

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยแบบ the one group pretest posttest design ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยคือการศึกษาพัฒนาการของกลุ่มเพียงหนึ่งกลุ่ม ซึ่งมีวัดผลก่อนการเรียนรู้หลัง(O_1) หลังจากจัดกระทำตามโปรแกรม(X) แล้วทำการวัดผลหลังการทดลอง (O_2) (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2544, หน้า 161)

รูปแบบการวิจัย

กลุ่มทดลองกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง

O_1	X	O_2
-------	---	-------

O_1 หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง

O_2 หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง

X หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิธีการดำเนินวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เรื่องเครื่องกลึงของนักศึกษาวิทยาลัยการอาชีพพิเศษชัยชาญที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 วิทยาลัยการอาชีพพิเศษชัยชาญ แผนกช่างยนต์ จำนวน 90 คน

2.กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพพิเศษชัยชาญโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักศึกษา 30 คน โดยเลือกจากนักศึกษาที่มีผลการเรียนอ่อน ปานกลาง เก่ง มาดำเนินการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือ ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องกลึง
- 2.แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเครื่องกลึง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพพิเศษชัยชาญ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก
3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนโดยการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5) มากที่สุด 4) มาก 3) ปานกลาง 2) น้อย 1) น้อยที่สุด

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

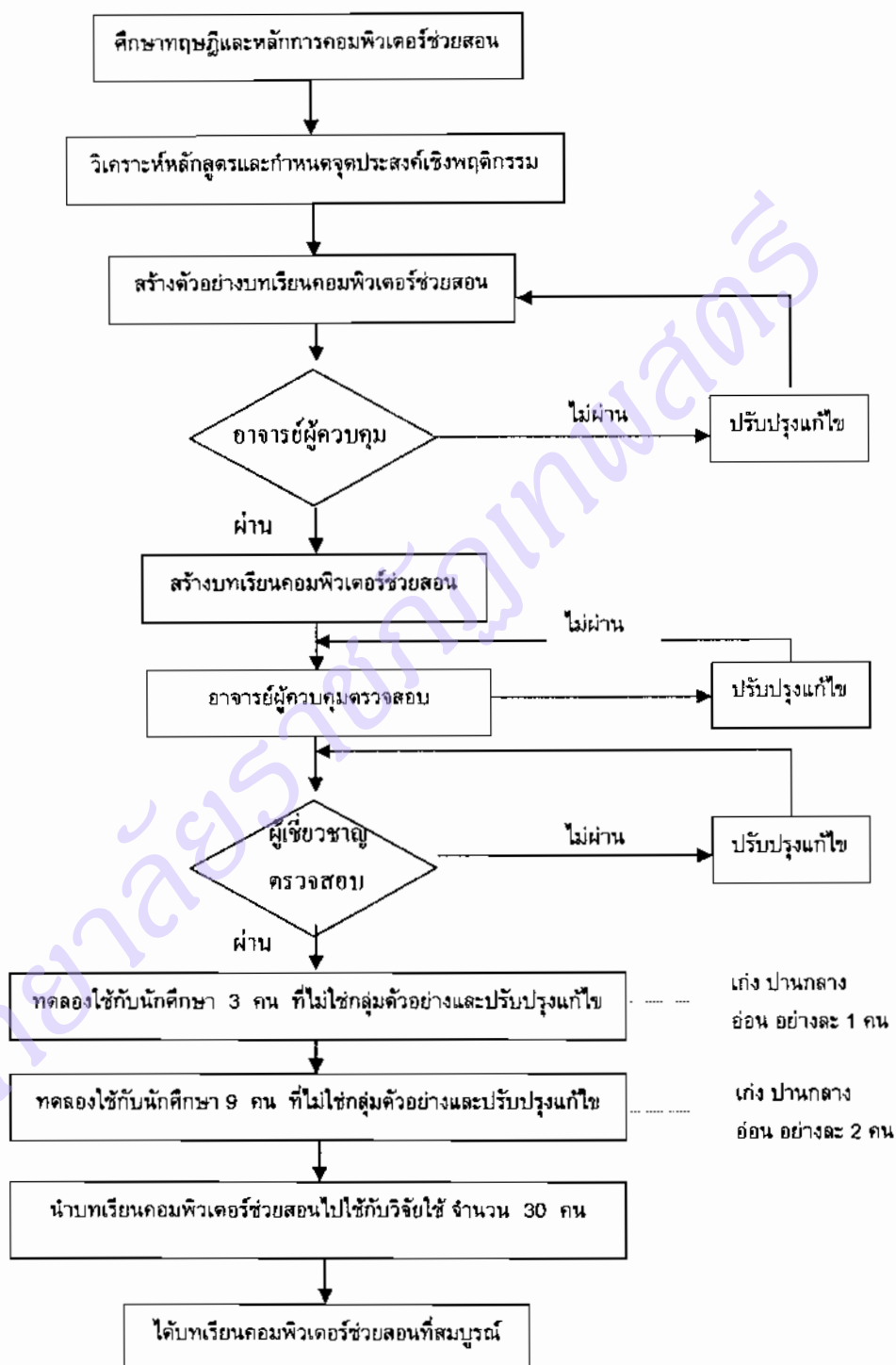
การสร้าง และหาคุณภาพเครื่องมือมีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ขั้นตอนที่ 1.สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องกลึง

