

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องเวอร์เนียบคาลิปเปอร์ เป็น การศึกษาวิจัยเชิงพัฒนา ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนบทเรียนการใช้เครื่องมือวัดประเภท เวอร์เนียบคาลิปเปอร์ โดยใช้เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มาช่วยในการนำเสนอบทเรียน ให้แก่ผู้เรียน ในรูปแบบที่ผู้เรียนศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้มีการ ออกแบบขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนดังนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์

- 1.1 วิเคราะห์ปัญหาในการเรียนการสอน
- 1.2 วิเคราะห์ลักษณะของบทเรียน
- 1.3 วิเคราะห์ลักษณะการนำเสนอบทเรียน
- 1.4 วิเคราะห์เนื้อหาบทเรียน

2. ขั้นการออกแบบ

- 2.1 กำหนดลักษณะของบทเรียน
- 2.2 กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียน
- 2.3 กำหนดเนื้อหาบทเรียน
- 2.4 กำหนดลักษณะแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ
- 2.5 กำหนดลักษณะชิ้นงานสำหรับการฝึกทักษะด้านการวัด
- 2.6 กำหนดเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียน

3. ขั้นการพัฒนา

- 3.1 การสร้างบทเรียน
- 3.2 การสร้างแบบทดสอบ
- 3.3 การสร้างชิ้นงานสำหรับฝึกทักษะด้านการวัด
- 3.4 การทดลองใช้เพื่อปรับปรุงบทเรียน
- 3.5 การสร้างคู่มือการใช้งานบทเรียน

4. ขั้นการนำไปใช้

5. ขั้นการประเมิน

- 5.1 กลุ่มตัวอย่าง
- 5.2 แบบทดสอบหลังจบบทเรียน

5.3 แบบประเมินความพึงพอใจ

5.4 สถิติที่ใช้ในการประเมิน

ขั้นการวิเคราะห์

ในขั้นวิเคราะห์ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาบทเรียนโดยดำเนินการวิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาในการเรียนการสอน

จากการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขางานเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง พบว่าในสาขางานเขียนแบบ เครื่องกลและสาขางานซ่อมบำรุง ไม่ได้กำหนดวิชาการวัดละเอียด ไว้ในหมวดวิชาสาขา ซึ่งทำให้ส่งผลกระทบต่อนักเรียนสาขางานช่างเขียนแบบเครื่องกล ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์และเครื่องมือวัดชนิดอื่น ๆ ในการวัดขนาดชิ้นงานเพื่อนำมาทำการเขียนแบบ สำหรับงานผลิตทางด้านอุตสาหกรรม จากปัญหาดังกล่าว ทำให้นักเรียนสาขางานเขียนแบบเครื่องกล ขาดทักษะการใช้เครื่องมือวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์ในการวัดขนาดชิ้นงาน ทำให้ไม่สามารถอ่านค่าได้เที่ยงตรง ซึ่งครูผู้สอนในสาขางานเขียนแบบเครื่องกล จะต้องทำการสอนเสริมให้กับนักเรียน ทำให้เสียเวลาในการเรียนการสอน และในการสอนยังขาดซึ่งสื่อที่ช่วยในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนยากต่อการทำความเข้าใจ และจากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตการเรียนการสอนวิชาการวัดละเอียดในสาขางานเครื่องมือกล ซึ่งเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือวัด และสอบถามจากครูผู้สอน รวมถึงนักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้การใช้งานเครื่องมือวัดประเภทเวอร์เนียคาลิเปอร์ ในปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน ซึ่งสามารถได้วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนวิชาการวัดละเอียดได้แก่

1.1 การสอนเสริมให้กับผู้เรียนทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ไม่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด ทำให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจอย่างถ่องแท้

1.2 พื้นฐานความรู้ ของนักเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมาก ทำให้เกิดความล่าช้าในการเรียนการสอน และเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน

1.3 สื่อที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน มีความล้าสมัย ขาดความชัดเจน

1.4 ครูผู้สอนสอนเร็ว และพูดไม่ชัดเจน

1.5 นักเรียนขาดความสนใจการเรียน ขาดทักษะในการอ่านค่าจากสเกลวัดและไม่กล้าถามครูผู้สอน

จากการสอบถามข้อมูลจากผู้วิจัยได้ทำการสนทนา ซักถาม นักเรียนที่ให้ข้อมูล พบว่า

มีความเห็นแบ่งออกเป็นสองส่วน คือส่วนที่มีปัญหาและไม่มีปัญหาในการเรียนการสอน นักเรียนที่ไม่มีปัญหาในการเรียนจะเป็นนักเรียนที่นั่งด้านหน้าห้อง ใกล้ชิดกับครูผู้สอน สามารถฟังคำอธิบายและเห็นสื่อการสอนได้ชัดเจน ไม่กล้าที่จะคุยเล่นหรือหยอกล้อกันในเวลาเรียน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในการเรียน ส่วนนักเรียนที่เกิดปัญหาในการเรียนจะเป็นกลุ่มนักเรียนที่นั่งเรียนในระยะที่ห่างจากครูผู้สอนในระดับหนึ่ง ทำให้ไม่สามารถเห็นสื่อได้ชัดเจน และไม่กล้าที่จะสอบถามครูผู้สอนเมื่อไม่เข้าใจ ประกอบกับมีการพูดคุย หยอกล้อเล่นกันในเวลาเรียนทำให้เรียนไม่ทันและไม่รู้เรื่อง

