

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีวิธีดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การศึกษาค้นคว้า
2. การออกแบบการวิจัย
3. ประชากรและตัวอย่างประชากร
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### การศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎี และวิธีการสร้างแผนผังมโนทัศน์จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทดลองสอน
2. ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 รหัสวิชา ค012 เรื่องสถิติ 1 และภาคตัดกรวย เพื่อใช้ในการสร้างแผนการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์

## การออกแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยแบบแผนการทดลองมีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	ทดลอง	ทดสอบหลังการทดลอง
E	X	T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub>
C	~X	T <sub>1</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

X แทน การใช้เทคนิคแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

~X แทน การไม่ใช้เทคนิคแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

T<sub>1</sub> แทน การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

T<sub>2</sub> แทน การทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

## ประชากรและตัวอย่างประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค012) โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เขตการศึกษา 10

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบเจาะจงเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตระกูลประเทืองวิทยาคม จังหวัดยโสธร ปีการศึกษา 2544 เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการเหมือนกับโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการในเขตการศึกษา 10 และผู้บริหารให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกโรงเรียนตระกูลประเทืองวิทยาคมเป็นโรงเรียนที่ทำการทดลองสอน จากการสำรวจพบว่าปีการศึกษา 2544 โรงเรียนนี้มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค012 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยมีจำนวนนักเรียน

ห้อง ม. 4/1 จำนวน 30 คน และห้อง ม. 4/2 จำนวน 36 คน ผู้วิจัยมีขั้นตอนการเลือกตัวอย่างประชากรดังนี้

1. ผู้วิจัยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคการเรียนที่ 1 (ค011) ปีการศึกษา 2544 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้ง 2 ห้องเรียนคือ ม. 4/1 และ ม. 4/2 มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยได้ค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 60.63 และ 57.08 ตามลำดับ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.47 และ 7.55 ตามลำดับ จากนั้นทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) พบว่าความแปรปรวนทั้งสองห้องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจึงนำค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนทั้งสองห้องมาทดสอบค่าที (Separated variance t-test) พบว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงสรุปได้ว่าตัวอย่างประชากรทั้งสองกลุ่มมีพื้นฐานการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2. จับสลากแบ่งตัวอย่างประชากร ได้นักเรียนห้อง ม. 4/1 เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ และนักเรียนห้อง ม. 4/2 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติที่ไม่ใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ ในการทดลองสอนครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างแผนการสอนเรื่องสถิติ 1 เป็นแนวทางในการสอน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการสอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา หลักการ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของเนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

1.3 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับเนื้อหาที่ใช้ทดลองสอน คือเรื่องสถิติ 1

1.4 เขียนแผนการสอนรายคาบจำนวน 25 คาบ เรื่องสถิติ 1 ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ซึ่งในแผนการสอนแต่ละคาบประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน (แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป) และการวัดและประเมินผล

1.5 นำแผนการสอนรายคาบที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอนและให้ข้อเสนอแนะ นำข้อเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

1.6 จากนั้นนำแผนการสอนที่ 1-3 ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ (ดูรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก หน้า 96) ตรวจสอบเนื้อหา และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิได้แนะนำดังนี้ ในขั้นสรุป ควรเขียนให้ชัดเจนว่าสรุปเรื่องอะไร อย่างไร และในการเขียนกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นสอนไม่ควรใช้คำว่า “ครูให้...” มากเกินไป แล้วจึงนำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขมาเป็นต้นแบบในการเขียนแผนการสอนให้ครบทั้ง 25 คาบ โดยทุกแผนการสอนได้ผ่านการตรวจจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วจึงนำไปให้ทดลองสอนกับกลุ่มทดลอง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ 2 ชุดซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องสถิติ 1 และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวย ซึ่งเครื่องมือแต่ละชุดมีรายละเอียดและขั้นตอนการสร้างดังนี้

### 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ 1 ในรายวิชา คณิตศาสตร์ ค012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.1.2 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้จากคู่มือครู

2.1.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยเนื้อหาสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ 1

2.1.4 สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยมีข้อสอบเป็นจำนวน 80 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

2.1.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณา แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ดูรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก หน้า 96) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสมของข้อสอบ ความครอบคลุมของข้อสอบ ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่าแบบทดสอบควรมีการแก้ไขในด้านต่างๆ ดังนี้

2.1.5.1 ด้านภาษาที่ใช้ในโจทย์ ให้แก้ไขภาษาในโจทย์ให้ถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น แก้ไขจาก “แผนภูมิแท่ง” เป็น “ฮิสโทแกรม” ข้อความจากโจทย์ “อื่นๆ” ควรแก้ไขเป็น “ค่าใช้จ่ายอื่นๆ” ข้อความจากโจทย์ “ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ถูกต้อง” ควรแก้ไขเป็น “ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง”

2.1.5.2 ด้านความเหมาะสมของโจทย์และตัวเลือก ถ้าข้อใดเป็นการถามจากตารางหรือแผนภูมิให้กำหนดด้วยว่าใช้ตอบคำถามข้อใดบ้าง และข้อความจากตัวเลือกไม่ควรเป็น “ถูกทุกข้อ” หรือ “ข้อมูลไม่เพียงพอ” ควรหาตัวเลือกใหม่

2.1.6 ผู้วิจัยได้แก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนโพธิทองพัฒนวิทยา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เขตการศึกษา 10 จำนวน 38 คน เพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 (Kuder Richardson Formula-20 : KR-20) โดยมีเกณฑ์ว่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป แล้วนำไปวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยมีเกณฑ์ว่าค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง .20-.80 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.58 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.95 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง -0.26 ถึง 0.58 ซึ่งมีข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้จำนวน 60 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 โรงเรียนโพธิทองพัฒนวิทยา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 42 คน แล้วนำมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยง และค่าความยากง่าย ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.62 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.92 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง -0.26 ถึง 0.79 ซึ่งมีข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จำนวน 44 ข้อ แล้วผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบมา 40 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ตั้งไว้ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 110) แล้วนำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนโพธิทองพัฒนวิทยา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 40 คน ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.91 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.78 ซึ่งได้ข้อสอบที่มีลักษณะดังนี้

ข้อสอบที่ค่อนข้างยาก	จำนวน	18 ข้อ
ข้อสอบที่ยาก-ง่ายกำลังเหมาะสม	จำนวน	12 ข้อ

ข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

จำนวน 10 ข้อ

ส่วนค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.85 ซึ่งข้อสอบมีลักษณะดังนี้

ข้อสอบที่จำแนกได้พอใช้	จำนวน 11 ข้อ
ข้อสอบที่จำแนกได้ดี	จำนวน 13 ข้อ
ข้อสอบที่จำแนกได้ดีมาก	จำนวน 16 ข้อ

ซึ่งได้คุณภาพตามต้องการแล้วจึงนำไปใช้กับตัวอย่างประชากร (ดูรายละเอียดผลการคำนวณ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในภาคผนวก ง หน้า 114 และดูรายละเอียดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ 1 ในภาคผนวก ง หน้า 118)

## 2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์นี้เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ คือแผนผังมโนทัศน์เรื่องภาคตัดกรวย (วงกลม พาราโบลา วงรี) ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วในตอนต้นของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โดยให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบเรียงลำดับชั้น (Hierarchy map) จากมโนทัศน์ที่กำหนดให้และนักเรียนสามารถเพิ่มเติมมโนทัศน์ที่นักเรียนเห็นว่ามีความสัมพันธ์กับเรื่องภาคตัดกรวย โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวยจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.2 สืบค้นและคัดเลือกมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวยจากหนังสือแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค012ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2535) โดยได้มโนทัศน์เรื่องวงกลม 7 มโนทัศน์ มโนทัศน์เรื่องพาราโบลา 15 มโนทัศน์ และมโนทัศน์เรื่องวงรี 18 มโนทัศน์

2.2.3 นำมโนทัศน์ที่คัดเลือกแล้วมาสร้างแผนผังมโนทัศน์เพื่อใช้แผนผังมโนทัศน์นี้เป็นเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยสร้างแผนผังมโนทัศน์ตามหลักการของบาร์อูดี (Baroody) และสำหรับเกณฑ์ในการให้คะแนนแผนผังมโนทัศน์ใช้เกณฑ์ของโนแวกและ โกวิน (Novak and Gowin, 1984: 36-37) ดังนี้

2.2.3.1 พิจารณาค่าเชื่อมที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง  
มโนทัศน์สองมโนทัศน์ที่เชื่อมโยงกันแล้วทำให้ประพจน์สมเหตุสมผลและมีความหมายให้คะแนน  
ค่าเชื่อมละ 1 คะแนน

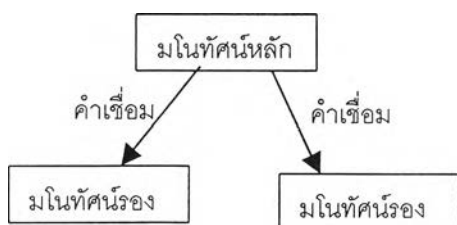
2.2.3.2 พิจารณาลำดับชั้นของแผนผังมโนทัศน์ว่าแสดงถึง  
มโนทัศน์ที่รองลงมาหรือมีความหมายแคบกว่ามโนทัศน์ที่อยู่ลำดับแรกและทุกลำดับชั้นของการ  
จัดมโนทัศน์ให้คะแนนลำดับชั้นละ 5 คะแนน

2.2.3.3 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสายของการเชื่อมโยง  
ของมโนทัศน์ที่แสดงความสัมพันธ์อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งแสดงให้เห็นความสามารถในการคิด  
วิเคราะห์ระดับสูงจึงควรได้รับคะแนนพิเศษ ถ้าการเชื่อมโยงนั้นสมเหตุสมผลและมีนัยสำคัญให้  
คะแนนการเชื่อมโยงละ 10 คะแนน และถ้าการเชื่อมโยงนั้นสมเหตุสมผลแต่ไม่ได้แสดงถึงการ  
สังเคราะห์ระหว่างกลุ่มของมโนทัศน์ให้คะแนนการเชื่อมโยงละ 2 คะแนน

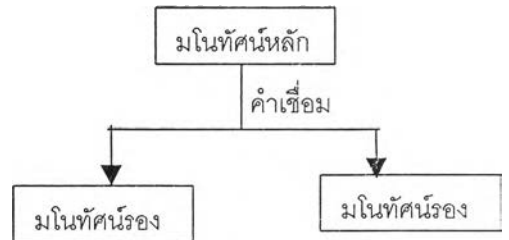
2.2.3.4 ตัวอย่างของมโนทัศน์ให้คะแนนตัวอย่างละ 1 คะแนน

2.2.3.5 เกณฑ์ในการให้คะแนนอาจสร้างขึ้นใหม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่ง  
ที่นำมาสร้างแผนผังมโนทัศน์ และสำหรับการคิดคะแนน สามารถคิดคะแนนเทียบเป็นร้อยละได้  
โดยใช้คะแนนเกณฑ์เป็นคะแนนเต็ม แล้วเทียบเป็นคะแนนร้อยละ ซึ่งนักเรียนบางคนอาจได้  
คะแนนมากกว่าเกณฑ์ได้

2.2.4 นำแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นในข้อ 2.2.3 และ  
เกณฑ์การให้คะแนนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาแล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน  
(ตรวจสอบรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก หน้า 96) ตรวจสอบความเหมาะสมของมโนทัศน์  
ที่นำมาใช้สร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความถูกต้องและเหมาะสมของการเชื่อมความ  
สัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้แนะนำ  
ให้ปรับปรุงแผนผังมโนทัศน์คือให้ลดค่าเชื่อมลงถ้าค่าเชื่อมนั้นเป็นค่าเดียวกัน และให้ปรับปรุงเส้น  
เชื่อมโยง ดังนี้คือ



ควรเปลี่ยนเป็น



2.2.5 ปรับปรุงแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิให้มีความเหมาะสมและถูกต้องยิ่งขึ้นเพื่อนำแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเกณฑ์ ซึ่งได้แผนผังมโนทัศน์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ข้อละ 2 แบบ และคะแนนเต็มในแต่ละข้อได้มาจากการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนของแผนผังมโนทัศน์ที่ใช้เป็นเกณฑ์แต่ละแบบ รวมคะแนนเต็มของแบบทดสอบทั้งฉบับคือ 250.5 คะแนน และนำมาใช้ไปในแบบสอบความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.2.6 ในการตรวจสอบความตรงและความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์นั้น ดำเนินการดังนี้

2.2.6.1 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 คนที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากรในโรงเรียนโพธิทองพัฒนาวิทยา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยก่อนทำการทดลองใช้ผู้วิจัยทำการสอนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์พร้อมทั้งยกตัวอย่างในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ประมาณ 3 ชั่วโมงจากนั้นให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวย แล้วนำแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนทำเสร็จแล้ว จำนวน 5 ชุดมาตรวจตามเกณฑ์การประเมินแผนผังมโนทัศน์โดยผู้วิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิหนึ่งในสามท่านจากข้อ 2.2.4 เป็นผู้ตรวจให้คะแนน

2.2.6.2 นำคะแนนจากการตรวจมาหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการตรวจของผู้ทรงคุณวุฒิกับผู้วิจัยเพื่อหาความตรงในการตรวจให้คะแนนโดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดักโมเมนต์ (Pearson product moment correlation coefficient) ซึ่งตั้งเกณฑ์ว่าต้องได้ค่าความสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดักโมเมนต์ระหว่างคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวยของผู้วิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิมีค่าเท่ากับ 0.90 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (ดูการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดักโมเมนต์ในภาคผนวก ง หน้า 116)

2.2.6.3 ในการตรวจสอบความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนของผู้วิจัยทำโดยเว้นระยะเวลาไว้ 2 สัปดาห์แล้วกลับมาตรวจแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ชุด แล้วนำผลการตรวจทั้งสองครั้งของผู้วิจัยมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดักโมเมนต์ (Pearson product moment correlation coefficient) ซึ่งตั้งเกณฑ์ว่าต้องได้ค่าความสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดักโมเมนต์ระหว่างคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแผนผัง



มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวยของผู้วิจัยทั้งสองครั้งมีค่าเท่ากับ 0.98 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (ดูการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดคโมเมนต์ในภาคผนวก ง หน้า 117)

### การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากได้ตัวอย่างประชากรแล้ว ดำเนินการทดลองดังนี้

1. ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากบัณฑิตวิทยาลัย คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนตระกูลประเทืองวิทยาคม อำเภอมหาชนะชัย จังหวัดยโสธร เมื่อได้รับอนุญาตจากทางโรงเรียนตระกูลประเทืองวิทยาคมแล้ว ผู้วิจัยจึงดำเนินการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้
2. ผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เดียวกัน โดยใช้เวลาสอนสัปดาห์ละ 5 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 5 สัปดาห์ รวม 25 คาบ
3. กลุ่มทดลองจะได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีขั้นตอนดังนี้
  - 3.1 ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนมโนทัศน์ต่างๆที่เป็นพื้นฐานความรู้ในการเรียนคาบนั้นๆ
  - 3.2 ในขั้นสอนมีลำดับขั้นดังนี้
    - 3.2.1 ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ โดยใช้วิธีการสอนแบบต่างๆ เช่น การสอนแบบค้นพบ การสอนแบบแก้ปัญหา การสอนแบบวิเคราะห์-สังเคราะห์ การสอนแบบอุปนัย-นิรนัย
    - 3.2.2 ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายและยกตัวอย่างของมโนทัศน์และให้นักเรียนยกตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
    - 3.2.3 ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญจากบทเรียนคณิตศาสตร์ที่กำลังเรียนอยู่
    - 3.2.4 ครูอธิบายและยกตัวอย่างการจัดเรียงลำดับมโนทัศน์ จากนั้นให้นักเรียนจัดเรียงลำดับมโนทัศน์ที่เลือกมาจากบทเรียนคณิตศาสตร์จากมโนทัศน์หลักไปสู่มโนทัศน์รอง และมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง
    - 3.2.5 ให้นักเรียนจัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกัน

3.2.6 ครูอธิบายลักษณะและยกตัวอย่างคำเชื่อมโดยอาจจะเป็นคำหรือวลี เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน จากนั้นให้นักเรียนฝึกหาคำเชื่อมมาเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงที่มีความหมาย

3.2.7 ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่างๆเข้าด้วยกัน และให้นักเรียนทำการจัดแผนผังมโนทัศน์ทุกคาบโดยในคาบที่ 1 และ 2 เป็นการฝึกเลือกมโนทัศน์จากบทเรียนและเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ในการฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์นี้ ครูจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนฝึกจัดแผนผังมโนทัศน์จากง่ายไปหายาก 4 แบบ คือแผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ (Fill-in task) จำนวน 5 คาบ จากนั้น จึงให้นักเรียนได้ฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบเพิ่มมโนทัศน์ (Add-on task) จำนวน 4 คาบ ต่อมาให้นักเรียนมีการฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบปลายปิด (Close-ended list task) จำนวน 5 คาบ และแผนผังมโนทัศน์แบบปลายเปิด (Open-ended list task) จำนวน 5 คาบ โดยในการฝึกจัดแผนผังมโนทัศน์แต่ละแบบมีรายละเอียดดังนี้

3.2.7.1 แบบเติมมโนทัศน์ (Fill-in task) เป็นการฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์ในแบบที่ง่ายที่สุด โดยเป็นการจัดแผนผังมโนทัศน์ที่มีการกำหนดมโนทัศน์มาให้ และมีการจัดแผนผังมโนทัศน์ที่ยังไม่สมบูรณ์ ให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่กำหนดให้มาเติมในแผนผังมโนทัศน์ให้สมบูรณ์ โดยในคาบที่ 1 และ 2 ของการฝึกนี้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นสอน ให้นักเรียนฝึกทำเป็นรายคู่ เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ส่วนในคาบที่ 3-5 จึงให้นักเรียนฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นรายบุคคล

3.2.7.2 แบบเพิ่มมโนทัศน์ (Add-on task) เป็นการจัดแผนผังมโนทัศน์โดยมีแผนผังมโนทัศน์มาให้ และกำหนดมโนทัศน์ที่สามารถเพิ่มลงในแผนผังมโนทัศน์ได้ ให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่กำหนดให้ นี้ เพิ่มลงไปบนแผนผังมโนทัศน์ให้สมบูรณ์ พร้อมทั้งเขียนความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ที่เพิ่มเข้าไปในแผนผังมโนทัศน์ให้สมบูรณ์ โดยในคาบที่ 1 และ 2 ของการฝึกนี้ ให้นักเรียนฝึกทำเป็นรายคู่ และในคาบที่ 3-4 จึงให้นักเรียนฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นรายบุคคล

3.2.7.3 แบบปลายปิด (Close-ended list task) เป็นการจัดแผนผังมโนทัศน์โดยกำหนดมโนทัศน์ให้ ให้นักเรียนจัดแผนผังมโนทัศน์โดยใช้มโนทัศน์ทั้งหมดที่ให้มาและเขียนความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ซึ่งทำให้การจัดแผนผังมโนทัศน์สมบูรณ์ ซึ่งการฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบปลายปิดนี้ นักเรียนต้องสร้างแผนผังมโนทัศน์เองจากมโนทัศน์ที่ครูกำหนดให้ โดยในคาบที่ 1 และ 3 ของการฝึกนี้ ให้นักเรียนฝึกทำเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยมีการแจกบัตรคำมโนทัศน์ขนาดประมาณ 3" x 5" ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วให้นักเรียนจัด

แผนผังมโนทัศน์ จากนั้นจึงเขียนเป็นแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มในใบงาน ส่วนในคาบที่ 4-5 ของการฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบปลายเปิดนี้ ให้นักเรียนฝึกทำเป็นรายคู่

3.2.7.4 แบบปลายเปิด (Open-ended list task) เป็นการจัดแผนผังมโนทัศน์โดยกำหนดมโนทัศน์ให้ ให้นักเรียนจัดแผนผังมโนทัศน์ โดยใช้มโนทัศน์ที่กำหนดให้ และสามารถเพิ่มมโนทัศน์และเขียนความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ซึ่งทำให้แผนผังมโนทัศน์นั้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยในคาบที่ 1 และ 2 ของการฝึกนี้ ให้นักเรียนฝึกทำเป็นรายคู่ ส่วนในคาบที่ 3-5 ของการฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบปลายเปิดนี้ ให้นักเรียนฝึกทำเป็นรายบุคคล

3.3 ในขั้นสรุป โดยการสุ่มแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นหรือจากการทำใบงานมาประเมินความถูกต้องและสรุปเรื่องที่เรียนและในบางคาบใช้แผนผังมโนทัศน์ที่ครูสร้างขึ้นประกอบด้วย

3.4 ในการประเมินผล ใช้การประเมินจากแผนผังมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น สังเกตคำถามและตอบของนักเรียน และสังเกตจากการทำแบบฝึกหัดและใบงานต่างๆ

การดำเนินการสอนโดยใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยการให้ผู้เรียนฝึกการจัดแผนผังมโนทัศน์แบบต่างๆ ของกลุ่มทดลองในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ค012) เรื่องสถิติ 1 สามารถแสดงเกี่ยวกับการแบ่งกำหนดคาบการสอนที่มีการฝึกการสร้างแผนผังมโนทัศน์ตามเนื้อหาเรื่องสถิติ 1 ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 กำหนดคาบการสอนของงานที่ให้นักเรียนฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์ตามเนื้อหา  
เรื่องสถิติ 1 ในวิชาคณิตศาสตร์ (ค 012)

เรื่อง	จำนวนคาบ	งานที่ให้ทำ ( tasks )
<b>สถิติ 1</b>	<b>25</b>	
<b>1. สถิติกับการตัดสินใจและวางแผน</b>	<b>2</b>	แนะนำ แผนผังมโนทัศน์
<b>2. การเก็บรวบรวมข้อมูล</b>	<b>3</b>	
- ความหมายของข้อมูล ประเภทของข้อมูล ลักษณะของข้อมูล	1	แบบเติมมโนทัศน์
- วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล	1	แบบเติมมโนทัศน์
- การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่าง ปัญหาในการใช้ข้อมูล	1	แบบเติมมโนทัศน์
<b>3. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น (1)</b>	<b>11</b>	
- การแจกแจงความถี่ของข้อมูล การแจกแจงความถี่สะสม	1	แบบเติมมโนทัศน์
- การแจกแจงความถี่สัมพัทธ์ การแจกแจงความถี่สะสมสัมพัทธ์	1	แบบเติมมโนทัศน์
- การแสดงการแจกแจงความถี่โดยใช้กราฟ	1	แบบเพิ่มมโนทัศน์
- การวัดค่ากลางของข้อมูล (ค่าเฉลี่ยเลขคณิต)	3	แบบเพิ่มมโนทัศน์
- มัชฌิมฐาน ฐานนิยม	3	แบบปลายเปิด
- ข้อสังเกตและหลักเกณฑ์ที่สำคัญในการใช้ค่ากลางชนิดต่างๆ	2	แบบปลายเปิด
<b>4. การนำเสนอข้อมูล</b>	<b>5</b>	
- การนำเสนออย่างไม่เป็นแบบแผน การนำเสนออย่างเป็น แบบแผน(การนำเสนอข้อมูลในรูปตาราง)	2	แบบปลายเปิด
- การนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิและแผนภาพต่างๆ	2	แบบปลายเปิด
- การนำเสนอข้อมูลโดยใช้กราฟเส้น กราฟจุด	1	แบบปลายเปิด
<b>ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์</b>	<b>2</b>	
<b>เรื่องสถิติ 1</b>		
<b>ทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวย (วงกลม พาราโบลา วงรี)</b>	<b>2</b>	

4. กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติและในช่วงเวลาที่ดำเนินการทดลองจะไม่  
ใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบการเรียนการสอน แต่มีการสรุปมโนทัศน์ของบทเรียนคณิตศาสตร์โดย  
ครูใช้การถามตอบ และให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์จากบทเรียน

5. เมื่อดำเนินการทดลองสอนครบตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(ค012) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

6. ดำเนินการวัดความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (ค012) กับนักเรียนห้อง ม. 4/1 ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนโดยการใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และดำเนินการตรวจให้คะแนนโดยผู้วิจัย

7. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูล

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์มาคำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ ( $\bar{X}$  ร้อยละ) มัชฐาน (Median) มัชฐานคิดเป็นร้อยละ ฐานนิยม (Mode) ฐานนิยมคิดเป็นร้อยละ ความเบ้ (Skewness) ความโด่ง (Kurtosis) และเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์กับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ ด้วยการคำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองโดยใช้ค่าที (t-test)

3. นำคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์มาคำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ ( $\bar{X}$  ร้อยละ) มัชฐาน (Median) มัชฐานคิดเป็นร้อยละ ฐานนิยม (Mode) ฐานนิยมคิดเป็นร้อยละ ความเบ้ (Skewness) ความโด่ง (Kurtosis) และเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนแผนผังมโนทัศน์เกณฑ์

4. หาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยการใช้เทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดักโมเมนต์ (Pearson product moment correlation coefficient)

## สถิติที่ใช้ในการวิจัย

### 1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) มัชฌิมฐาน (Median) มัชฌิมฐานคิดเป็นร้อยละ ฐานนิยม (Mode) ฐานนิยมคิดเป็นร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ความเบ้ (Skewness) ความโด่ง (Kurtosis) การวิเคราะห์ค่าที (t-test) และการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดคโมเมนต์ (r) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows version 10.0

### 2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.1 หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 (Kuder Richardson-20 : KR-20)

$$\text{สูตร KR-20, } r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อให้

$r_{tt}$  แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

$k$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$p$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก

$q$  แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด

$s_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

(พร้อมพรรณน อุดมสิน, 2538 :126)

2.2 หาค่าความยาก (Level of Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Power of Discrimination) โดยใช้สูตร

$$P = \frac{H + L}{N}$$

เมื่อให้

$P$  คือ ค่าความยาก

$H$  คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูง (กลุ่มเก่ง)

$L$  คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มต่ำ (กลุ่มอ่อน)

$N$  คือ จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

(ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ, 2541 : 7/3)

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

เมื่อให้  $r$  แทน ค่าอำนาจจำแนก

$R_h$  แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มสูง

$R_l$  แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มต่ำ

$n_h$  แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 :144)

3. สถิติที่ใช้ในการหาความตรง (Validity) และความเที่ยง (Reliability) ของการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างแผนผังมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์เพียร์สันโปรดคโมเมนต์ ( $r$ ) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows version 10.0