ขั้นตอนที่ 2.สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนที่ 3.สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนโดยการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนที่ 1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องกลึงผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนในการสร้างดังแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพ 4 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เครื่องกลึง

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเครื่องกลึง สามารถสรุปขั้นตอนในการสร้างได้ ดังนี้

1 ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ปรับปรุง พ.ศ. 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ และเนื้อหาวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องเครื่องกลึง 4 หน่วยการเรียนรู้ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 พร้อมศึกษาทฤษฎี และหลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากนั้นได้วิเคราะห์หลักสูตร และ กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเมื่อได้กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจากเนื้อหาเครื่อง กลึงเรียบร้อยแล้วต่อมาได้ออกแบบลำดับขั้นตอนการนำเสนอบทเรียน

โดยจัดเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 4 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1. ชนิดและส่วนต่างๆของเครื่องกลึง จำนวน 4 ชั่วโมง

หน่วยที่ 2. อุปกรณ์ประกอบของเครื่องกลึง จำนวน 4 ชั่วโมง

หน่วยที่ 3. ขั้นตอนในการทำงานและวิธีการกลึงงานชนิดต่างๆ จำนวน 4 ชั่วโมง

หน่วยที่ 4. การบำรุงรักษาเครื่องกลึงและความปลอดภัยในการใช้เครื่องกลึง จำนวน 4 ชั่วโมง

2 ออกแบบหน้าจอในส่วนของการนำเสนอ เพื่อสร้างตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3 หลังจากได้สร้างตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จแล้วจึงได้นำไปให้อาจารย์ผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ตรวจสอบ เมื่อผ่านการตรวจสอบ และแก้ไขส่วนที่บกพร่องเรียบร้อยแล้ว จัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4 ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบ ไปให้ผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง เมื่อผ่านการตรวจสอบ และแก้ไขส่วนที่บกพร่องแล้วนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน คือด้านสื่อ ด้านเนื้อหา และด้านวัด และประเมินผล

5 เมื่อผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และได้แก้ไขในส่วนที่บกพร่องเรียบร้อยแล้วจากนั้นผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปทดลองใช้ในการทดลองภาคสนามเบื้องต้นโดยนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80/84.16

6 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลับมาปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดอีกครั้ง แล้วนำไปทดลองใช้ในการทดลองกลุ่มย่อยกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 81.1/ 86.33

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบไปดำเนินการหาประสิทธิภาพกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 ได้ค่าประสิทธิภาพ 80.25 / 86.33

8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เครื่องกลึง ที่มีประสิทธิภาพแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นนักศึกษาวิทยาลัยการอาชีพพิเศษชัยชาญ ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างยนต์ ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเครื่องกลึง

การสร้างแบบทดสอบ เรื่อง เครื่องกลึง ของนักศึกษาระดับชั้นปีที่ 1 แผนกช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพพิเศษชัยชาญ แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยออกให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และหลักสูตรซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป

2. วิเคราะห์เนื้อหาที่สร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีเนื้อหา ดังนี้
ชนิดของเครื่องกลึง หน้าที่และส่วนประกอบของเครื่องกลึง อุปกรณ์ประกอบของเครื่องกลึง
หลักการทำงานของเครื่องกลึง การบำรุงรักษาเครื่องกลึง ข้อควรระวังในการใช้เครื่องกลึง

3. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาบทเรียนแล้วนำไปสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดคะแนนที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งข้อในข้อเดียวกันหรือไม่ตอบให้เป็น 0 คะแนน ในการสร้างแบบทดสอบให้ตั้งคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และครอบคลุมเนื้อหาในบทเรียน

4. หาความตรงตามเนื้อหา (content validity) โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยถ้าข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจจะได้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามโดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ (ชาติรี เกิดธรรม, 2544, หน้า 102) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 คัดเลือกไว้ คำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า .5 ควรพิจารณาปรับปรุงได้ค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.6-1.0

5. นำแบบทดสอบมาแก้ไขและปรับปรุง

6. นำแบบทดสอบไปใช้กับนักศึกษาที่ไปใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่เคยเรียนเรื่องเครื่องกลึงมาแล้ว จำนวน 30 คน เพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เกณฑ์ความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (พิชิตฤทธิ์จรรยา, 2545, หน้า 141) ได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.5-0.70 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.50 นำข้อสอบที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR20 (วิไล ทองแผ่, 2545, หน้า 160) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