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถที่จะสรุปได้ว่า ระยะการนั่งเรียนของนักเรียน ความพร้อมของสื่อการสอน รวมถึงอุปกรณ์ประกอบการสอน มีส่วนที่ทำให้นักเรียนเกิดปัญหาในการเรียน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนขาดความรู้ความเข้าใจในทักษะใช้เครื่องมือวัดที่ถูกต้อง และวิชาการวัดละเอียด เป็นวิชาที่ให้ความรู้ในการใช้เครื่องมือวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์และเครื่องมือวัดประเภทต่าง ๆ จัดเป็นวิชาที่มีจำเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัด ซึ่งในหลักสูตรควรจัดให้มีการสอนทุกสาขางานที่มีความเกี่ยวข้องต่อการใช้งาน ซึ่งหากนักเรียนไม่ได้มีการเรียนรู้การใช้เครื่องมือวัดที่ถูกต้องอาจเป็นผลกระทบต่อเนื่องในกรเป็นช่างอุตสาหกรรมที่ดี ที่มีฝีมือ ดังนั้นในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเป็นแนวทางที่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอน และเป็นการสร้างเจตคติที่ดีแก่ผู้เรียน ในการเรียนรู้การใช้งานเครื่องมือวัด เพื่อที่ช่างที่ดีและมีฝีมือต่อไป

2. วิเคราะห์ลักษณะของบทเรียน

จากปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยได้มีการวิเคราะห์ถึงลักษณะของบทเรียนที่จะพัฒนา เพื่อที่จะสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนดังนี้คือ

2.1 สร้างความสนใจในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ในการนำเสนอเนื้อหา หลักการ และสร้างความชัดเจนในอ่านสเกลวัด

2.2 สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนในการเรียนรู้ มีการแสดงการช่วยเหลือและมีการให้เคล็ดคลับในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

2.3 ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหรือทบทวนความรู้ในหัวข้อต่าง ๆ ได้ตามที่ผู้เรียนต้องการ

2.4 มีการแสดงลักษณะขั้นตอนการวัด และฝึกทักษะด้านการวัดให้กับผู้เรียน

3. วิเคราะห์ลักษณะการนำเสนอบทเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะต่าง ๆ จากเอกสาร ตำรา เพื่อให้สอดคล้องต่อความต้องการที่จะนำเสนอให้ผู้เรียนเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องมือวัด

เวอร์เนียบคาลิปเปอร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ในหลักการทำงาน ส่วนประกอบ ชนิด การใช้งานและการอ่านค่า รวมถึงการจัดเก็บและบำรุงรักษาเวอร์เนียบคาลิปเปอร์ได้ถูกต้อง ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ในส่วนของคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมในการนำเสนอ นั้น จะเป็นลักษณะของบทเรียน โปรแกรมแบบนำเสนอเนื้อหารายละเอียด มีลักษณะของการนำเสนอความรู้ในเนื้อหาใหม่หรือทบทวนความรู้เนื้อหาเดิม มีการแบ่งเนื้อหาความรู้เป็นส่วนย่อย ๆ ประกอบไปด้วยบทนำ คำอธิบาย ซึ่งประกอบด้วยตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ มีการสอนในรูปแบบของข้อความ ภาพ และเสียงหรือทุกแบบรวมกัน และมีการนำเสนอลักษณะของบทเรียนแบบฝึกทักษะเพื่อให้ผู้เรียนได้มีการฝึกทักษะจากการวัดชิ้นงานจริงในบทเรียน และทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน มีการประเมินผลคำตอบของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงผลการเรียนของตนเอง สามารถประเมินการเรียนรู้ของตนเองในการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์

4. วิเคราะห์เนื้อหาบทเรียน

ผู้วิจัยได้ใช้จุดประสงค์รายวิชาการวัดละเอียด หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทช่างอุตสาหกรรม สาขางานเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเวอร์เนียบคาลิปเปอร์ ซึ่งสามารถวิเคราะห์เนื้อหาบทเรียนได้ดังนี้คือ

- 4.1 ลักษณะของโครงสร้างเวอร์เนียบคาลิปเปอร์ เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงลักษณะส่วนประกอบของเวอร์เนียบคาลิปเปอร์ รวมถึงข้อกำหนดต่าง ๆ ของเวอร์เนียบคาลิปเปอร์
- 4.2 ชนิดของเวอร์เนียบคาลิปเปอร์ เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงชนิดของเวอร์เนียบคาลิปเปอร์ และลักษณะเด่นของเวอร์เนียบคาลิปเปอร์แต่ละชนิด
- 4.3 การใช้งานเวอร์เนียบคาลิปเปอร์ เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงลักษณะการใช้วัดขนาดชิ้นงานในลักษณะต่างๆ
- 4.4 การอ่านค่าสเกลวัด เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอ่านค่าจากสเกลวัดในความละเอียดที่กำหนดได้
- 4.5 การบำรุงรักษาเวอร์เนียบคาลิปเปอร์ เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงการบำรุงรักษาและการจัดเก็บเวอร์เนียบคาลิปเปอร์อย่างถูกต้อง

ขั้นตอนการออกแบบ

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเวอร์เนียบคาลิปเปอร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังนี้

1. กำหนดลักษณะของบทเรียน

ในการกำหนดลักษณะของบทเรียนที่จะพัฒนานั้น ผู้วิจัยได้กำหนดลักษณะของบทเรียน ดังนี้คือ

1.1 มีการชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนเสนอเนื้อหา

1.2 ในการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีการนำเอาภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ข้อความ และเสียง เข้ามาช่วยในการอธิบายแนะนำในการเรียน และมีเมนูต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียน สามารถเลือกเนื้อหาได้ตามลำดับขั้นตอน

1.3 ในส่วนของเนื้อหา ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนบทเรียน ได้ตามที่คุณเรียนต้องการ และสามารถออกจากบทเรียนได้ตามความเหมาะสม โดยที่ผู้เรียนสามารถเลือกย้อนกลับขึ้นมาเพื่อ ทบทวนบทเรียนได้

1.4 ในส่วนของทักษะ เป็นลักษณะกิจกรรมฝึกทักษะในด้านการวัดและการอ่านค่า จากการวัดขนาดชิ้นงานจริงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการดูขั้นตอนการฝึกทักษะจากการนำเสนอหน้าจอ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.5 หลังการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน จะมีการแสดงผลให้ผู้เรียนทราบ

1.6 ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้ โดยใช้เมาส์และแป้นพิมพ์

2. กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียน

ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้เป็นสื่อ การสอนการใช้งานเครื่องมือวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์ สำหรับผู้เรียนและผู้สนใจโดยการศึกษาเรียนรู้ ด้วยตนเองในลักษณะของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีการนำเอา เสียง ภาพจำลอง ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง มารวมกันไว้ในบทเรียนที่ผู้วิจัยได้พัฒนามาขึ้น โดยที่ผู้วิจัยได้ใช้จุดประสงค์รายวิชา การวัดละเอียด ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทวิชา ช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง มากำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ ในการพัฒนาบทเรียน ดังนี้คือ

2.1 เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงหลักการทำงานและ โครงสร้างของเวอร์เนียคาลิเปอร์

2.2 เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักเวอร์เนียคาลิเปอร์ชนิดต่าง ๆ

2.3 เพื่อให้ผู้เรียนใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ในการวัดงานลักษณะต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

2.4 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอ่านค่าจากสเกลวัด และมีทักษะในการวัดขนาดชิ้นงาน จากความละเอียดที่กำหนดได้

2.5 เพื่อให้ผู้เรียนจัดเก็บและบำรุงรักษาเวอร์เนียคาลิเปอร์ได้ถูกต้อง

3. กำหนดเนื้อหาบทเรียน

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการวัดละอียดนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมเนื้อหาเกี่ยวกับเวอร์เนียบาลิเปอร์ จากหนังสือเรียน คู่มือการใช้งาน และเอกสารที่เกี่ยวข้อง และรวมถึงสอบถามถึงเทคนิคต่าง ๆ ในการใช้งานจากผู้เชี่ยวชาญ ในการนำมากำหนดเป็นเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ดังนี้คือ

- 3.1 ลักษณะโครงสร้างของเวอร์เนียบาลิเปอร์
- 3.2 ชนิดของเวอร์เนียบาลิเปอร์
- 3.3 การใช้งานเวอร์เนียบาลิเปอร์
- 3.4 การอ่านค่าสเกลวัด
- 3.5 การจัดเก็บบำรุงรักษาเวอร์เนียบาลิเปอร์

4. กำหนดลักษณะแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้กำหนดแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังจบบทเรียนในการดำเนินการวิจัยดังนี้คือ

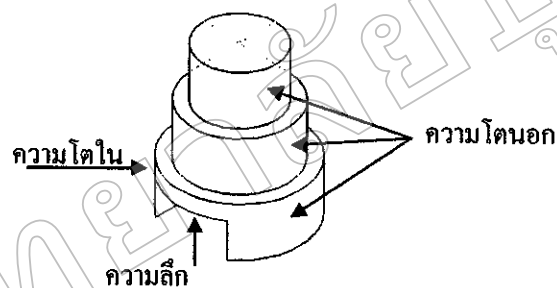
4.1 แบบฝึกหัดระหว่างเรียน ผู้วิจัยสร้างแบบฝึกหัดระหว่างเรียนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ของโปรแกรมบทเรียน เป็นแบบฝึกหัดแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก และแบบเติมคำ รวมทั้งสิ้นจำนวน 30 ข้อ โดยออกแบบให้มีการเสริมแรงในส่วนของคำตอบที่ถูก รวมถึงออกแบบให้ความช่วยเหลือให้ทราบถึงคำตอบที่ถูกต้องในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด 2 ครั้ง และให้โอกาสในการตอบจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นโปรแกรมจะแสดงคะแนนรวมที่ทำได้ เมื่อทำแบบฝึกหัดครบตามที่กำหนดในหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย ซึ่งการให้คะแนนจะให้คะแนนเมื่อตอบถูกในครั้งแรกเท่านั้น และโปรแกรมจะทำการบันทึกข้อมูลของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงคะแนนที่ตนเองทำได้ในการเรียนแต่ละครั้ง และเป็นข้อมูลในการเรียนครั้งต่อไป

4.2 แบบทดสอบหลังจบบทเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบหลังจบบทเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) ชนิด 4 ตัวเลือกรวมจำนวน 30 ข้อ โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังจากเรียนจบบทเรียน ลงในกระดาษคำตอบที่จัดเตรียมไว้

5. กำหนดลักษณะชิ้นงานสำหรับการฝึกทักษะด้านการวัด

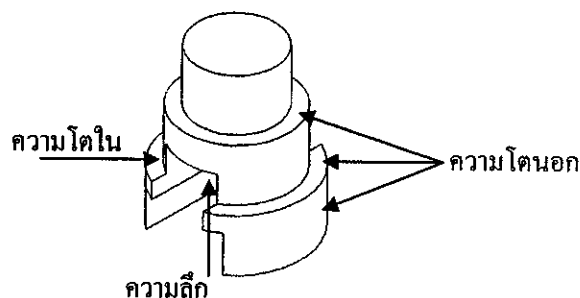
ผู้วิจัยได้ออกแบบชิ้นงานที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายกัน แต่ขนาดแตกต่างกันสำหรับการฝึกทักษะด้านการวัด โดยแบ่งชิ้นงานออกเป็น 3 ชิ้น ดังนี้คือ

5.1 ชิ้นงานสำหรับการฝึกทักษะด้านการอ่านค่า เป็นชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากโลหะทองเหลือง สามารถฝึกทักษะการวัดได้ทั้งสามแบบคือ วัดความโตนอก ความโตนใน และความลึก ในการผลิตชิ้นงานผลิตโดยเครื่องจักรที่ควบคุมการผลิตโดยคอมพิวเตอร์เพื่อความเที่ยงตรงของขนาดชิ้นงาน และจัดทำแบบงานที่แสดงขนาดในแต่ละส่วนเพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบจากการฝึกทักษะในการใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์วัดขนาดตามจุดต่างๆ ที่กำหนดในระบบมิลลิเมตรและระบบนิ้ว ซึ่งผู้เรียนจะทำการฝึกทักษะวัดขนาดในแต่ละจุดที่กำหนด ตามการนำเสนอเนื้อหาของหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 7 ลักษณะชิ้นงานสำหรับการฝึกทักษะด้านการอ่านค่าสเกลวัด

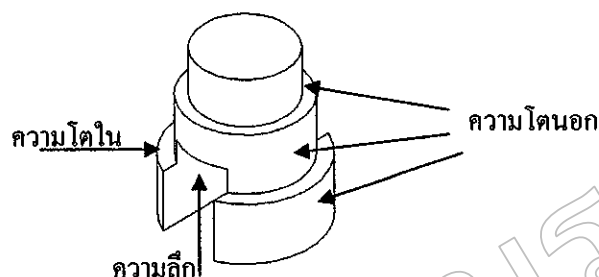
5.2 ชิ้นงานสำหรับเป็นแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เป็นชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากโลหะทองเหลือง ที่สามารถวัดขนาดได้ทั้งสามแบบคือ ความโตนอก ความโตนใน และความลึกโดยใช้เครื่องจักรที่ควบคุมการผลิตโดยคอมพิวเตอร์ ในการสร้างชิ้นงาน และจัดทำแบบงานที่แสดงขนาดในแต่ละจุดวัดเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับค่าที่ผู้เรียนวัดได้ ในการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน



ภาพที่ 8 ลักษณะชิ้นงานสำหรับแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

5.3 ชิ้นงานสำหรับเป็นแบบทดสอบหลังจบบทเรียน เป็นชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากโลหะทองเหลือง สามารถทดสอบการวัดได้ทั้งสามแบบคือ วัดความโตนอก ความโตนใน และความลึก ซึ่ง

สร้างชิ้นงาน โดยใช้เครื่องจักรที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ในการผลิต และจัดทำแบบแสดงขนาดในแต่ละจุดวัดเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับค่าที่ผู้เรียนวัดได้ ในการทำแบบทดสอบหลังจบบทเรียน



ภาพที่ 9 ลักษณะชิ้นงานสำหรับแบบทดสอบหลังจบบทเรียน

ชิ้นงานทั้ง 3 ชิ้น สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับให้ผู้เรียนได้ทำการฝึกทักษะการใช้เครื่องมือวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์ ในการวัดค่าลักษณะต่าง ๆ และการอ่านค่าสเกลวัดจากเครื่องมือวัด รวมถึงเป็นชิ้นงานสำหรับแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และเป็นแบบทดสอบหลังจบบทเรียน

6. กำหนดเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียน

ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์เรื่องเวอร์เนียคาลิเปอร์ ดังนี้คือ

6.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Pentium 800 MHz. มีหน่วยความจำหลัก 256 MB. มี Harddisk ขนาดความจุ 20 GB. จอภาพสีความละเอียด 800 x 600 จุด มี CD ROM มีการ์ดเสียงและลำโพง และใช้ระบบปฏิบัติการ Window 2000

6.2 โปรแกรม Macromedia Authorware 7.0 เป็นโปรแกรมนิพนธ์บทเรียนที่ใช้ในการควบคุมเนื้อหา การนำเสนอเนื้อหา ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การสร้างปุ่มต่าง ๆ

6.3 โปรแกรม AutoCAD 2004 เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้างรูปภาพจำลองของเวอร์เนียคาลิเปอร์ และไมโครมิเตอร์ ลักษณะของสเกลที่ใช้สำหรับการอ่านค่า

6.4 โปรแกรม Macromedia Flash MX Professional 2004 ใช้สำหรับการสร้างภาพเคลื่อนไหว

6.5 โปรแกรม Nero Wave Editor ใช้ในการบันทึกเสียง

6.6 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง

ขั้นการพัฒนา

หลังจากทำการออกแบบส่วนต่าง ๆ แล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการออกแบบ ไปพัฒนาเป็นบทเรียนดังนี้

1. การสร้างบทเรียน

ในการสร้างบทเรียนผู้วิจัยได้ดำเนินสร้างบทเรียนตามขั้นตอนดังนี้ คือ

1.1 สร้างแผนผังลำดับขั้นการทำงาน (Flow Chart) จากโปรแกรม Macromedia Authorware 7.0 เพื่อเป็นการกำหนดลำดับขั้นในการทำงาน รวมถึงลักษณะของการเชื่อมโยงในส่วนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น จากนั้นกำหนดรายละเอียดในแต่ละส่วนของการทำงาน จากลำดับขั้นที่สร้างไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการเขียน โปรแกรม และคุณลักษณะที่กำหนดไว้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ (ภาคผนวก ค, หน้า 106)

1.2 สร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยออกแบบให้โปรแกรมบทเรียนมีส่วนประกอบดังนี้คือ

1.2.1 ขั้นนำ เป็นกระบวนการของการสร้างความสนใจในการเข้าสู่บทเรียน การชี้แจงในการใช้บทเรียน การบอกถึงวัตถุประสงค์ของบทเรียน และการปรับความรู้พื้นฐานหรือทบทวนความรู้เดิม

1.2.2 ขั้นเสนอเนื้อหา เป็นส่วนของการนำเสนอเนื้อหาในหัวข้อต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ซึ่งจะมีรูปแบบต่าง ๆ ในการนำเสนอเช่น ภาพนิ่งประกอบเสียงบรรยายภาพเคลื่อนไหวหรือภาพจำลองในการใช้งานเครื่องมือวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ มีความเข้าใจ ในเนื้อหา หลักการ และวิธีการใช้งานที่ถูกต้อง

1.2.3 ขั้นฝึกทักษะ เป็นส่วนหนึ่งที่ผู้วิจัยได้สอดแทรกไว้ในหัวข้อย่อยในเนื้อหาบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการอ่านค่าที่ถูกต้อง และให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์ในการวัดขนาดชิ้นงานจริงที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นการสร้างความคุ้นเคยการใช้เครื่องมือวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์ โดยผู้เรียนเรียนรู้ขั้นตอนการฝึกทักษะในหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.2.4 ขั้นการให้ความช่วยเหลือ เป็นการให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนในกรณีที่ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยและต้องการทบทวนความรู้เดิมในการเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง หรือเป็นเคล็ดลับที่บอกเป็นนัยให้แก่ผู้เรียนในการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง

1.2.5 ขั้นการวัดผลและประเมินผล เป็นการทดสอบความรู้ ความเข้าใจ และทักษะ ที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนในแต่ละหัวข้อย่อย โดยให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

และเมื่อทำแบบฝึกหัดจนครบทุกข้อ จะมีการแสดงผลให้ผู้เรียนได้ทราบถึงคะแนนที่ผู้เรียนได้รับ และประเมินระดับผลการเรียนของผู้เรียน

1.3 ตรวจสอบบทเรียนหลังจากที่ผู้วิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 ท่าน ตรวจสอบบทเรียนและเสนอแนะความคิดเห็นที่มีต่อบทเรียน โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นตามหลักการมาตราวัดทัศนคติตามวิธีของ ลิเคอร์ท (Likert) โดยกำหนดแบบประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

ดีมาก	กำหนดคะแนนน้ำหนักเป็น	5
ดี	กำหนดคะแนนน้ำหนักเป็น	4
ปานกลาง	กำหนดคะแนนน้ำหนักเป็น	3
พอใช้	กำหนดคะแนนน้ำหนักเป็น	2
ควรปรับปรุง	กำหนดคะแนนน้ำหนักเป็น	1

นำค่าที่ได้มาเทียบเกณฑ์ดังนี้คือ

4.50 - 5.00	หมายถึง	เหมาะสมดีมาก
3.50 - 4.49	หมายถึง	เหมาะสมดี
2.50 - 3.49	หมายถึง	เหมาะสม
1.50 - 2.49	หมายถึง	พอใช้ได้
1.00 - 1.49	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ผลจากการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ ด้านเนื้อหาบทเรียน ค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.6 เหมาะสมดีมาก, ด้านกระบวนการนำเสนอบทเรียน ค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.4 เหมาะสมดี และด้านการออกแบบบทเรียน ค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.3 เหมาะสมดี และข้อเสนอแนะอื่น ๆ จากผู้เชียวชาญดังนี้คือ

1.3.1 ภาพแสดงสเกลการวัดควรให้มีความชัดเจนและไม่ควรมีมาร์คในสเกลวัด

1.3.2 ปุ่มออกจากบทเรียนไม่ทำงาน

1.3.3 ข้อสอบแบบฝึกหัดไม่ควรหนด่วงเวลา ควรให้ตอบ 2 ครั้งพอ

1.3.4 ไม่ควรตั้งเวลาหรือหนด่วงเวลา ขณะที่ต้องการเปลี่ยนเฟรม

1.3.5 รูปแบบของไอคอน ควรคงเส้นคงวา

1.3.6 ควรแสดงหมายเลขหน้าจำนวนเนื้อหาและข้อสอบ เพื่อให้รู้ว่ายังมีทั้งหมด

มีกี่หน้าและถึงหน้าที่เท่าไรแล้ว

1.3.7 ปุ่มกลับเมนูในทักษะการปฏิบัติไม่ทำงาน

1.3.8 ไฟล์เสียงในแบบฝึกหัดบางข้อไม่ทำงาน

1.3.9 ส่วนนำเสนอเนื้อหาความละเอียด 1/8" และ 1/1000" ช่วงการเปลี่ยนแปลงของสเกล ชีตสเกลหลักกับสเกลเลื่อนไม่ตรงกันบางตำแหน่ง

1.3.10 หน้าจอของแต่ละหน่วยการเรียน ควรจะมีการเปลี่ยนไปตามหัวข้อเนื้อหา

1.3.11 การแสดงภาพเคลื่อนไหวควรมีเสียงดนตรีประกอบ

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะ ดังนี้คือ ตรวจสอบและแก้ไขปุ่มต่าง ๆ ในบทเรียน รวมถึงไฟล์เสียงทั้งหมดในบทเรียน แก้ไขการหน่วงเวลาในการเปลี่ยนเฟรม เป็นการกดปุ่ม Enter หรือการคลิกปุ่มหน้าจอถัดไป เพิ่มหมายเลขจำนวนหน้าในส่วนของเนื้อหา และแบบฝึกหัด แก้ไขการตอบในแบบฝึกหัดจาก 3 ครั้งให้เหลือเพียง 2 ครั้ง แก้ไขภาพชี้คแสดงสเกลวัดให้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น เพิ่มภาพแสดงรายละเอียดหน้าจอให้เปลี่ยนไปตามเนื้อหา และเพิ่มเสียงดนตรีในการแสดงภาพเคลื่อนไหว

2. การสร้างแบบทดสอบ

ในช่วงของการสร้างบทเรียนผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบไปพร้อมกับการสร้างบทเรียนดังนี้

2.1 ผู้วิจัยได้สร้างแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) ชนิด 4 ตัวเลือกและแบบเติมคำ รวมจำนวน 40 ข้อ และผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบหลังจบบทเรียน เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 42 ข้อ เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อหาข้อบกพร่อง และทำการแก้ไขตามข้อเสนอแนะของกรรมการ

2.2 นำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังจบบทเรียนที่แก้ไขตามข้อเสนอแนะของกรรมการเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

ซึ่งจากการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม พบว่าข้อสอบมีคะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในช่วง 0.60 - 1.0 ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแบบฝึกหัดและแบบทดสอบได้ จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงข้อสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้มีความชัดเจนและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.3 นำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังจบบทเรียนที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขมาทำการหาคุณภาพ โดยให้นักเรียนแผนกช่างกลโรงงานที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่ผ่าน

การเรียนวิชาการวัดละเอียด เรื่องเวอร์เนียคาลิเปอร์ โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังจบบทเรียน

2.4 นำผลที่ได้มาหาค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถามของแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ โดยการรวมคะแนนของทุกข้อในข้อสอบแต่ละฉบับ แล้วนำคะแนนรวมของแต่ละคนมาเรียงกัน โดยใช้เทคนิค 33 % แบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ และทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2.5 หาค่าความยากง่าย ของข้อสอบทุกข้อ โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบ ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80

2.6 เลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อในส่วนของแบบฝึกหัด มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีคูเดอริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (Kuder Richardson 20) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 นำมาสร้างเป็นแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.7 เลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อในส่วนของแบบทดสอบ มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีคูเดอริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (Kuder Richardson 20) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบหลังจบบทเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. การสร้างชิ้นงานสำหรับฝึกทักษะด้านการวัด

ผู้วิจัยได้นำแบบชิ้นงานที่ได้ออกแบบสำหรับฝึกทักษะด้านการอ่านค่า แบบชิ้นงานสำหรับเป็นแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบชิ้นงานสำหรับเป็นแบบทดสอบหลังจบบทเรียน ไปให้สถานประกอบการสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้ทั้ง 3 แบบ จำนวนรวม 63 ชิ้น โดยใช้เครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ทำให้มีความเที่ยงตรงในการผลิตสูง และทำการตรวจสอบขนาดของชิ้นงานพร้อมบันทึกขนาดที่ได้จากการวัดลงในแบบงาน จากนั้นนำชิ้นงานชิ้นที่ 1 (No.1) จำนวน 21 ชิ้น ไปใช้เป็นชิ้นงานประกอบการฝึกทักษะด้านการวัดและการอ่านค่าสเกลวัดของเครื่องมือวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์ โดยที่ผู้เรียนทำการเรียนรู้ทักษะการวัดและการอ่านค่าสเกลวัดจากหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชิ้นงานชิ้นที่ 2 (No.2) จำนวน 21 ชิ้น ใช้เป็นชิ้นงานสำหรับประกอบการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และชิ้นงานชิ้นที่ 3 (No.3) จำนวน 21 ชิ้น ใช้เป็นชิ้นงานสำหรับประกอบการทำแบบทดสอบหลังจากจบบทเรียน

4. การทดลองใช้เพื่อปรับปรุงบทเรียน

4.1 ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แบบ 1 ต่อ 1 โดยการสุ่มเลือกนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่ไม่เคยเรียนวิชาการวัดละเอียด จำนวน 1 คน มาทำการทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเวอร์เนียคาลิเปอร์ที่พัฒนาขึ้น ในห้องปฏิบัติการที่จัดเตรียมไว้ เพื่อดูปฏิกิริยาของผู้เรียนซักถามปัญหา และ

ค้นหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุง ซึ่งก่อนเรียนผู้วิจัยได้ให้นักเรียนอ่านข้อมูลสำหรับนักเรียนเพื่อการวิจัย เพื่อทำความเข้าใจถึงจุดประสงค์ในการพัฒนางานวิจัย จากนั้นผู้วิจัยได้ชี้แจงรายละเอียดต่าง ๆ ในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และจัดเตรียมเครื่องมือวัดกับชิ้นงานประกอบการเรียนให้กับนักเรียน ซึ่งหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองใช้สามารถสรุปได้ดังนี้คือ ในการสังเกตพฤติกรรมและการจากซักถาม พบว่านักเรียนมีความตั้งใจที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ และมีสมาธิในการเรียน มีความสนใจภาพเคลื่อนไหวที่เป็นส่วนนำในการเข้าสู่บทเรียน นักเรียนสนใจที่จะฟังเสียงบรรยายไปพร้อมกับการดูภาพประกอบเนื้อหา ในการเปลี่ยนหน้าจอบทเรียน นักเรียนชอบที่จะกดปุ่ม Enter มากกว่าทำการคลิกเมาส์ เนื่องจากการกดปุ่ม Enter ง่ายกว่าการคลิกด้วยเมาส์ นักเรียนให้ความสนใจภาพเคลื่อนไหวมากกว่าภาพนิ่ง ในส่วนของการฝึกทักษะ พบว่านักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมบทเรียนเป็นอย่างดี ในส่วนของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน พบว่านักเรียนให้ความสนใจในส่วนของการเสริมแรงจากการตอบ และมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนเป็นอย่างดี ในส่วนของปัญหาและข้อบกพร่องพบว่า หน้าจอระยะแรกสามารถกดปุ่ม Enter เพื่อสามารถเลื่อนไปยังหน้าถัดไปได้ หลังจากนั้นต้องใช้เมาส์คลิกปุ่มกดเพื่อเลื่อนไปยังหน้าถัดไป ภาพเคลื่อนไหวในการอ่านค่าการวัดเคลื่อนที่เร็วไป ปุ่มกดย้อนกลับในหน่วยการเรียนรู้บางปุ่มไม่ทำงาน หน้าจอแสดงภาพการวัดงานในหน่วยชนิดของเวอร์เนียคาลิเปอร์มีเวลาในการแสดงน้อยไป

จากการทดลองใช้ครั้งแรกสามารถกล่าวได้ว่า บทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก นักเรียนชอบฟังเสียงบรรยายเนื้อหาโดยมีภาพและภาพเคลื่อนไหวแสดงประกอบ โดยที่นักเรียนสามารถใช้เวลาเรียนตามความสนใจในแต่ละเนื้อหา และสามารถย้อนกลับบททวนเนื้อหาเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย และในส่วนของข้อผิดพลาด ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขโปรแกรมเพื่อให้สามารถกดปุ่ม Enter เพื่อเลื่อนไปยังหน้าจอถัดไปจนครบทุกหน้าจอบทเรียน ทำการแก้ไขภาพเคลื่อนไหวเพื่อให้เคลื่อนที่ช้าลง ตรวจสอบปุ่มย้อนกลับในหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมดให้สามารถทำงานได้ และทำการปรับค่าเวลาในการแสดงภาพการวัดงาน ในหน่วยการเรียนรู้ ชนิดของเวอร์เนียคาลิเปอร์ให้มีเวลาแสดงมากขึ้น

4.2 ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้ทำการแก้ไขปรับปรุงจากการทดลองครั้งแรก มาทำการทดลองกับกลุ่มเล็ก โดยการคัดเลือกนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่ไม่เคยเรียนวิชาการวัดละเอียด จำนวน 6 คน ที่มีผลการเรียนอยู่ในช่วงระดับ 2.90 – 3.20 จำนวน 2 คน มีผลการเรียนอยู่ในช่วงระดับ 2.30 – 2.60 จำนวน 2 คน และมีผลการเรียนอยู่ในช่วงระดับ 1.70 – 2.00 จำนวน 2 คน มาทำการทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเวอร์เนีย

คาลิปเปอร์ เช่นเดียวกับการทดลองครั้งแรกในห้องปฏิบัติการที่จัดเตรียมไว้เพื่อดูปฏิกิริยาของนักเรียน ชักถามปัญหา ข้อบกพร่อง รวมถึงข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้ในภาคสนาม ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองใช้ดังนี้คือ นักเรียนมีสมาธิในการเรียนบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนน้อยกว่าการทดลองครั้งแรก เนื่องจากนักเรียนหันเหความสนใจจากหน้าจอ บทเรียนของตนเองไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ มีการพูดคุย และหยุดพักการเรียนในบางครั้ง มีนักเรียนบางคนไม่ทบทวนบทเรียนเรื่องหน่วยการวัด เนื่องจากคิดว่าตนเองมีความรู้ในเรื่อง หน่วยวัดเพียงพอ นักเรียนให้ความสนใจภาพเคลื่อนไหวที่เป็นส่วนนำในการเข้าสู่บทเรียน เป็นอย่างมาก นักเรียนส่วนหนึ่งสนใจที่จะอ่านเนื้อหาพร้อมทั้งรูปภาพประกอบ เนื่องจากการอ่าน ในใจนั้นจะช่วยให้เกิดการติดตาม และเมื่อรูปภาพประกอบก็จะช่วยให้มีความเข้าใจ นักเรียน ให้ความสนใจภาพเคลื่อนไหวมากกว่าภาพนิ่ง นักเรียนสามารถใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ในการ วัดชิ้นงานในการฝึกทักษะ ได้อย่างถูกต้อง ตามขั้นตอนที่แสดงในหน้าจอบทเรียน และส่วนของ ปัญหาพบว่าแบบฝึกหัดบางข้อมีข้อผิดพลาดคือ เสียงตอบถูกและภาพแสดงผิด การอ่านค่าสเกลวัด ข้อที่ 8 และข้อที่ 10 คำตอบเฉลยผิด หูฟังบางอันได้ยินข้างเดียว ในส่วนของข้อเสนอแนะคือ ภาพเคลื่อนไหวในการอ่านค่าสเกลวัดเมื่อเคลื่อนไหวเสร็จแล้วควรหยุดอยู่กับที่ ไม่ควรเคลื่อนไหว ต่อเนื่อง กิจกรรมฝึกทักษะควรอยู่ในหน่วยการเรียนการอ่านค่าสเกลวัด หน้าจอสรุปผลการเรียน สามารถดูผลการเรียนได้โดยไม่ต้องออกจาก โปรแกรม

จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า นักเรียนมีความสนใจในบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะ ภาพเคลื่อนไหว พร้อมทั้งเสียงบรรยาย รวมถึงมีปฏิสัมพันธ์ที่ดี ในการฝึกทักษะการวัดจากชิ้นงาน กับการเรียนรู้ขั้นตอนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และจากข้อมูลที่ได้ ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึง ข้อผิดพลาดและปรับแก้ตามข้อเสนอแนะดังนี้ ตรวจสอบและปรับแก้ข้อผิดพลาดในส่วนที่มีการ เสริมแรงของแบบฝึกหัดทั้งหมด รวมถึงส่วนเฉลยให้ถูกต้อง ตรวจสอบหูฟังและเปลี่ยนใหม่ แก้ไข ภาพเคลื่อนไหวในการอ่านค่าสเกลวัดให้หยุดกับที่เมื่อเสร็จสิ้นการแสดงผล ปรับเปลี่ยนกิจกรรมฝึก ทักษะให้มาอยู่ในหน่วยการเรียนการอ่านค่าสเกลวัด และเพิ่มปุ่มไอคอนหน้าจอสรุปผลการเรียน ที่หน้าจอเมนูบทเรียน

4. การสร้างคู่มือการใช้งานบทเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างคู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังจาก เสร็จสิ้นการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยมีส่วนประกอบของคู่มือการใช้งาน บทเรียนดังนี้คือ

4.1 จุดมุ่งหมายของบทเรียน

4.2 อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทำงานของโปรแกรมบทเรียน

4.3 การติดตั้งโปรแกรม

4.4 การใช้งานบทเรียน

4.5 การเตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการในการดำเนินการกิจกรรม

4.6 ข้อควรระวังในการใช้งาน

4.7 ข้อมูลผู้พัฒนาบทเรียน

โดยที่ผู้วิจัยได้บันทึกรายละเอียดการใช้งาน โปรแกรมไว้ในแฟ้มข้อมูลที่ชื่อว่า “คู่มือการใช้งาน” โดยบันทึกไว้ในแผ่นซีดี รวมกับ โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นการนำไปใช้

หลังจากผ่านการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แบบ 1 ต่อ 1 และกลุ่มเล็ก ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงและแก้ไขจากการทดลองใช้ทั้งสองครั้งมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ซึ่งกำหนดเวลาที่ใช้ในการเรียนจำนวน 12 ชั่วโมง โดยให้ผู้เรียนได้เรียนแบบอิสระในห้องปฏิบัติการ ที่มีการจัดเตรียมชิ้นงาน และเครื่องมือวัดไว้สำหรับนักเรียนทุกคน โดยมีครูประจำห้องปฏิบัติการและผู้วิจัยให้คำแนะนำ และดูแลตลอดเวลา ซึ่งในช่วงระหว่างการเรียนนั้นผู้เรียนได้ให้ความสนใจต่อการนำเสนอเนื้อหาจากบทเรียนเป็นอย่างมาก ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือวัดเวอร์เนียร์แคลิเปอร์ในการวัดขนาดจากชิ้นงานจริง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และทำแบบฝึกหัด ในขณะที่ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ต่าง ๆ ระยะเวลาที่ผู้เรียนใช้สำหรับการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้เรียนจะใช้เวลาในการเรียนรู้โดยเฉลี่ย 8 ชั่วโมง โดยที่ผู้เรียนบางคนที่ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสนใจและความพร้อมในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งโปรแกรมบทเรียนจะทำการบันทึกข้อมูลการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของผู้เรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ลงในฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบผลการเรียนของตนเองได้ในหัวข้อต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้วในการเรียนครั้งต่อไป

ขั้นการประเมิน

ในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ทำการแก้ไขปรับปรุงจากการทดลองใช้ มาให้กลุ่มตัวอย่างได้ทดลองเรียนในห้องปฏิบัติการที่จัดเตรียมไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการประเมินดังนี้คือ

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1

แผนกช่างเขียนแบบเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 21 คน จากการสุ่มแบบเจาะจง ตามคุณสมบัติที่กำหนด คือเป็นนักเรียนที่ไม่ได้ลงทะเบียนวิชาการวัดละเอียด และเป็นนักเรียนที่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดเวอร์เนียคาลิเปอร์ ในการเรียนและการทำงาน ตามคุณสมบัติที่กำหนดเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/ 80 โดยให้นักเรียนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในห้องปฏิบัติการด้วยตนเอง โดยมีครูผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการและผู้วิจัยให้คำแนะนำ และดูแลตลอดการเรียน

2. แบบทดสอบหลังจบบทเรียน

ผู้วิจัยทำการทดสอบผู้เรียนหลังจากที่ผู้เรียนเรียนจบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อหาประสิทธิภาพ (E2) ในสัปดาห์ที่ 4 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 โดยใช้เวลาในการทดสอบจำนวน 1 ชั่วโมง 30 นาที เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

3. แบบประเมินความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนทำการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากเสร็จสิ้นการทำแบบทดสอบหลังจบบทเรียน โดยใช้หลักการมาตราวัดทัศนคติตามวิธีของลิเคอร์ต (Likert) โดยกำหนดแบบประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

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

นำค่าที่ได้มาเทียบเกณฑ์ดังนี้คือ

4.50 - 5.00	หมายถึง	ดีมาก
3.50 - 4.49	หมายถึง	ดี
2.50 - 3.49	หมายถึง	เหมาะสม
1.50 - 2.49	หมายถึง	พอใช้
1.00 - 1.49	หมายถึง	ควรปรับปรุง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยแล้วนั้น ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้คือ

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 วิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ

(บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 81)

2.2 วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

โดยใช้เทคนิค 33 % (สมโภชน์ อเนกสุข, 2548, หน้า 94)

2.3 วิเคราะห์ความเชื่อมั่น แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 88)

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/ 80 โดยนำผลการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและการทำแบบทดสอบหลังเรียน มาวิเคราะห์คะแนนมาตรฐาน E1/ E2 โดยใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2521, หน้า 78)

$$E1 = \left(\frac{\sum X/N}{A} \right) \times 100$$

$$E2 = \left(\frac{\sum F/N}{B} \right) \times 100$$

เมื่อ E1 = คะแนนคิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

E2 = คะแนนคิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง

$\sum X$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากแบบฝึกหัด

$\sum F$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน