p>                                                                                                                  | <p>ทดสอบมโนทัศน์ของนักเรียนหลังจากที่ผ่านการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

แผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมง จำนวน 6 แผน แผนการจัดการเรียนการสอน  
 ซ่อมเสริม จำนวน 6 แผน และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 8  
 โปรแกรม ครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ จำแนกตามเนื้อหาสาระการเรียนรู้

| แผน<br>การจัดการ<br>เรียนรู้ที่ | เนื้อหาสาระการเรียนรู้                                                                                | จำนวน<br>ชั่วโมงสอน<br>ในชั้นเรียน | จำนวนชั่วโมง<br>สอนซ่อมเสริม<br>แบบปกติ | จำนวนชั่วโมง<br>ซ่อมเสริมโดย<br>ใช้โปรแกรม |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1                               | เอกนาม มีมโนทัศน์ย่อย ได้แก่<br>1.1 นิยามของเอกนาม<br>1.2 ดีกรีของเอกนาม<br>1.3 สัมประสิทธิ์ของเอกนาม | 1                                  | 1                                       | 1                                          |
| 2                               | เอกนามคล้าย                                                                                           | 1                                  | 1                                       | 1                                          |
| 3                               | การบวกเอกนาม                                                                                          | 1                                  | 1                                       | 1                                          |
| 4                               | การลบเอกนาม                                                                                           | 1                                  | 1                                       | 1                                          |
| 5                               | การคูณเอกนามกับเอกนาม                                                                                 | 1                                  | 1                                       | 1                                          |
| 6                               | การหารเอกนามด้วยเอกนาม                                                                                | 1                                  | 1                                       | 1                                          |

#### 4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดมโนทัศน์  
 ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ที่ผู้วิจัย  
 สร้างขึ้นตามขั้นตอนการสร้างต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม จำนวน 8 ชุด ชุดละ  
 5 ข้อ แต่ละชุดแยกเป็นรายมโนทัศน์ มีรายละเอียดดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง นิยามของเอกนาม

ชุดที่ 2 เรื่อง สัมประสิทธิ์ของเอกนาม



- ชุดที่ 3 เรื่อง ดิกริชของเอกนาม
- ชุดที่ 4 เรื่อง เอกนามคล้าย
- ชุดที่ 5 เรื่อง การบวกเอกนามกับเอกนาม
- ชุดที่ 6 เรื่อง การลบเอกนามกับเอกนาม
- ชุดที่ 7 เรื่อง การคูณเอกนามกับเอกนาม
- ชุดที่ 8 เรื่อง การหารเอกนามด้วยเอกนาม

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 8 ชุด มีขั้นตอนดำเนินการสร้าง  
ดังนี้

1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากตำรา  
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม จากสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
เพิ่มเติม เรื่อง พหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช  
2544

1.3 สร้างตารางกำหนดลักษณะแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง เอกนาม จำแนกตามมโนทัศน์และช่วงโมที่ปฏิบัติการสอน โดยมโนทัศน์ตามตารางกำหนด  
ลักษณะแบบทดสอบดังกล่าวมีจำนวนทั้งสิ้น 8 มโนทัศน์ ได้แก่

- |               |                               |
|---------------|-------------------------------|
| มโนทัศน์ที่ 1 | เรื่อง นิยามของเอกนาม         |
| มโนทัศน์ที่ 2 | เรื่อง สัมประสิทธิ์ของเอกนาม  |
| มโนทัศน์ที่ 3 | เรื่อง ดิกริชของเอกนาม        |
| มโนทัศน์ที่ 4 | เรื่อง เอกนามคล้าย            |
| มโนทัศน์ที่ 5 | เรื่อง การบวกเอกนามกับเอกนาม  |
| มโนทัศน์ที่ 6 | เรื่อง การลบเอกนามกับเอกนาม   |
| มโนทัศน์ที่ 7 | เรื่อง การคูณเอกนามกับเอกนาม  |
| มโนทัศน์ที่ 8 | เรื่อง การหารเอกนามด้วยเอกนาม |

(ดูรายละเอียดในตารางกำหนดลักษณะแบบทดสอบมโนทัศน์ในภาคผนวก ง. หน้า 137 – 139)

1.4 สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม เป็น  
แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 8 ชุด ชุดละ 7 ข้อ ตามตารางกำหนดลักษณะ  
แบบทดสอบ มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้  
ข้อละ 0 คะแนน

1.5 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้

อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลาในการสอบ ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความชัดเจนของสำนวนภาษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ตรวจพิจารณาแล้วให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ในการนำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) ควรเพิ่มเวลาในการทำแบบทดสอบมากกว่าเวลาที่ใช้จริงด้วย เนื่องจากจำนวนข้อสอบที่นำไปทดลองใช้มีมากกว่าจำนวนข้อสอบที่นำไปใช้จริง

ข. ควรเขียนข้อความที่แสดงการเป็นนิเสธด้วยตัวหนาหรือขีดเส้นใต้อย่างใดอย่างหนึ่ง ให้นักเรียนเห็นได้ชัดเจน เช่น

ข้อความ "ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง"

ให้เขียนเป็น "ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง"

หรือเขียนเป็น "ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง"

ค. ควรตรวจสอบคำตอบของแบบทดสอบแต่ละข้ออีกครั้งให้มี ความถูกต้องและชัดเจน

ง. ควรจัดหน้ากระดาษให้นักเรียนสามารถอ่านแบบทดสอบได้ อย่างสะดวกและชัดเจน

1.6 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตาม ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ดูรายละเอียดใน ภาคผนวก ก. หน้า 110) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องของมโนทัศน์ ข้อคำถามและ ตัวเลือก ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบ วัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการตรวจพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า

ก. เมื่อกำหนดเอกนามในรูปตัวอักษรภาษาอังกฤษต่าง ๆ ควรระบุ ตัวแปรของเอกนามให้ชัดเจน เช่น

ข้อความ "กำหนดให้  $Ax^m y$  เป็นเอกนาม"

ให้เขียนเป็น "กำหนดให้  $Ax^m y$  เป็นเอกนาม ซึ่งมี  $x$  และ  $y$  เป็นตัวแปร"

ข. ลักษณะของคำถามและคำตอบของแบบทดสอบไม่ควรคล้ายกัน

ค. ลักษณะของข้อคำถามในแบบทดสอบควรมีความหลากหลาย

ง. ตัวเลือกของข้อสอบแต่ละข้อ ควรใช้ตัวแปรชุดเดียวกันทั้งหมด

1.7 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอัสสัมชัญศึกษา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ผ่านการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง พหุนาม มาแล้ว ได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบเป็นดังนี้

|                   |       |              |
|-------------------|-------|--------------|
| ค่าความเที่ยง     | มีค่า | 0.892        |
| ค่าความยาก (p)    | มีค่า | 0.08 – 0.89  |
| ค่าอำนาจจำแนก (r) | มีค่า | -0.07 – 1.00 |

การทดลองใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ครั้งที่ 2 มีจำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับตารางกำหนดลักษณะแบบทดสอบ แยกตามรายมโนทัศน์เป็นดังนี้

ตารางที่ 5 จำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์แยกตามรายมโนทัศน์ในการทดลองใช้

| มโนทัศน์ที่ | เรื่อง                 | จำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ (ข้อ) |
|-------------|------------------------|--------------------------------------|
| 1           | นิยามของเอกนาม         | 5                                    |
| 2           | สัมประสิทธิ์ของเอกนาม  | 5                                    |
| 3           | ดีกรีของเอกนาม         | 6                                    |
| 4           | เอกนามคล้าย            | 5                                    |
| 5           | การบวกเอกนามกับเอกนาม  | 5                                    |
| 6           | การลบเอกนามกับเอกนาม   | 6                                    |
| 7           | การคูณเอกนามกับเอกนาม  | 6                                    |
| 8           | การหารเอกนามด้วยเอกนาม | 7                                    |

ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์และสอดคล้องกับตารางกำหนดลักษณะแบบทดสอบจำนวนชุดละ 5 ข้อ

1.8 นำผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบที่ตรงตามเกณฑ์และสอดคล้องกับตารางกำหนดลักษณะข้อสอบชุดละ 5 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ได้ผลการวิเคราะห์เป็นดังต่อไปนี้

|                   |       |             |
|-------------------|-------|-------------|
| ค่าความเที่ยง     | มีค่า | 0.889       |
| ค่าความยาก (p)    | มีค่า | 0.31 – 0.78 |
| ค่าอำนาจจำแนก (r) | มีค่า | 0.29 – 1.00 |

1.9 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม มีขั้นตอนดำเนินการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและรูปแบบที่เหมาะสมในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรและตารางวิเคราะห์ข้อสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำแนกตามระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เรื่อง เอกนาม ตามเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่อง เอกนาม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง. หน้า 148 – 151)

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 42 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่วิลสัน (Wilson, 1971 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544) จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับทักษะการคิดคำนวณ

ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่มีอยู่แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้

การนำไปใช้ (Application) หมายถึง การนำความรู้ กฏ หลักการ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี ฯลฯ ที่ได้เรียนรู้อันแล้วไปแก้ปัญหาค้นหาใหม่ได้

การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหาส่วนที่สำคัญ หาความสัมพันธ์ของส่วนที่สำคัญเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กัน เพื่อแก้ปัญหาค้นหาที่แปลกกว่าธรรมดาหรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้

โดยการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ครั้งนี้ สร้างให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรและตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่ได้สร้างไว้แล้ว

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลาในการสอบ ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความชัดเจนของสำนวนภาษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ตรวจพิจารณาแล้วให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ควรตรวจสอบคำตอบของแบบทดสอบแต่ละข้ออีกครั้งให้มีความถูกต้องและชัดเจน

ข. ควรจัดหน้ากระดาษให้นักเรียนสามารถอ่านแบบทดสอบได้อย่างสะดวกและชัดเจน

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ดูรายละเอียดใน ภาคผนวก ก. หน้า 110) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องของมโนทัศน์ ข้อคำถามและตัวเลือก ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการตรวจพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า

ก. การกำหนดชื่อบุคคลในข้อสอบ ควรเว้นวรรคด้านหลัง หรือขีดเส้นใต้ หรือใช้ตัวหนา เพื่อให้เห็นได้ชัดเจนและป้องกันการสับสนในการอ่านข้อสอบของนักเรียน เช่น

ข้อความ "เมตตาทหาผลลัพท์ของ  $3x^2y - \frac{1}{2}x^2y + \frac{3}{2}x^2y$ "

ให้เขียนเป็น "เมตตา หาผลลัพท์ของ  $3x^2y - \frac{1}{2}x^2y + \frac{3}{2}x^2y$ "

หรือเขียนเป็น "เมตตาทหาผลลัพท์ของ  $3x^2y - \frac{1}{2}x^2y + \frac{3}{2}x^2y$ "

หรือเขียนเป็น "เมตตาทหาผลลัพท์ของ  $3x^2y - \frac{1}{2}x^2y + \frac{3}{2}x^2y$ "

ข. ให้ใช้เครื่องหมายวงเล็บ [ ] แทนการใช้เครื่องหมายวงเล็บ { }

ในใจยกคิดคำนวณการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของเอกนาม เช่น

ข้อความ "  $\{(Ax^3y^2) \div (3xy)\} - \{(-2x^2y^2z^2) \div (-Bx^2z)\} = 3x^2y + 4y^2z$ "

ให้เขียนเป็น "  $[(Ax^3y^2) \div (3xy)] - [(-2x^2y^2z^2) \div (-Bx^2z)] = 3x^2y + 4y^2z$ "



ค. ลักษณะของคำถามและคำตอบของแบบทดสอบไม่ควรคล้ายกัน โดยให้สร้างแบบทดสอบที่มีลักษณะแตกต่างจากเดิมโดยค้นคว้าเพิ่มเติมจากหนังสือแบบเรียน และข้อสอบต่าง ๆ

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอัสสัมชัญศึกษา จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ผ่านการเรียนเรื่อง เอกนาม มาแล้ว ได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบดังนี้

|                   |       |              |
|-------------------|-------|--------------|
| ค่าความเที่ยง     | มีค่า | 0.92         |
| ค่าความยาก (p)    | มีค่า | 0.09 – 0.85  |
| ค่าอำนาจจำแนก (r) | มีค่า | -0.11 – 1.00 |

ในการทดลองใช้ครั้งนี้ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 38 ข้อ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์และสอดคล้องกับตารางกำหนดลักษณะแบบทดสอบ จำนวน 30 ข้อ

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ที่เป็นไปตามเกณฑ์และสอดคล้องกับตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบเป็นดังนี้

|                   |       |             |
|-------------------|-------|-------------|
| ค่าความเที่ยง     | มีค่า | 0.91        |
| ค่าความยาก (p)    | มีค่า | 0.29 – 0.79 |
| ค่าอำนาจจำแนก (r) | มีค่า | 0.33 – 1.00 |

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

## 5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นเตรียมการและขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

### 5.1 ขั้นเตรียมการ

5.1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์รายชั่วโมงในชั้นเรียนปกติ

5.1.2 ผู้วิจัยสร้างแผนการสอนซ่อมเสริม ซึ่งประกอบด้วยแผนการสอนซ่อมเสริมแบบ

ปกติสำหรับกลุ่มควบคุม และแผนการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับกลุ่มทดลอง

5.1.3 ผู้วิจัยสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสอนซ่อมเสริม เรื่อง เอกนาม เพื่อสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมสำหรับกลุ่มทดลอง

5.1.4 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์รายชั่วโมงในชั้นเรียนปกติ และตามแผนการสอนซ่อมเสริมทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5.1.5 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงครูใหญ่โรงเรียนราชินี กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน

## 5.2 ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.2.1 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยทำการสอนกลุ่มละ 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

5.2.2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในแต่ละคาบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์แต่ละมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ในคาบนั้น โดยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้ทดสอบนักเรียนมีรายละเอียดดังนี้

|            |                 |                                                         |
|------------|-----------------|---------------------------------------------------------|
| ครั้งที่ 1 | มโนทัศน์ เรื่อง | นิยามของเอกนาม, สัมประสิทธิ์ของเอกนาม และดีกรีของเอกนาม |
| ครั้งที่ 2 | มโนทัศน์ เรื่อง | เอกนามคล้าย                                             |
| ครั้งที่ 3 | มโนทัศน์ เรื่อง | การบวกเอกนามกับเอกนาม                                   |
| ครั้งที่ 4 | มโนทัศน์ เรื่อง | การลบเอกนามกับเอกนาม                                    |
| ครั้งที่ 5 | มโนทัศน์ เรื่อง | การคูณเอกนามกับเอกนาม                                   |
| ครั้งที่ 6 | มโนทัศน์ เรื่อง | การหารเอกนามด้วยเอกนาม                                  |

5.2.3 ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแล้วบันทึกคะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน และถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ข้อละ 0 คะแนน แล้วแจ้งให้นักเรียนที่ได้คะแนนจากการทดสอบวัดมโนทัศน์ต่ำกว่าร้อยละ 50 เรียนซ่อมเสริม

5.2.4 ผู้วิจัยดำเนินการสอนซ่อมเสริมนักเรียนที่มีผลการทดสอบวัดมโนทัศน์ต่ำกว่า

ร้อยละ 50 ทั้งสองกลุ่มโดยกลุ่มควบคุมสอนซ่อมเสริมโดยใช้แผนการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ โดยเป็นการสอนซ่อมเสริมที่นักเรียนต้องเรียนซ่อมเสริมทุกมโนทัศน์ที่มีในหลักสูตร ส่วนกลุ่มทดลองสอนซ่อมเสริมโดยใช้แผนการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยนักเรียนเรียนเฉพาะมโนทัศน์ที่ตนเองไม่ผ่านเกณฑ์เท่านั้น

5.2.5 หลังการเรียนการสอนซ่อมเสริม ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ตามมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ในครั้งนั้นอีกครั้ง

5.2.6 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบครั้งที่ 2 มาตรวจให้คะแนน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนด้วยค่าที่ (independent t - test) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สำหรับใช้เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

5.2.7 เมื่อจบการเรียนการสอนทั้งหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เอกนาม ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม

5.2.8 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาตรวจให้คะแนนและทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนด้วยค่าที่ (independent t - test) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5.2.9 เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ฉบับเดิมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อวัดความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5.2.10 เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ที่นักเรียนทำหลังจากเรียนจบเนื้อหา เรื่อง เอกนาม เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าสถิติที่ (independent t - test)

ขั้นตอนการดำเนินการสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 กรอบแนวคิดของการทดลอง

| ขั้นตอน                                                                                                                             | กลุ่มควบคุม                                                                                                                                                                                                 | กลุ่มทดลอง                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์ให้แก่นักเรียน                                                                            | สอนในชั้นเรียนปกติ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแผนเดียวกันทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง                                                                                                    |                                                                                               |
| 2. ทดสอบมโนทัศน์เป็นรายมโนทัศน์ หลังจากเรียนจบแต่ละมโนทัศน์                                                                         | ให้นักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม                              |                                                                                               |
| 3. ให้นักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนคือ มีคะแนนจากแบบทดสอบมโนทัศน์ต่ำกว่าร้อยละ 50 เรียนซ่อมเสริมเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน | เรียนซ่อมเสริมตามปกติ โดยใช้แผนการสอนซ่อมเสริมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวของกรมวิชาการ                                                                                                                       | เรียนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแยกตามรายมโนทัศน์ |
| 4. ตรวจสอบมโนทัศน์หลังเรียนซ่อมเสริม                                                                                                | ให้นักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอีกครั้ง แล้วนำผลที่ได้ของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน                                                                          |                                                                                               |
| 5. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจบเนื้อหาทั้งหมดแล้ว                                                                            | ให้นักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอีกครั้ง แล้วนำผลที่ได้ของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน                                                   |                                                                                               |
| 5. หลังเรียนจบทุกมโนทัศน์เป็นเวลา 2 สัปดาห์                                                                                         | ให้นักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ที่คู่ขนานแบบทดสอบชุดแรกแล้วนำผลที่ได้ของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกันเพื่อพิจารณาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ |                                                                                               |

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences for Windows Version 10: SPSS for Windows Version 10.0) ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง โดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ โดยเทียบกับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50 ของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2. เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าสถิติที่ (independent t – test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

3. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนที่ด้านการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม หลังจากเรียนจบเนื้อหา เรื่อง เอกนาม เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าสถิติที่ (independent t – test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

## 7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยนี้มีสถิติที่ใช้ในการคำนวณหาคุณภาพและประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ค่าความเที่ยง (Reliability) ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

1.1 หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson Method) โดยใช้สูตรดังนี้



$$KR-20: r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

|       |          |     |                              |
|-------|----------|-----|------------------------------|
| เมื่อ | $r_{tt}$ | แทน | ค่าความเที่ยงของแบบสอบ       |
|       | $k$      | แทน | จำนวนข้อของแบบสอบ            |
|       | $p$      | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบถูก          |
|       | $q$      | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบผิด          |
|       | $s^2$    | แทน | ความแปรปรวนของแบบสอบทั้งฉบับ |

(Ebel, Robert L., 1972 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544)

1.2 หาค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรดังนี้

$$p = \frac{R_h + R_l}{N}$$

|       |       |     |                            |
|-------|-------|-----|----------------------------|
| เมื่อ | $p$   | แทน | ค่าความยาก                 |
|       | $R_h$ | แทน | จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง |
|       | $R_l$ | แทน | จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ |
|       | $N$   | แทน | จำนวนคนทั้งหมด             |

(Carey, Lou., 1988 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544)

1.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรดังนี้

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

|       |       |     |                            |
|-------|-------|-----|----------------------------|
| เมื่อ | $r$   | แทน | ค่าอำนาจจำแนก              |
|       | $R_h$ | แทน | จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง |
|       | $R_l$ | แทน | จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ |
|       | $N$   | แทน | จำนวนคนทั้งหมด             |

(Carey, Lou., 1988 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544)

2. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีช่อมแซม ใช้เกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบหลังการเรียนช่อมเสริมโดยเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่มกับคะแนนทดสอบหลังการเรียนโดยเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่มในแต่ละจุดประสงค์ โดยใช้เกณฑ์ คือ  $E_1 / E_2$  ซึ่งมีสูตรต่อไปนี้

$$E_1 = \frac{\bar{x}}{A} \times 100$$

โดยที่  $E_1$  หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวม โดยคิดเป็นร้อยละ  
 $\bar{x}$  หมายถึง คะแนนสอบเฉลี่ยหลังการเรียนของนักเรียนทั้งหมด  
 $A$  หมายถึง คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

$$E_2 = \frac{\bar{F}}{P} \times 100$$

โดยที่  $E_2$  หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เฉพาะจุดประสงค์ โดยคิดเป็นร้อยละ  
 $\bar{F}$  หมายถึง คะแนนสอบเฉลี่ยหลังการเรียนของนักเรียนทั้งหมดในแต่ละจุดประสงค์  
 $P$  หมายถึง คะแนนเต็มของการสอนหลังเรียนในแต่ละจุดประสงค์

(อรพรรณ พรสีมา, 2530 อ้างถึงใน ยุภาดี ปณะราช, 2541)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติเชิงบรรยายและสถิติเชิงอ้างอิง มีรายละเอียดดังนี้

3.1 สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ( $\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3.2 สถิติเชิงอ้างอิง ได้แก่ การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยค่าที (independent t - test)

คำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences for Windows Version 10: SPSS for Windows Version 10.0)