7. คัดเลือกข้อสอบที่มีประสิทธิภาพและได้รับการแก้ไขปรับปรุงแล้ว จำนวน 40 นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เครื่องกลึง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างดังนี้

1. ศึกษาตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดความพึงพอใจ

2. สร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับการความพึงพอใจในการใช้บทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เครื่องกลึง เป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5) มากที่สุด 4) มาก 3) ปานกลาง 2) น้อย 1) น้อยที่สุด

3.เสนอแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ ต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้วิธีประเมินความสอดคล้อง IOC (Index of item – Objective Congruence) จากนั้นนำคะแนนการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแทนค่าในสูตรเพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องซึ่งได้ค่า อยู่ระหว่าง 0.5-1.0

4. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแล้วใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุง

5. นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 30 คน จากนั้นนำแบบสอบถามมาตรวจให้คะแนนความคิดเห็นที่มีข้อความในแต่ละข้อ

คะแนนของข้อคำถาม กำหนดคะแนนดังนี้

5	หมายถึง	มากที่สุด
4	หมายถึง	มาก
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	น้อย
1	หมายถึง	น้อยที่สุด

ในการวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ย ของข้อคำถามแต่ละข้อได้ใช้เกณฑ์กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยไว้เพื่อสะดวกในการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึง ความพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

6. นำผลการตรวจให้คะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

7. นำแบบสอบถามความพึงพอใจจำนวน 24 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตรครอนบัค (cronbach) (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2544, หน้า 278-279) ได้ค่าคะแนนความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องกลึง ที่สร้างขึ้นติดตั้งลงในคอมพิวเตอร์
2. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยมีขั้นตอนดังนี้
 - 2.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.2 นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน (pletest)
 - 2.3 นักศึกษาศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องกลึง โดยเลือกที่จะ

หน่วยและทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนให้ครบทุกหน่วย

- 2.4 ทำแบบทดสอบหลังเรียน (posttest)
- 2.5. นำผลการวิเคราะห์ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

3. ให้นักศึกษาทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องกลึง

4. นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเครื่องกลึงทำการวิเคราะห์

โดยใช้ t-test dependent

2. ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องกลึง ใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) (วิไล ทองแผ่, 2542 หน้า 181)

สูตร

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum x$	แทน ผลรวมคะแนนของทุกคน
	N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. การคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (วิไล ทองแผ่, 2542, หน้า 184)

สูตร

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

เมื่อ	S.D	แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	x	แทน คะแนนแต่ละคนของกลุ่มตัวอย่าง
	x^2	แทน คะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$\sum x$	แทน ผลรวมคะแนนแต่ละคนของกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum x^2$	แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$(\sum x)^2$	แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3. สถิติที่ใช้ในการหาความตรงตามเนื้อหา (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2544 ,หน้า 273)

สูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
(Index or Item – Objective Congruence)

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4. สถิติที่ใช้ในการหาค่าความยากง่าย (difficulty level) ค่าอำนาจจำแนก (discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเครื่องกลึง (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2545, หน้า 141) โดยคำนวณหาค่าจากสูตรดังนี้

1.1 หาค่าความยากง่าย (difficulty level)

$$\text{สูตร} \quad P = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

1.2 หาค่าอำนาจจำแนก (discrimination)

$$\text{สูตร} \quad r = \frac{P_H - P_L}{N}$$

เมื่อ P คือ ค่าดัชนีความยากง่าย

r คือ ค่าอำนาจจำแนก

P_H คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

5. การหาความเชื่อมั่น (reliability) โดยการวัดความคงที่ภายใน (internal consistency) ของแบบทดสอบใช้สูตร คูเดอร์- ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson Formula 20) (วิไล ทองแผ่, 2545, หน้า 160)

$$\text{สูตร} \quad r_{xx} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_p^2} \right\}$$

เมื่อ r_{xx} คือ ความเชื่อมั่น

n คือ จำนวนข้อสอบ

p คือ สัดส่วนที่คนตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อ

q คือ สัดส่วนที่คนตอบข้อสอบผิดในแต่ละข้อ ($1-p$)

S_p^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

6.. สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) โดยใช้สูตรครอนบัค (cronbach) (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2544, หน้า 278-279)

$$\text{สูตร} \quad \alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ ∞ คือ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 n คือ จำนวนข้อคำถาม
 S_i^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
 S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

7. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 หน้า 74)

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ

E_2 คือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนคิดเป็นร้อยละ

$\sum X$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบระหว่างเรียน
 $\sum F$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน
 A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
 B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
 N คือ จำนวนผู้เรียน

8. สถิติที่ใช้ในการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนการเรียนและหลังการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร t-test dependent (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 , หน้า 165)

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

เมื่อ $\sum D$ คือ ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังการเรียนกับคะแนนก่อนการเรียนด้วยบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$\sum D^2$ คือ ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนน
การทดสอบหลังการเรียนกับคะแนนก่อนการเรียนด้วย
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

N คือ จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี