บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อสร้างและพัฒนาชุดฝึกและหาประสิทธิภาพการเรียนการสอน โดยใช้ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์วิชางานวัดละเอียดช่างยนต์ รหัสวิชา 2101-2106 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สาขาวิชาช่างยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการทดลองแบบ Non-Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 ดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 1-4 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชางานวัดละเอียดช่างยนต์ รหัสวิชา 2101-2106 สาขาวิชาช่างยนต์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

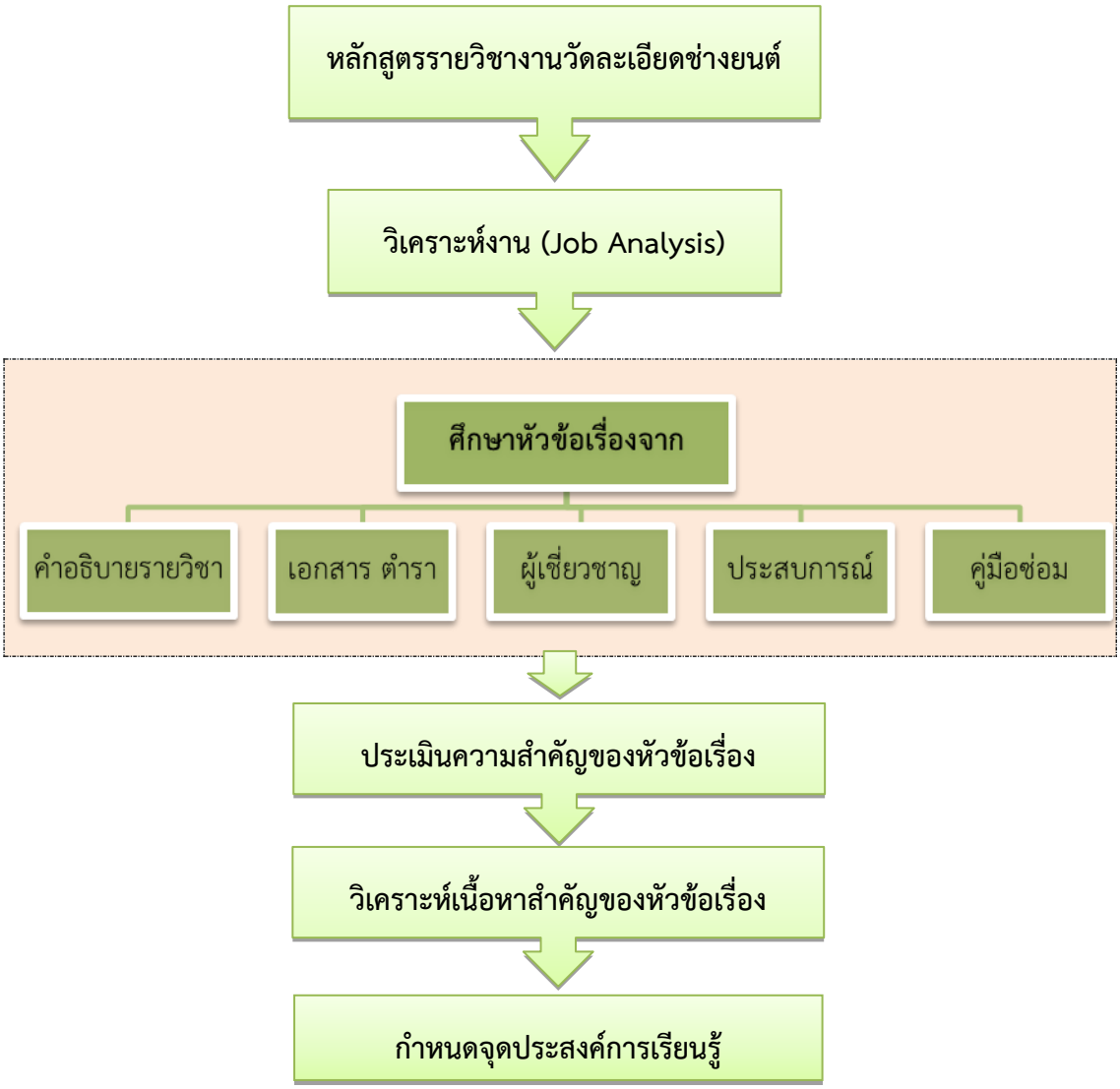
3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้แก่นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ที่ได้จากการทดสอบพื้นฐานความรู้เรื่องไมโครมิเตอร์ จากนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชางานวัดละเอียดช่างยนต์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 แบบเจาะจงจำนวน 2 กลุ่ม (ห้องเรียน) รวม 32 คน จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดสอบพื้นฐานความรู้ก่อนเรียนของนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 กลุ่มและนำผลคะแนนของนักเรียนมาทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test (Independent) พบว่าพื้นฐานความรู้ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 188-190) ทำให้สามารถเลือกกลุ่มใดก็ได้เป็นตัวแทนโดยเลือกกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์วิชางานวัดละเอียดช่างยนต์ รหัสวิชา 2101-2106 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1 วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาและคำอธิบายรายวิชา เพื่อออกแบบสร้างชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์วิชางานวัดละเอียดช่างยนต์ รหัสวิชา 2101-2106 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2556 ซึ่งมีขั้นตอนแสดงดังแผนภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

จากภาพที่ 3-1 สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

3.2.1.1 ศึกษาหลักสูตรรายวิชา วิชางานวัดละเอียดช่างยนต์ รหัสวิชา 2101-2106 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 92)

3.2.1.2 วิเคราะห์งาน (Job Analysis) โดยพิจารณาว่าผู้เรียนจะทำงานได้สมบูรณ์จะต้องมีความสามารถอย่างไร จากนั้นทำการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อให้ทราบว่าถ้าต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถดังกล่าวจะต้องเรียนรู้เนื้อหาในเรื่องใดบ้าง ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และสมรรถนะรายวิชาในหลักสูตร การนำความรู้ไปใช้งานและเหมาะสมกับระดับการเรียนของผู้เรียนกำหนดโครงการตลอดภาคเรียน (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 93-94)

3.2.1.3 หลังจากวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ทำการรวบรวมหัวข้อเรื่อง และข้อมูลโดยอาศัยข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ดังนี้ (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 95-97)

1) หลักสูตรรายวิชา

2) เอกสาร ตำรา

3) ผู้เชี่ยวชาญ

4) ประสบการณ์

5) คู่มือซ่อมบริการ

3.2.1.4 ประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง รวบรวมแต่ละหัวข้อสำคัญเรื่องมาประเมินความสำคัญของแต่ละหัวข้อ โดยพิจารณาถึงประโยชน์ด้านการส่งเสริมการเรียนการสอน และระดับความสำคัญของหัวข้อเรื่อง (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 98-100)

3.2.1.5 วิเคราะห์เนื้อหาสำคัญของหัวข้อเรื่อง (Main Concept Analysis) เมื่อประเมินคุณค่าของหัวข้อเรื่องแล้วจึงนำมาทำการวิเคราะห์อีกครั้งหนึ่ง เพื่อที่จะได้ทราบถึงหัวข้อสำคัญต่างๆ ของแต่ละหัวข้อเรื่องที่ผ่านการประเมิน และวิเคราะห์แยกย่อยรายละเอียดของแต่ละหัวข้อที่สำคัญจากการวิเคราะห์เนื้อหา ว่ามีประเด็นใดบ้างที่สำคัญและต้องสอนให้เนื้อหาความรู้ที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 101-105)

3.2.1.6 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของหัวข้อเรื่องทั้งหมด โดยพิจารณาว่าต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหลังจากผ่านการเรียนการสอนในหัวข้อเรื่องนั้นแล้วอยู่ในระดับใดทั้งความรู้ทางด้านสติปัญญาและทางด้านทักษะ (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 106-108)

3.2.2 การสร้างชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์วิชางานวัดละเอียดช่างยนต์มีดังนี้

3.2.2.1 ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ที่สร้างและพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการเรียนการสอนรายวิชางานวัดละเอียดช่างยนต์ รหัสวิชา 2101-2106 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วิเคราะห์ไว้โดยผู้เรียนจะต้องศึกษาภาคทฤษฎีและปฏิบัติควบคู่กันไป โดยเริ่มสร้างในปีการศึกษา 2557

3.2.2.2 ออกแบบ เขียนแบบ กำหนดวัสดุ และอุปกรณ์ ผู้วิจัยได้ออกแบบและเขียนแบบชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านพิจารณาแล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ของจริงที่หาง่ายราคาถูกมีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเศษวัสดุชิ้นส่วนเครื่องยนต์ของจริง นำมาตัดดัดแปลงแต่งเติมประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนยานยนต์ และเหมาะสมกับการเรียนการสอนตรงตามสมรรถนะรายวิชาในหลักสูตร ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ที่สามารถนำไปใช้ฝึกทักษะได้ดังนี้

1) ชุดฝึกสามารถใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนในภาคทฤษฎีได้

2) ใช้ฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ภาคปฏิบัติ

3) ใช้ฝึกทักษะการตรวจวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านลิ้นไอดีและก้านลิ้นไอเสียด้วยไมโครมิเตอร์วัดนอก

4) ใช้ฝึกทักษะการตรวจวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบด้วยไมโครมิเตอร์วัดนอก

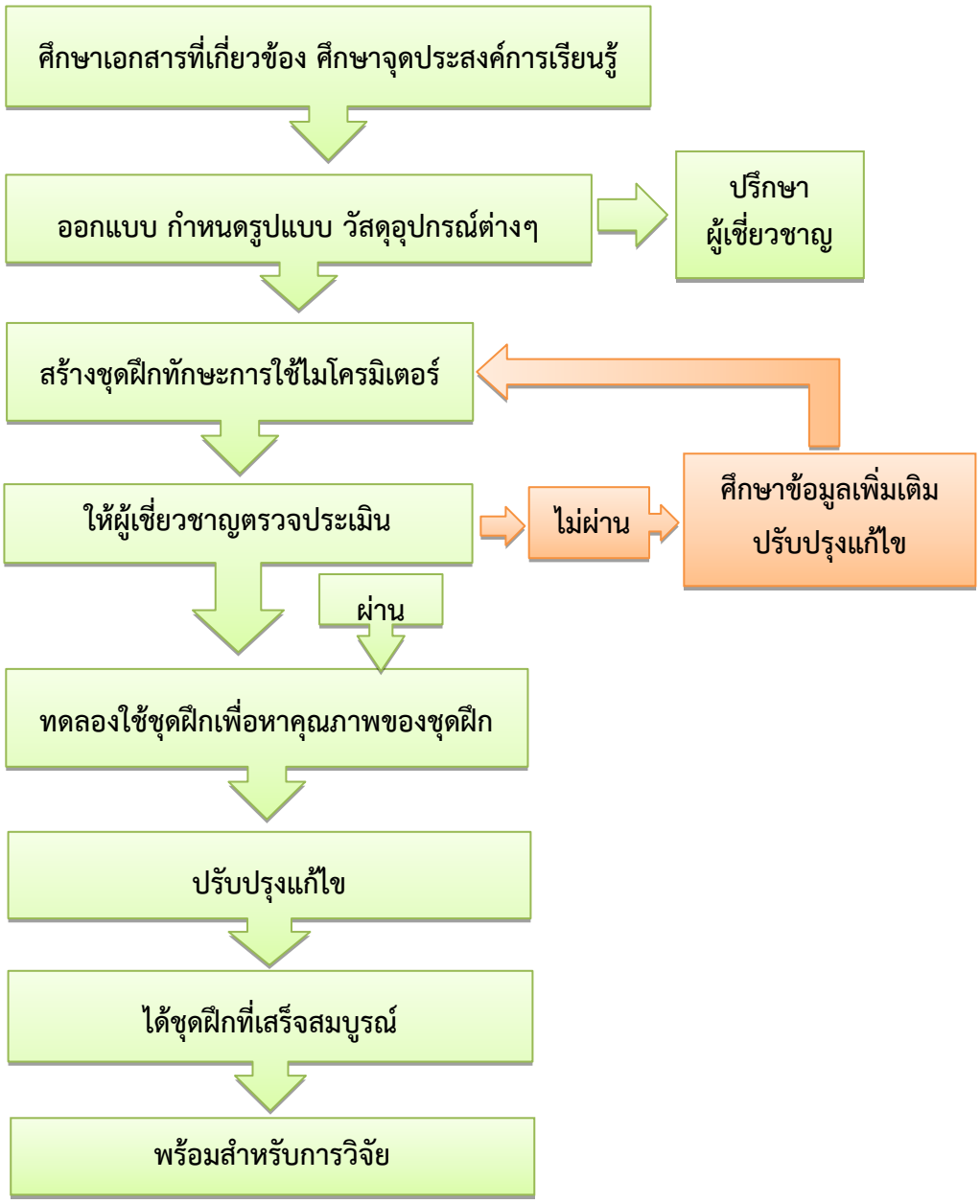
5) ใช้ฝึกทักษะการตรวจวัดความสูงของลูกเบี้ยวไอดีและลูกเบี้ยวไอเสียด้วยไมโครมิเตอร์วัดนอก

6) ใช้ฝึกทักษะการตรวจวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางข้อหลักและข้อก้านของเพลาข้อเหวี่ยงด้วยไมโครมิเตอร์วัดนอก

7) ใช้ฝึกทักษะการตรวจวัดชิ้นส่วนเครื่องยนต์ด้วยไมโครมิเตอร์วัดใน

8) ใช้ฝึกทักษะการตรวจวัดชิ้นส่วนเครื่องยนต์ด้วยไมโครมิเตอร์วัดลึก

โดยมีขั้นตอนแสดงดังภาพที่ 3-2 นี้

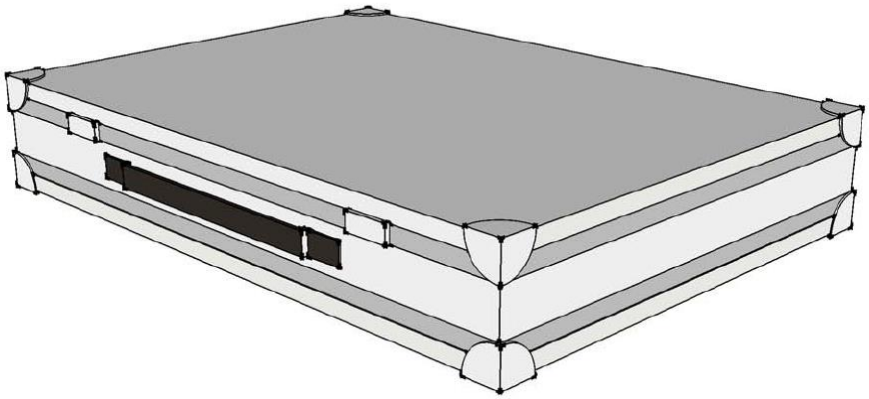


ภาพที่ 3-2 แสดงขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์

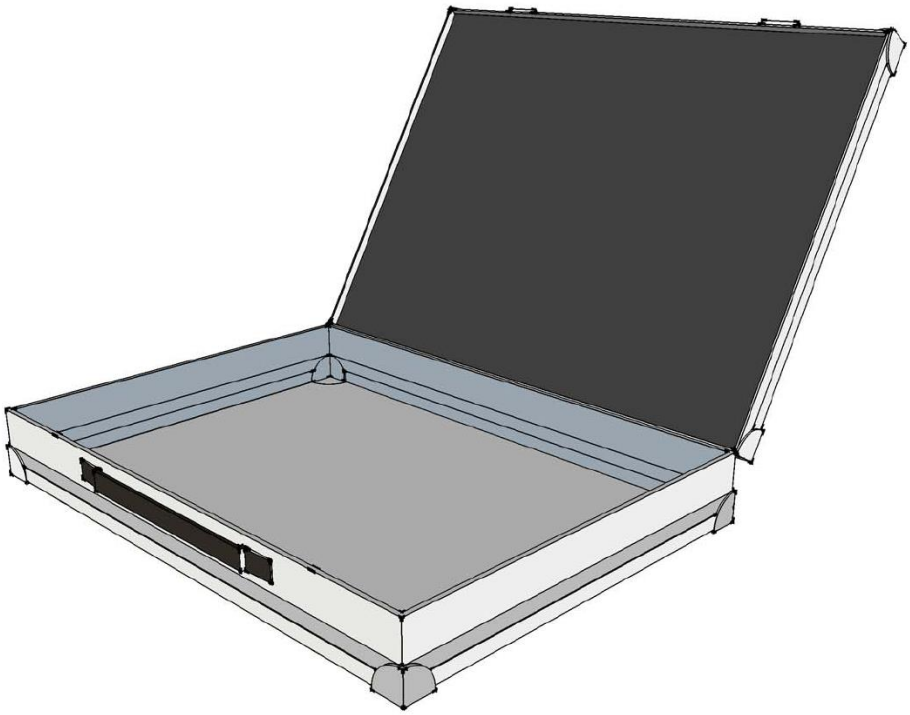
3.2.2.3 สร้างชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดฝึกดังนี้

1) ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ประกอบด้วยชุดฝึกจำนวน 2 ชุดได้แก่ชุดที่ 1

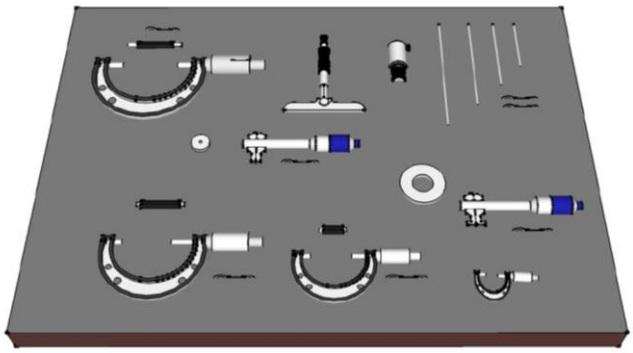
ชุดเครื่องมือไมโครมิเตอร์และชุดที่ 2 ชุดฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนยานยนต์ โดยเริ่มออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างของชุดฝึกชุดที่ 1 ชุดเครื่องมือไมโครมิเตอร์โดยใช้โปรแกรม SketchUp2015 ได้ชุดฝึกซึ่งมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมขนาดกว้างxยาวxสูง (430x600x70 mm) ภายในบุด้วยฟองน้ำหนาอย่างดี บรรจุเครื่องมือไมโครมิเตอร์ประกอบด้วยไมโครมิเตอร์วัดนอกขนาด 0-25 mm, ขนาด 25-50 mm, ขนาด 50-75 mm, ขนาด 75-100 mm พร้อมอุปกรณ์ปรับตั้งอย่างละ 1 ชุดรวมจำนวน 4 ชุด ไมโครมิเตอร์วัดในขนาด 5-30 mm, ขนาด 25-50 mm พร้อมอุปกรณ์ปรับตั้งอย่างละ 1 ชุดรวมจำนวน 2 ชุดไมโครมิเตอร์วัดลึกขนาด 0-100 mm พร้อมอุปกรณ์ปรับตั้งจำนวน 1 ชุด รวมเครื่องมือไมโครมิเตอร์ทั้งหมดในกล่องจำนวน 7 ชุด 26 ชิ้นส่วน (รายละเอียดในภาคผนวก ญ หน้า 442-446)



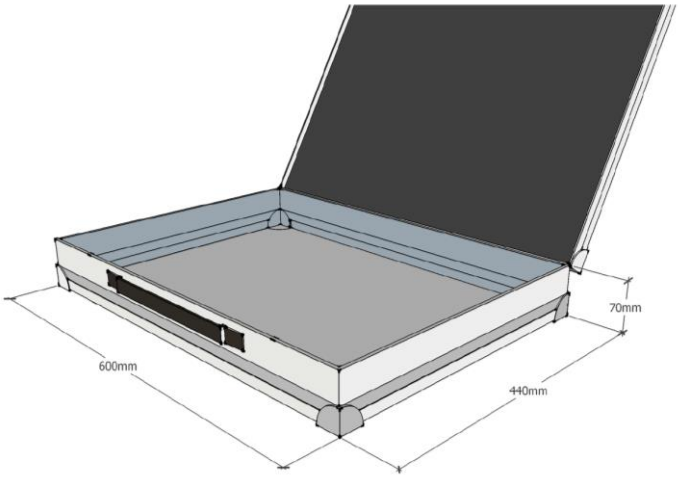
ภาพที่ 3-3 แบบร่างด้านนอกชุดที่ 1 ชุดเครื่องมือไมโครมิเตอร์



ภาพที่ 3-4 แบบร่างด้านในชุดที่ 1 ชุดเครื่องมือไมโครมิเตอร์



ภาพที่ 3-5 แบบร่างการจัดวางชุดเครื่องมือไมโครมิเตอร์

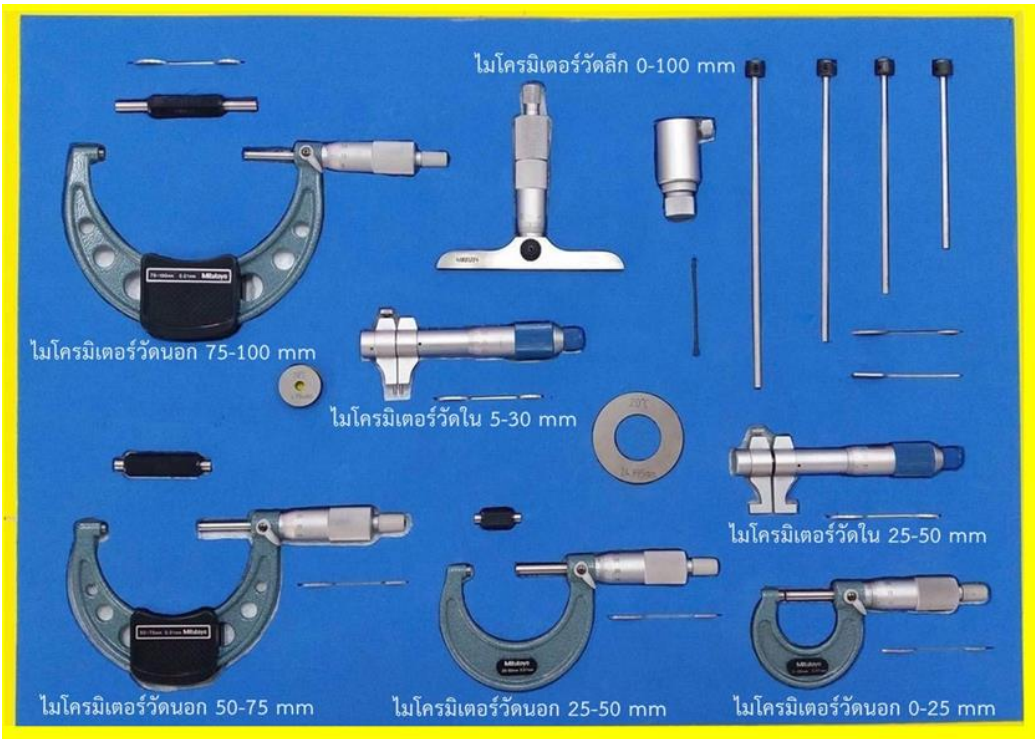


ภาพที่ 3-6 ชุดเครื่องมือไมโครมิเตอร์พร้อมขนาดที่ชัดเจน

ภาพที่ 3-7 ด้านในชุดเครื่องมือไมโครมิเตอร์พร้อมขนาดที่ชัดเจน

2) สร้างชุดเครื่องมือไมโครมิเตอร์ซึ่งมีขนาดกว้างxยาวxสูง (430x600x70 mm) เป็นกล่องอลูมิเนียมบุด้วยฟองน้ำหนาอย่างดี บรรจุเครื่องมือไมโครมิเตอร์จำนวน 7 ชุด โดยตัดฟองน้ำให้ได้ตามขนาดที่ออกแบบไว้เข้ารูปพอดีกับเครื่องมือไมโครมิเตอร์แต่ละชุดซึ่งไมโครมิเตอร์ 1 ชุดประกอบด้วยไมโครมิเตอร์ ประแจปรับตั้งและอุปกรณ์ตรวจปรับความเที่ยงตรงหรือแท่งมาตรฐาน

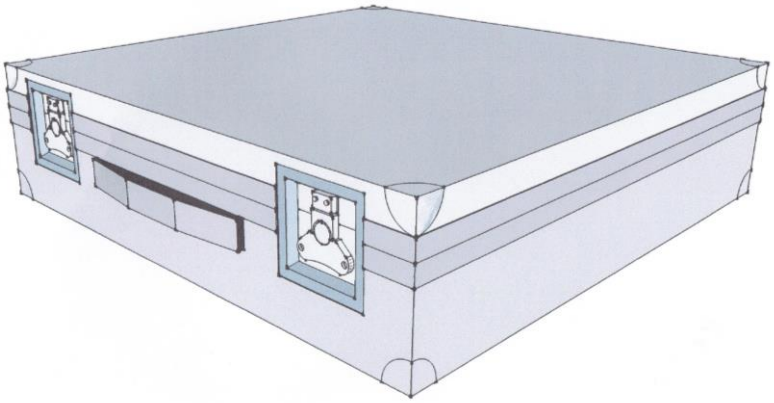
ภาพที่ 3-8 กล่องบรรจุชุดเครื่องมือไมโครมิเตอร์



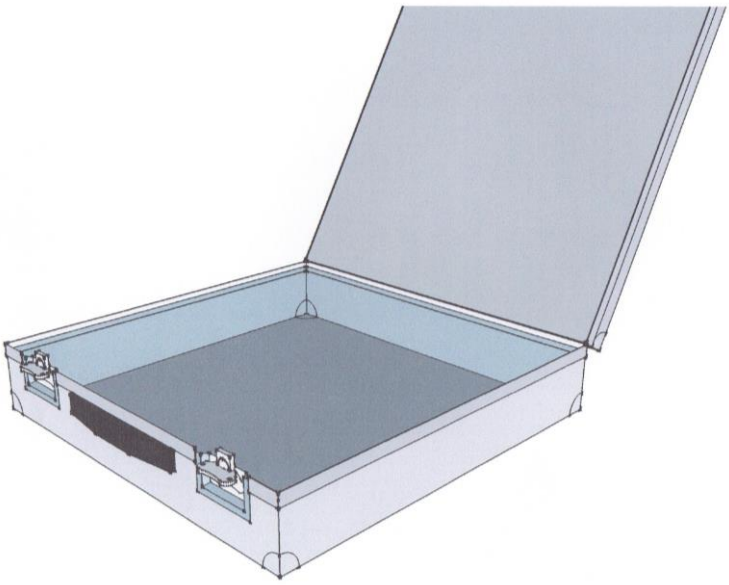
ภาพที่ 3-9 จัดวางเครื่องมือไมโครมิเตอร์

ภาพที่ 3-10 ชุดเครื่องมือไมโครมิเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์

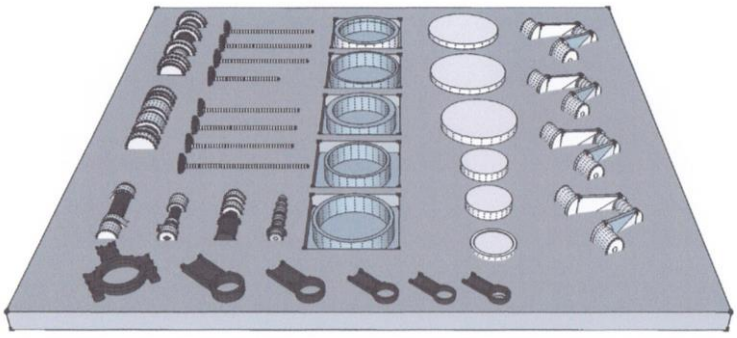
3) ออกแบบและเขียนแบบโครงสร้างของชุดฝึกทักษะชุดที่ 2 ชุดฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนยานยนต์ ใช้โปรแกรม SketchUp2015 เหมือนกับชุดที่ 1 โดยชุดฝึกนี้มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมขนาดกว้างxยาวxสูง (630x630x110 mm) ภายในบุด้วยฟองน้ำหนาอย่างดีเพื่อบรรจุชิ้นส่วนสำหรับฝึกตรวจวัดจำนวน 35 ชิ้นส่วนประกอบด้วยลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียจำนวน 8 ชิ้น, ลูกสูบจำนวน 6 ชิ้น, ข้อหลักและข้อก้านของเพลาข้อเหวี่ยงจำนวน 4 ชุด, ลูกเบี้ยวไอดีและลูกเบี้ยวไอเสียจำนวน 6 ชิ้น, ชิ้นส่วนงานฝึกวัดในจำนวน 6 ชิ้นและชิ้นส่วนงานฝึกวัดลึกจำนวน 5 ชิ้น (รายละเอียดในภาคผนวก ญ หน้า 442-447)



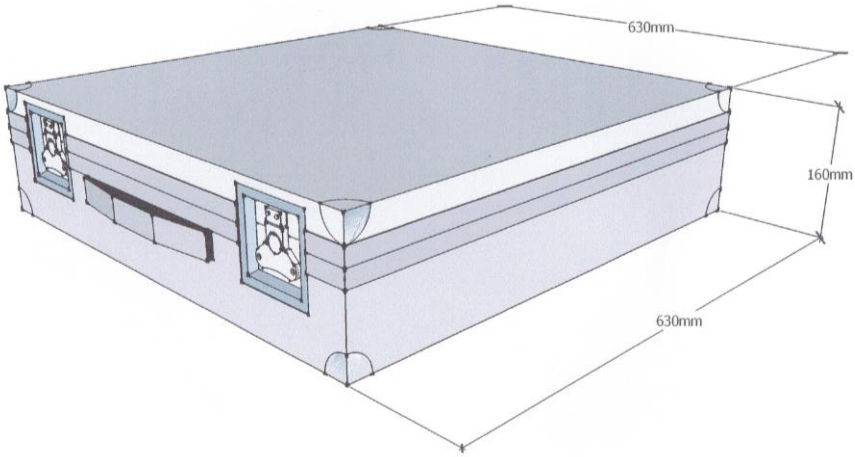
ภาพที่ 3-11 แบบร่างด้านนอกชุดที่ 2 ชุดฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนยานยนต์



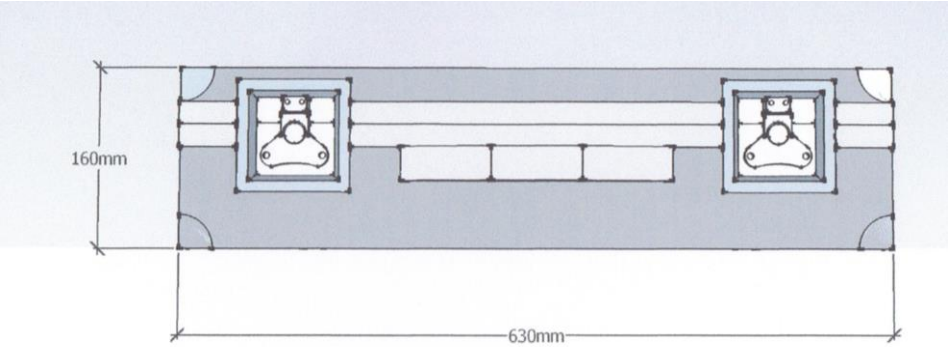
ภาพที่ 3-12 แบบร่างด้านในชุดที่ 2 ชุดฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนยานยนต์



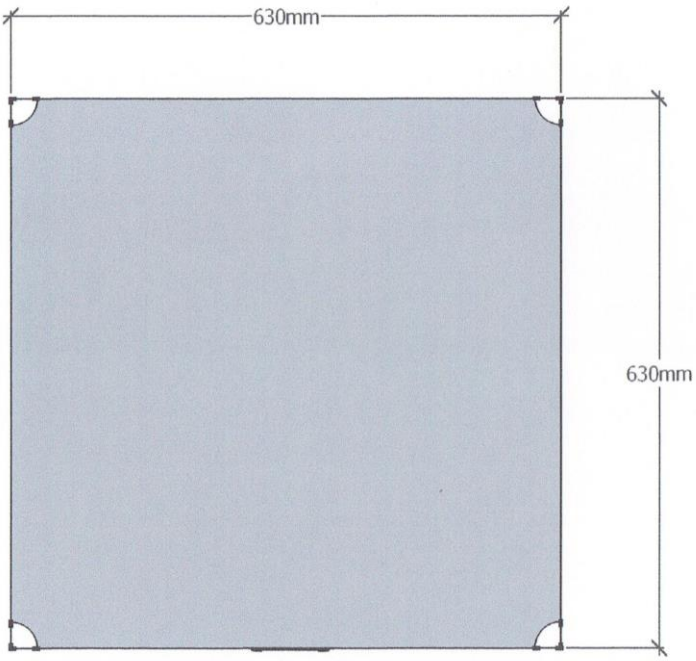
ภาพที่ 3-13 แบบร่างการจัดวางชิ้นส่วนยานยนต์



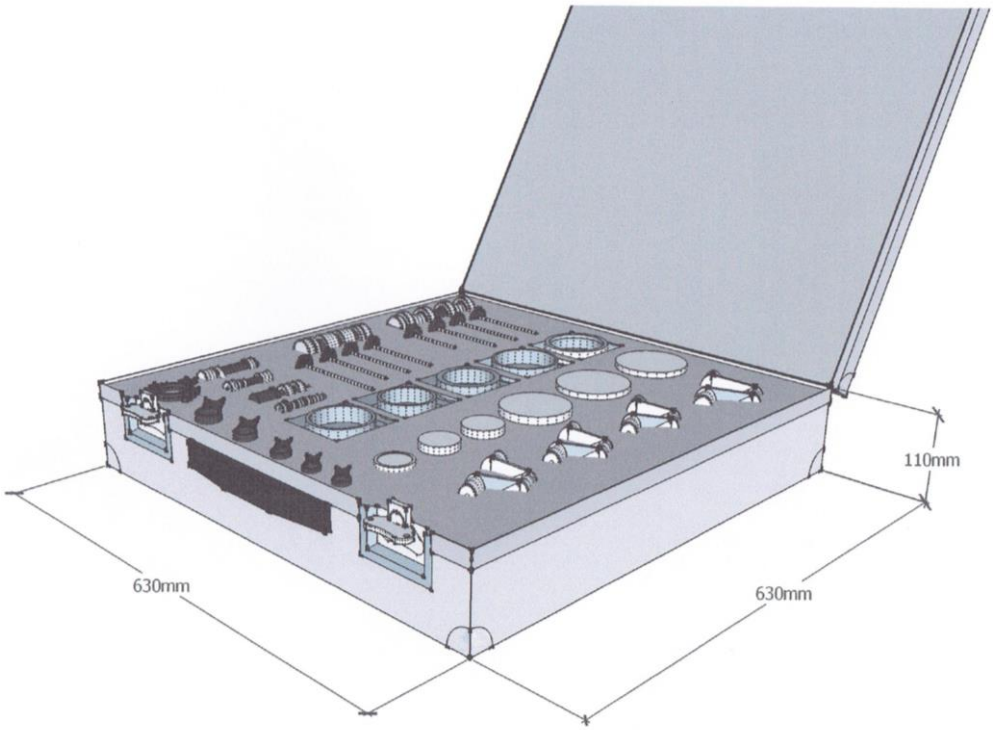
ภาพที่ 3-14 ชุดฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนยานยนต์พร้อมขนาดที่ชัดเจน



ภาพที่ 3-15 ด้านหน้าชุดฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนยานยนต์พร้อมขนาด



ภาพที่ 3-16 ด้านบนชุดฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนยานยนต์พร้อมขนาด



ภาพที่ 3-17 ด้านในชุดฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนยานยนต์พร้อมขนาด

4) สร้างชุดฝึกชุดที่ 2 ชุดฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนยานยนต์ลักษณะเป็นกล่องอลูมิเนียมสี่เหลี่ยมขนาดกว้างxยาวxสูง (630x630x110 mm) ภายในบุด้วยฟองน้ำหนาอย่างดีเพื่อบรรจุชิ้นส่วนสำหรับฝึกตรวจวัดจำนวน 35 ชิ้นส่วนโดยตัดฟองน้ำเพื่อจัดวางชิ้นส่วนต่างๆ ตามขนาดที่ได้ออกแบบไว้

ภาพที่ 3-18 กล่องบรรจุชุดฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนยานยนต์

5) ดำเนินการสร้างชุดฝึกโดยชิ้นส่วนสำหรับใช้ฝึกทักษะการตรวจวัดด้วยไมโครมิเตอร์วัดนอกประกอบด้วยลูกสูบ, ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย, ลูกเบี้ยว, ข้อหลักและข้อก้านของเพลาข้อเหวี่ยง ซึ่งใช้ชิ้นส่วนของจริงนำมาทำความสะอาดขัดเงาเคลือบสารกันสนิม ซึ่งในส่วนของข้อหลักและข้อก้านเพลาข้อเหวี่ยงผู้วิจัยได้ดัดแปลงแต่งเติมโดยใช้เพลาข้อเหวี่ยงขนาดต่างกัน จำนวน 4 ชุดนำมาตัดออกให้เหลือเพียง 1 ช่วงซึ่ง 1 ช่วงของข้อเหวี่ยงที่ตัดออกเรียบร้อยแล้วจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นข้อหลักและข้อก้านเพลาข้อเหวี่ยงจำนวน 3 ข้อ เนื่องจากการตัดแบ่งเพลาข้อเหวี่ยงออกเป็นช่วงๆ จะทำให้ข้อเหวี่ยงมีขนาดเล็กลง น้ำหนักเบา เป็นประโยชน์กับผู้เรียนเหมาะสมสำหรับการฝึกปฏิบัติมากยิ่งขึ้น (ภาพที่ 3-19) ทำให้ผู้เรียนสามารถฝึกทักษะการตรวจวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางข้อหลักและข้อก้านเพลาข้อเหวี่ยงด้วยไมโครมิเตอร์ได้หลายขนาดโดยผู้วิจัยสร้างไว้จำนวน 4 ชุด (1 ชุดมี 3 ข้อ) และจากประสบการณ์ของผู้สอนหากไม่ตัดเพลาข้อเหวี่ยงออกเป็นช่วงๆ ใช้เพลาข้อเหวี่ยงทั้งอันอาจทำให้ผู้เรียนบางส่วนไม่ตั้งใจฝึก เนื่องจากเห็นว่าข้อหลักและข้อก้านแต่ละข้อของเพลาข้อเหวี่ยงมีขนาดเท่ากันอาจมีการจำค่ามาตอบซึ่งไม่ตรงกับจุดประสงค์ของการสร้างชุดฝึก ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบชุดฝึกให้เหมาะสมสำหรับการฝึกปฏิบัติมากที่สุด อีกทั้งยังได้เจียระไนเพลาถ่วงดุลของเพลาข้อเหวี่ยงออกบางส่วนเพื่อเปิดพื้นที่ด้านข้างให้สะดวกเหมาะสมและง่ายต่อการฝึกทักษะการตรวจวัดด้วยไมโครมิเตอร์วัดนอกมากยิ่งขึ้น (ภาพที่ 3-20) สำหรับการฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนด้วยไมโครมิเตอร์วัดในผู้วิจัยได้นำก้านสูบมาดัดแปลงตัดแต่งให้เหลือเฉพาะรูในด้านที่ติดกับลูกสูบ ตกแต่งขัดเงาเคลือบสารกันสนิม (ภาพที่ 3-24) ส่วนการฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนด้วยไมโครมิเตอร์วัดลึกผู้วิจัยได้นำกระบอกสูบมาดัดแปลงตัดให้มีขนาดความยาวแตกต่างกันและใช้แผ่นเหล็กชนิดเรียบเชื่อมปิดด้านล่างกระบอกสูบตกแต่งขัดเงาเคลือบสารกันสนิม เพื่อให้สามารถฝึกตรวจวัดความลึกของชิ้นส่วนได้สะดวกและเหมาะสม (ภาพที่ 3-21 - ภาพที่ 3-23)

ภาพที่ 3-19 ตัดเพลาข้อเหวี่ยงให้เหลือ 1 ช่วง

ภาพที่ 3-20 เจียระไนตกแต่งข้อหลักและข้อก้านของเพลาข้อเหวี่ยง

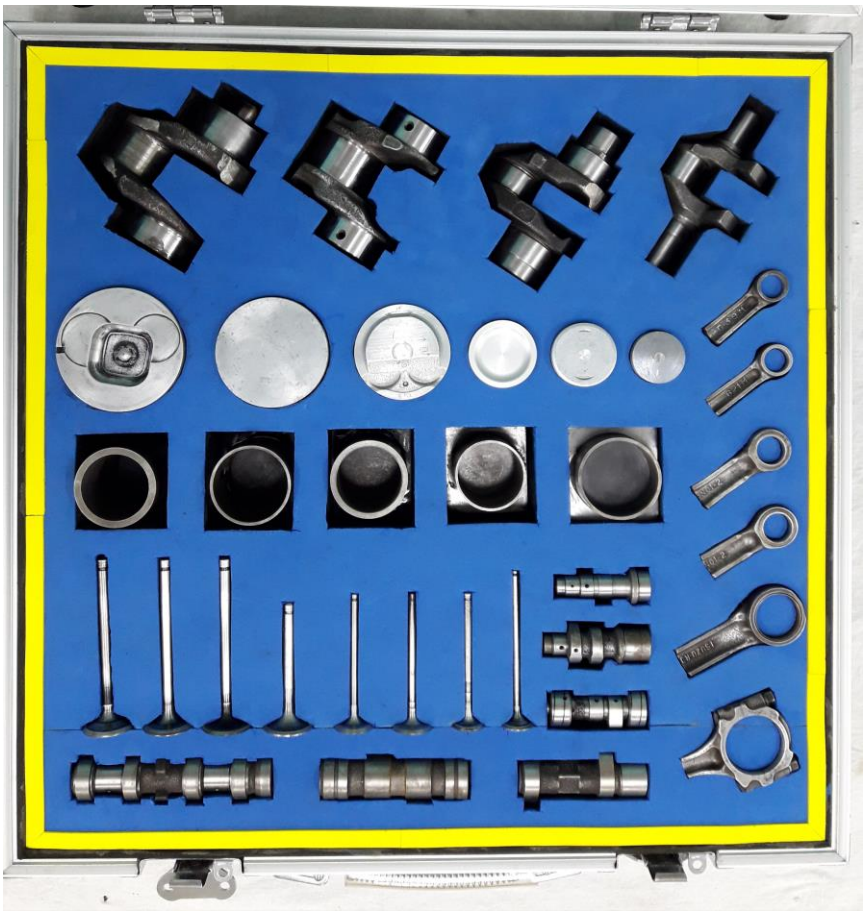
ภาพที่ 3-21 ตัดกระบอกสูบ

ภาพที่ 3-22 กลึงตกแต่งกระบอกสูบ

ภาพที่ 3-23 เชื่อมกระบอกสูบเป็นชิ้นส่วนฝึกวัดลึก

ภาพที่ 3-24 ตัดก้านสูบ

6) จัดวางชิ้นส่วนยานยนต์และอุปกรณ์ต่างๆ ลงในกล่องบรรจุชุดฝึกชุดที่ 2 ตามที่ได้ออกแบบไว้



ภาพที่ 3-25 จัดวางชิ้นส่วนยานยนต์ตามที่ออกแบบไว้

ภาพที่ 3-26 ภายนอกชุดเครื่องมือไมโครมิเตอร์ที่สมบูรณ์

ภาพที่ 3-27 ภายนอกชุดฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนยานยนต์ที่สมบูรณ์

ภาพที่ 3-28 ภายในชุดฝึกตรวจวัดชิ้นส่วนยานยนต์ที่เสร็จสมบูรณ์

ภาพที่ 3-29 ภายในชุดเครื่องมือไมโครมิเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์

3.2.2.4 เมื่อสร้างชุดฝึกเสร็จเรียบร้อยแล้วได้หาคุณภาพของชุดฝึกโดยนำชุดฝึกไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 5 ท่าน ประเมินเอกสารประกอบชุดฝึก ใบงานและใบประลอง การออกแบบสร้างชุดฝึกและการนำไปใช้งาน (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ หน้า 229-232)

3.2.2.5 ทดลองใช้ชุดฝึก หลังจากผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยได้นำชุดฝึกไปทดลองใช้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ดังนี้

1) ทดลองใช้เป็นรายบุคคลกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ที่ผ่านการเรียนรายวิชางานวัดละเอียดช่างยนต์มาแล้ว แต่ยังไม่เคยเรียนโดยใช้ชุดฝึกจำนวน 3 คนซึ่งมีผลการเรียนอยู่ในระดับเก่งอ่อนและปานกลางอย่างละ 1 คน ซึ่งผู้วิจัยจัดการสอนและดูแลอย่างใกล้ชิดโดยใช้ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์เก็บรวบรวมเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของชุดฝึกและปรับปรุงแก้ไข (รายละเอียดในภาคผนวก ญ หน้า 460)

2) ทดลองใช้กับกลุ่มเล็ก หลังจากพบปัญหาจากการทดลองรายบุคคลและแก้ไขเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยได้นำชุดฝึกมาทดลองอีกครั้งกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ที่ผ่านการเรียนรายวิชางานวัดละเอียดช่างยนต์มาแล้ว แต่ยังไม่เคยเรียนโดยใช้ชุดฝึกจำนวน 6 คนซึ่งมีผลการเรียนอยู่ในระดับเก่งอ่อนและปานกลางอย่างละ 2 คนและไม่ใช่คนเดิมที่อยู่ในขั้นทดลองรายบุคคล จากนั้นผู้วิจัยจัดการสอนและดูแลอย่างใกล้ชิดโดยใช้ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์เก็บรวบรวมเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข (รายละเอียดในภาคผนวก ญ หน้า 461)

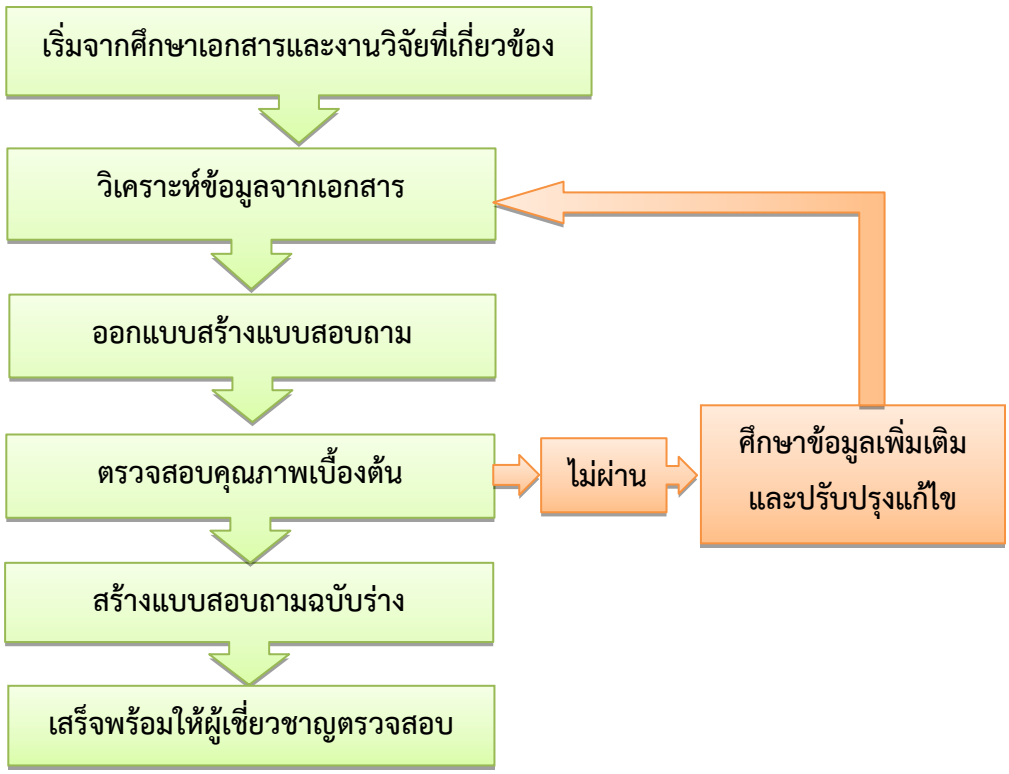
3) ทดลองใช้กับกลุ่มใหญ่ หลังจากตรวจพบปัญหาจากการทดลองกับกลุ่มเล็กและแก้ไขเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยได้นำชุดฝึกมาทดลองอีกครั้งกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 2 วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ซึ่งผ่านการเรียนรายวิชางานวัดละเอียดช่างยนต์มาแล้วแต่ยังไม่เคยเรียนโดยใช้ชุดฝึกทั้งห้องจำนวน 16 คน โดยผู้วิจัยจัดการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์เก็บรวบรวมเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของชุดฝึกและปรับปรุงแก้ไข (รายละเอียดในภาคผนวก ญ หน้า 462)

3.2.2.6 จากการทดลองทั้ง 3 ครั้งพบปัญหาข้อบกพร่องคือ ภาพการปรับตั้งไมโครมิเตอร์ในใบงานเล็บยาวไม่สุภาพ, ขอบของข้อหลักและข้อก้านเพลาข้อเหวี่ยงอันที่ 2 ลบคมไม่เรียบร้อยยังมีคมอยู่, สติ๊กเกอร์บอกชื่อชุดฝึกด้านหน้ากล่องเป็นดำมองไม่เห็น จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้ปรับปรุงและแก้ไขตามลำดับเรียบร้อยสมบูรณ์และปรับปรุงทำความสะอาดจัดเก็บเป็นชุดฝึกสำหรับนำไปใช้ทดสอบภาคสนามครั้งที่ 1 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนถัดไปเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึก

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับประเมินคุณภาพของชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์คือแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกสำหรับนักเรียนเป็นแบบรายการประมาณค่าสำหรับประเมินชุดฝึก มีขั้นตอนการดำเนินงานสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.2.3.1 แบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญเป็นแบบรายการประมาณค่าเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการประเมินคุณภาพของชุดฝึกการใช้ไมโครมิเตอร์ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล ออกแบบประเมินคุณภาพ ทำการตรวจสอบ

ปรับปรุงแก้ไข และทำแบบประเมินคุณภาพฉบับร่างดังแผนภาพที่ 3-30



ภาพที่ 3-30 การสร้างแบบประเมินที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพของชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์

3.2.3.2 การตรวจสอบเพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบประเมิน ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินฉบับร่างให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านพิจารณาความเห็น ปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันจึงได้แบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญฉบับสมบูรณ์ (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 115-145)

3.2.4 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนภาคทฤษฎี และเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมคะแนนผลสอบหลังเรียน การสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมคะแนนแบ่งได้ 2 ส่วน คือ

3.2.4.1 แบบทดสอบวัดความก้าวหน้าระหว่างเรียน เป็นแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าของนักเรียนในระหว่างการเรียนโดยผู้วิจัยจัดทำเป็นแบบฝึกหัดถูกผิด เลือกตอบ และเติมคำ แบ่งเป็นแบบฝึกหัดที่ 1 มี 15 ข้อๆ ละ 1 คะแนน, แบบฝึกหัดที่ 2 แบ่งเป็นแบบฝึกหัด 15 ข้อๆ ละ 1 คะแนนและแบบฝึกทักษะการอ่านค่าไมโครมิเตอร์วัดนอก 10 ข้อๆ ละ 4 คะแนน, แบบฝึกหัดที่ 3 แบ่งเป็นแบบฝึกหัด 13 ข้อๆ ละ 1คะแนนและแบบฝึกทักษะการอ่านค่าไมโครมิเตอร์วัดใน 7 ข้อๆ ละ 4 คะแนน, แบบฝึกหัดที่ 4 แบ่งเป็นแบบฝึกหัด 15 ข้อๆ ละ 1คะแนนและแบบฝึกทักษะการอ่านค่าไมโครมิเตอร์วัดลึก 10 ข้อๆ ละ 4 คะแนนรวมแบบฝึกหัดที่ใช้วัดความก้าวหน้าระหว่างเรียนทั้งหมด 85 ข้อ 166 คะแนน (รายละเอียดในภาคผนวก ช หน้า 281-298)

3.2.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมคะแนนผลการทดสอบหลังเรียน ผู้วิจัยได้สร้างข้อสอบแบบ

ปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ช หน้า 334-341) ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังแผนภาพที่ 3-31 มีรายละเอียดดังนี้

1) นำวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาทั้งหมดลงในตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นกำหนดความสำคัญของจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ มีความสำคัญมากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาถึงความจำเป็นของการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในการทำงาน ความยากง่ายของเนื้อหา และปริมาณเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง แล้วนำค่าที่ได้จากการประเมินความสำคัญตามระดับของวัตถุประสงค์ลงในตารางวิเคราะห์การออกข้อสอบ (Test Blueprint) เพื่อกำหนดจำนวนข้อของข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์ (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 109-111)

2) สร้างข้อสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามข้อมูลที่ได้จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบ และสร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้และมีจำนวนข้อสอบที่ออกไม่น้อยกว่า 25% ของข้อสอบที่ต้องการใช้จริงและออกข้อสอบไว้ทั้งหมดจำนวน 84 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 153-165) และเลือกข้อสอบที่ผ่านการหาคุณภาพมาใช้จริงตามตารางที่วิเคราะห์ไว้จำนวน 40 ข้อ ตอบถูกได้ 1 คะแนนและตอบผิดได้ 0 คะแนน

3) หาคุณภาพข้อสอบ โดยนำแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อสอบ(รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 115-135) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ นำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) จากนั้นพิจารณาเลือกข้อสอบที่ใช้ได้ซึ่งต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.8–1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 146-149)

4) หลังจากผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ได้นำแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปจำนวน 84 ข้อ ไปใช้ทดลองสอบกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช.2 กลุ่ม 3-5 จำนวน 40 คนเพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ

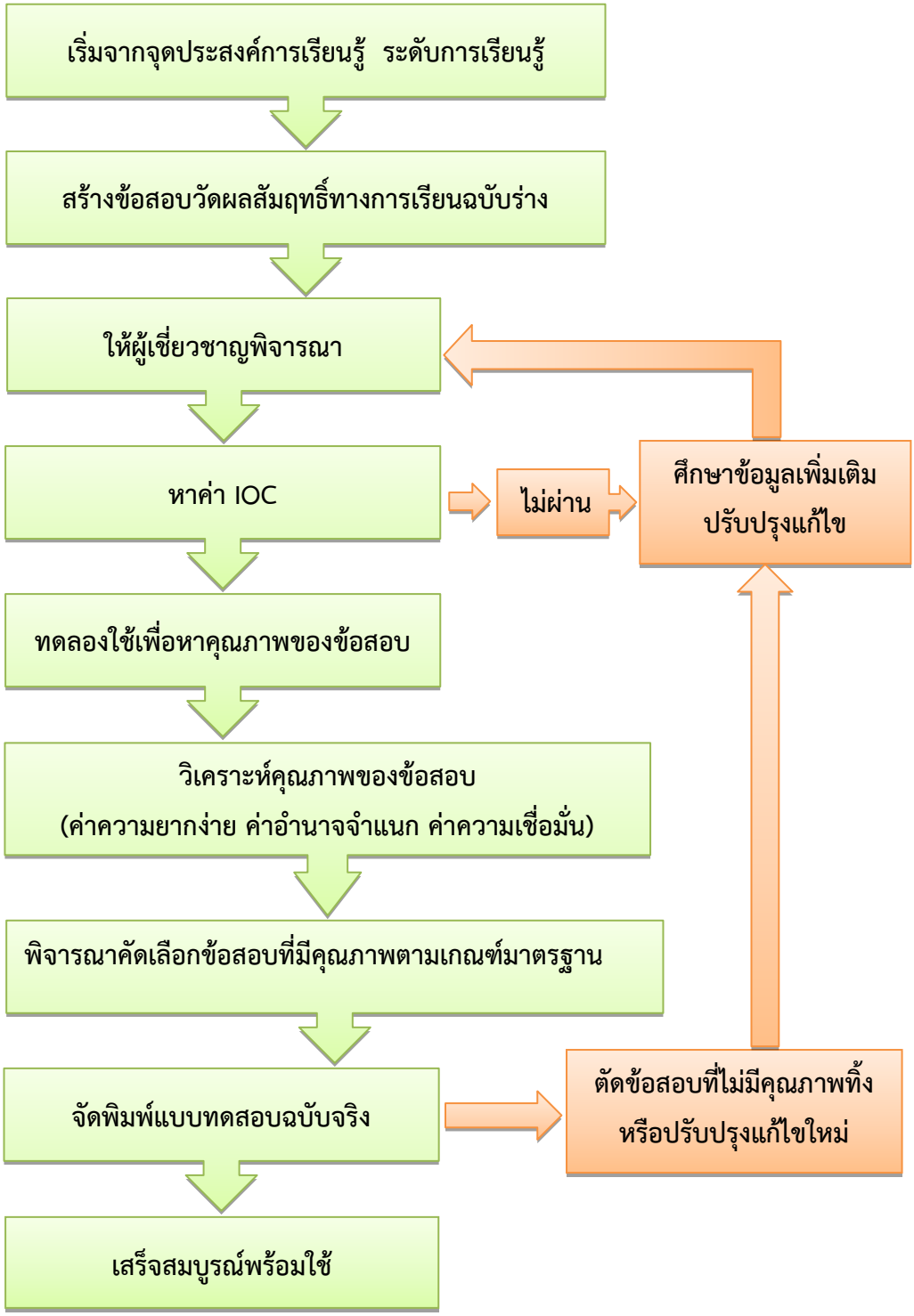
5) คุณภาพของข้อสอบหลังจากนำไปใช้ทดลองสอบ ซึ่งได้เก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าสถิติต่างๆ ดังนี้

- ค่าดัชนีความยาก (Difficulty Index) นำคะแนนจากการทดสอบรายข้อมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) โดยเกณฑ์ค่าความยากของข้อสอบที่ใช้ได้อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 168-172) และพิจารณาเลือกข้อสอบไว้ใช้จริงตามจุดประสงค์จำนวน 40 ข้อซึ่งข้อสอบที่เลือกไว้มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.28–0.68 และมีค่าความยากเฉลี่ยอยู่ที่ 0.53 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 175-176)

- ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) พิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 168-172) และคัดเลือกข้อสอบไว้ใช้จริงตามจุดประสงค์จำนวน 40 ข้อซึ่งข้อสอบที่เลือกไว้มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20–0.60 และมีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยอยู่ที่ 0.30 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 175-176)

6) คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์จำนวน 40 ข้อครบตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 173-174) จากนั้นนำข้อสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับ

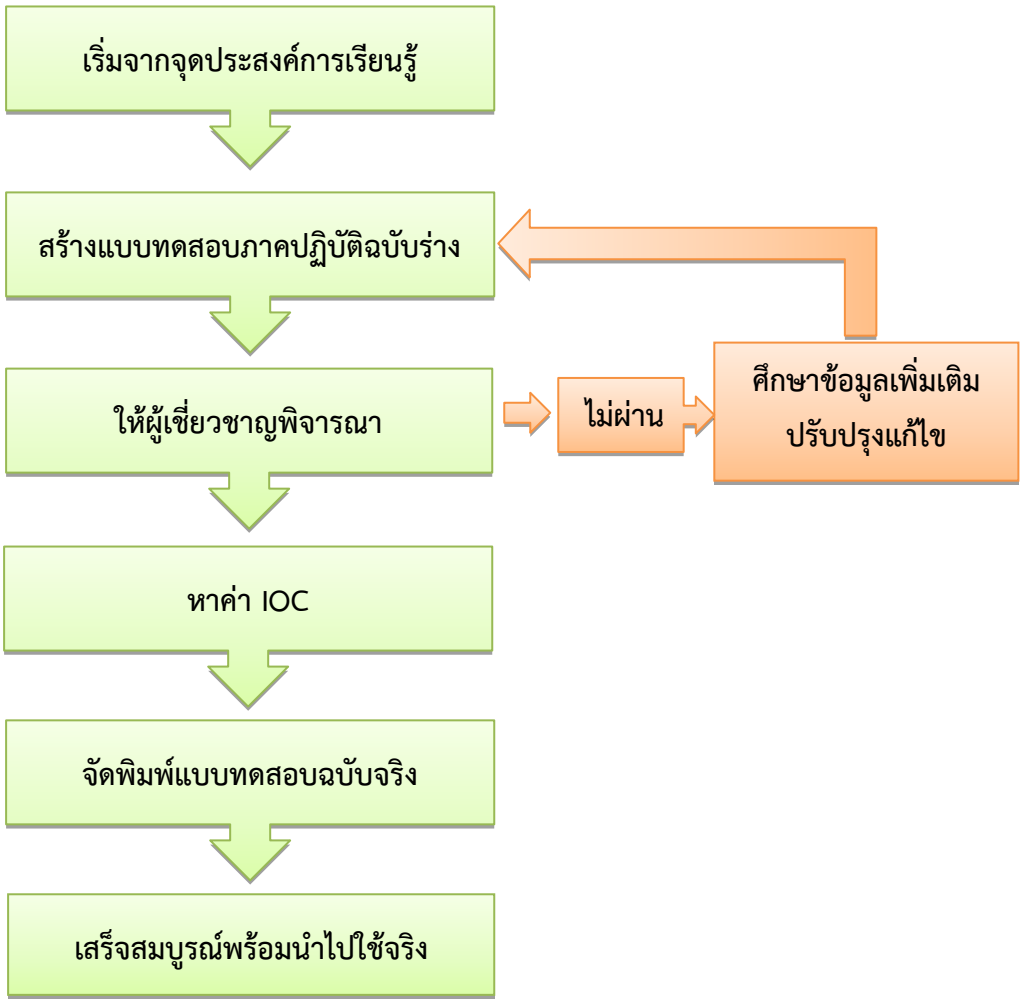
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช.3 กลุ่ม 1-4 จำนวน 40 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ (Reliability of test) โดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน KR-20 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 177-178)



ภาพที่ 3-31 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมคะแนนผลการทดสอบภาคปฏิบัติ

แบบทดสอบภาคปฏิบัติซึ่งขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบหลังเรียนภาคปฏิบัติแสดงดังแผนภาพที่ 3-32 ในการสร้างผู้วิจัยได้พิจารณาให้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ สร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และตรงกับระดับพฤติกรรมที่วิเคราะห์ไว้ในแบบทดสอบ ซึ่งประกอบไปด้วย ใบสั่งงาน (Job Sheet) หรือคำสั่งให้ปฏิบัติงานที่ชัดเจน เวลาในการปฏิบัติงาน รูปภาพแบบงาน เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน รวมถึงข้อควรระวังต่างๆ ที่จะให้ผู้เรียนลงมือทำอยู่ในเอกสารเพียงหน้าเดียว (รายละเอียดในภาคผนวก ช หน้า 343-348) ในส่วนของแบบทดสอบภาคปฏิบัติเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าระหว่างเรียนจะใช้ใบประลองซึ่งประกอบไปด้วยคำสั่งให้ปฏิบัติงานที่ชัดเจน เวลาในการปฏิบัติงาน รูปภาพแบบงาน เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และข้อควรระวังต่างๆ ที่จะให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ (รายละเอียดในภาคผนวก ช หน้า 321-326)



ภาพที่ 3-32 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

สร้างแบบประเมินผลภาคปฏิบัติ โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้แต่ละบทเรียนการให้คะแนนภาคปฏิบัติโดยการประเมินผลการปฏิบัติงานมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

10 คะแนน ขนาดอยู่ในพิกัดที่กำหนดให้

7 คะแนน ขนาดอยู่นอกพิกัดไม่เกิน ± 25 % ของขนาดกำหนด

3 คะแนน ขนาดอยู่นอกพิกัดไม่เกิน ± 50 % ของขนาดกำหนด

1 คะแนน ขนาดอยู่นอกพิกัดเกินกว่า ± 50 % ของขนาดกำหนด

0 คะแนน กรณีไม่มีผลงานออกมาเลย

การหาคุณภาพของแบบทดสอบภาคปฏิบัติผู้วิจัยได้นำแบบประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับข้อสอบให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้พิจารณาความเห็นโดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง คือ

เห็นว่าสอดคล้อง	ให้คะแนน	+ 1
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน	0
เห็นว่าไม่สอดคล้อง	ให้คะแนน	- 1

นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 150) และมีขั้นตอนแสดงดังแผนภาพที่ 3-32

3.2.6 สร้างวีดิทัศน์การปฏิบัติงานตามใบงานจำนวน 6 ใบงานแบ่งเป็น 6 วีดิทัศน์และวีดิทัศน์การใช้และอ่านค่าไมโครมิเตอร์วัดนอก, ไมโครมิเตอร์วัดใน, ไมโครมิเตอร์วัดลึก จำนวน 1 วีดิทัศน์ ในส่วนของวีดิทัศน์ผู้วิจัยได้นำของเดิมที่นำเสนอในงานส่งเสริมการนำนวัตกรรมสู่การเรียนรู้ จัดโดยศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีวศึกษาภาคเหนือ มาแก้ไขปรับปรุงและพัฒนาให้สอดคล้องกับใบงานในชุดฝึกที่พัฒนาขึ้นใหม่ และจากการปรึกษาที่ปรึกษาในการจัดทำผลงานวิชาการ ซึ่งที่ปรึกษาได้เสนอให้เพิ่มผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอน ผู้วิจัยจึงขอแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอนหลังจากแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและนำสื่อวีดิทัศน์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอนจำนวน 3 ท่านพิจารณาให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ หน้า 251-254)

3.2.7 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึก หลังจากที่หาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง (ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์) และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ได้นำชุดฝึกนี้ไปหาประสิทธิภาพโดยทดลองใช้จริงภาคสนามครั้งที่ 1 กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช.1 กลุ่ม 5-8 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชางานวัดละเอียดช่างยนต์ รหัสวิชา 2101-2106 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเป็นกลุ่ม (cluster sampling) จำนวน 1 กลุ่มได้กลุ่มที่ 8 จำนวน 20 คนโดยให้ผู้เรียนทดสอบก่อนเรียน จากนั้นแจกใบเนื้อหาจัดการเรียนการสอนตามแผนการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ จบแต่ละบทให้ทำแบบฝึกหัด ศึกษาใบงานปฏิบัติตามใบประลองและทำแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อสิ้นสุดครบทุกบทเรียนให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนมาหาประสิทธิภาพของชุดฝึก ซึ่งจากการทดลองใช้ชุดฝึกนี้มีประสิทธิภาพ 82.94/80.96 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 179-183) และผลจากการทดลองใช้จริงในภาคสนามเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึก ทำให้ผู้วิจัยพบข้อบกพร่องอีกเล็กน้อยในส่วนของใบงานที่ 2 เรียงสลับกัน 2 หน้า ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุง

แก้ไขและพัฒนาให้เรียบร้อยสมบูรณ์ จัดเรียงและพิมพ์ฉบับใหม่ ทำความสะอาดชุดฝึกตรวจสอบ ปรับปรุงความเรียบร้อยเก็บบรรจุลงกล่องพร้อมสำหรับใช้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ต่อไป

3.3 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการทดลองแบบ Non-Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลอง

Sample	Pretest	Treatment	Posttest
E (กลุ่มทดลอง)	T1	X	T2
C (กลุ่มควบคุม)	T1	-	T2

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการใช้ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ดังนี้

3.3.1 กำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องไมโครมิเตอร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ดังแผนภาพที่ 3-33 โดยมีขั้นตอนดังนี้

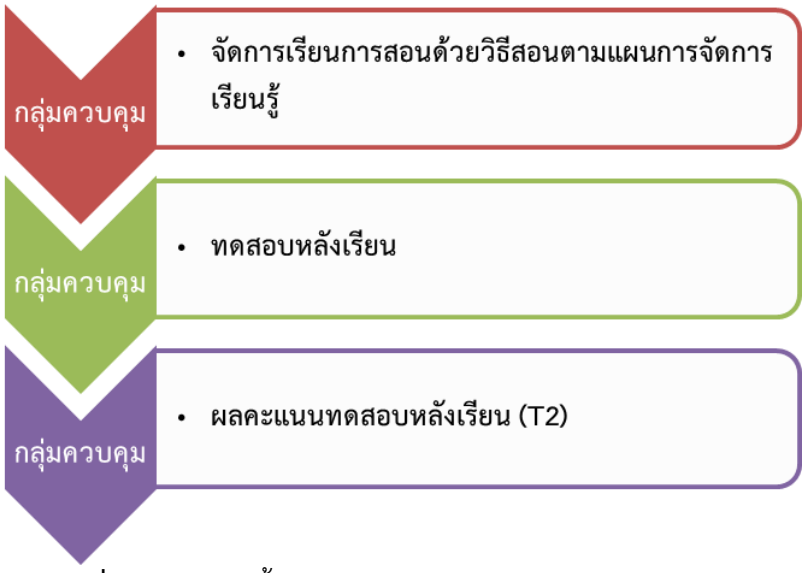
3.3.1.1 ทดสอบพื้นฐานความรู้ก่อนเรียน (Pretest) ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3.3.1.2 วิเคราะห์ผลคะแนนจากการทดสอบพื้นฐานความรู้ของทั้งสองกลุ่ม ด้วยค่าสถิติ t-test (Independent) ผลปรากฏว่าพื้นฐานความรู้ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่าง (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 181-183)

ภาพที่ 3-33 ขั้นตอนการทดสอบพื้นฐานความรู้ก่อนเรียน (Pretest)

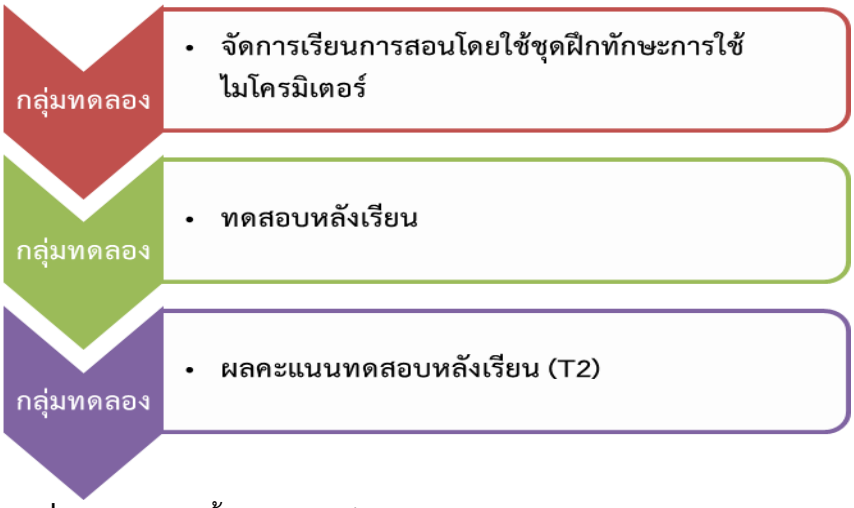
3.3.2 ดำเนินการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.2.1 กลุ่มควบคุม (Control Group) ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนโดยกลุ่มควบคุมเรียนภาคทฤษฎีเหมือนกับกลุ่มทดลอง แต่การฝึกภาคปฏิบัติให้ฝึกตรวจวัดกับชิ้นส่วนเครื่องยนต์ของจริง (รายละเอียดในภาคผนวก ซ หน้า 358) และเมื่อจบเนื้อหาทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติการทดลองกลุ่มควบคุมแสดงดังภาพที่ 3-34



ภาพที่ 3-34 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลคะแนนของกลุ่มควบคุม

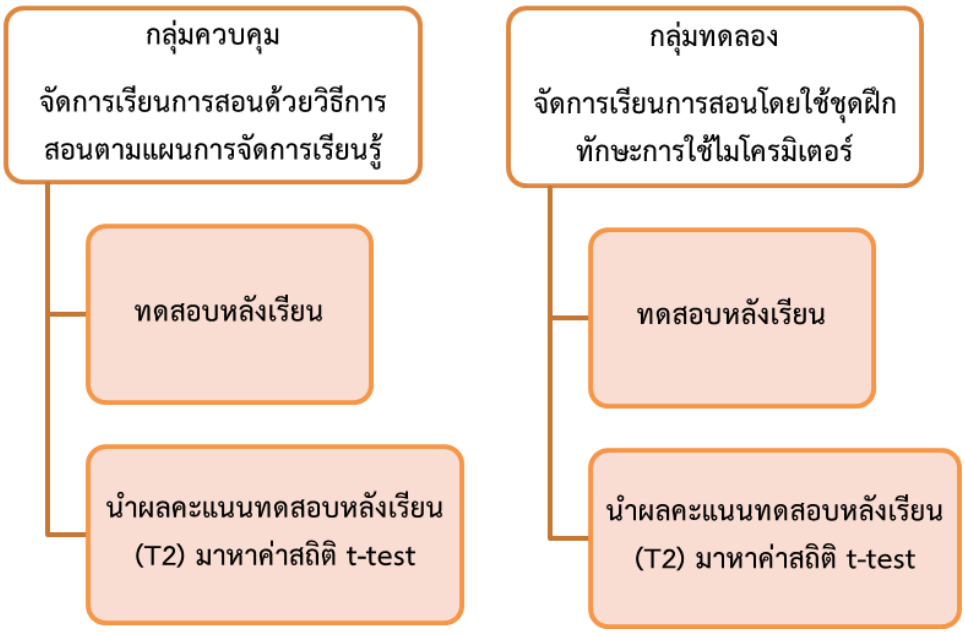
3.3.2.2 กลุ่มทดลอง (Experimental Group) ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ซึ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเรียนภาคทฤษฎีเหมือนกัน แต่ในขั้นตอนการฝึกปฏิบัติกลุ่มทดลองให้ฝึกปฏิบัติโดยใช้ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ (รายละเอียดในภาคผนวก ซ หน้า 356-357) และเมื่อจบเนื้อหาทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ การทดลองกลุ่มตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 3-35



ภาพที่ 3-35 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลคะแนนของกลุ่มทดลอง (กลุ่มตัวอย่าง)

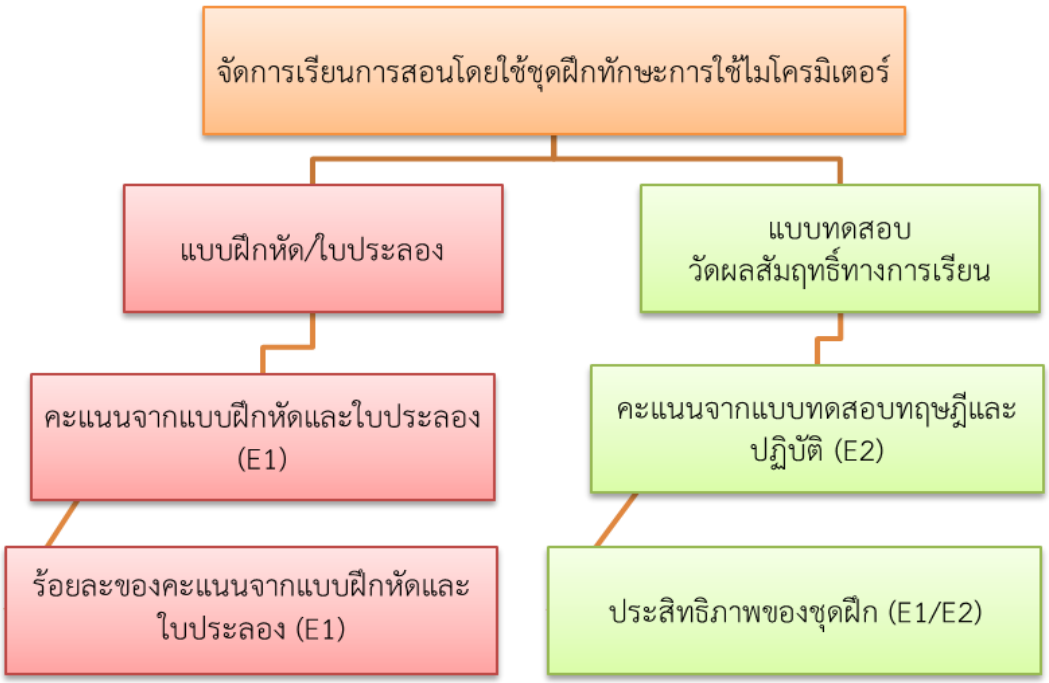
3.3.3 วิเคราะห์ผล

หาค่าความแตกต่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยค่าสถิติ t-test (Independent) ภาพที่ 3-36 (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 191-197)



ภาพที่ 3-36 การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนทดสอบหลังเรียนเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.4 เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหานำมาประสิทธิภาพ E1/E2 ดังแผนภาพที่ 3-37



ภาพที่ 3-37 แสดงขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดฝึก

จากภาพที่ 3-37 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกโดยเก็บคะแนนจากแบบฝึกหัด ใบประลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ด้วยชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ให้กับกลุ่มทดลอง (กลุ่มตัวอย่าง) ในระหว่างเรียนได้ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน และเก็บรวบรวมคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด และใบประลองในภาคปฏิบัติ จากนั้นจึงนำผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดและใบประลองไปหาค่า E1 และเมื่อจบเนื้อหาจึงให้ทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ และนำผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณหาค่า E2 (รายละเอียดภาคผนวก ง หน้า 185-187)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้รายงานได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ ดำเนินการดังนี้

3.4.1.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (พร้อมพรรณ, 2544: 115-116)

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

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา หรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

ค่า IOC ที่ใช้ได้จะมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

3.4.1.2 ค่าความยาก (p) (อนุวัติ, 2554: 144)

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

เมื่อ p = ค่าความยากของข้อสอบ

H = จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูกในข้อนั้น

L = จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูกในข้อนั้น

N = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ค่าความยากจะมีค่าตั้งแต่ 0.00-1.00 ถ้า p เข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย ถ้า p เข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก การแปลความหมายค่าความยาก (p) ใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่า p = 0.00-0.19 หมายถึง ข้อสอบยากเกินไป

ค่า p = 0.20-0.39 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างยาก

ค่า p = 0.40-0.59 หมายถึง ข้อสอบยากง่ายพอเหมาะ

ค่า p = 0.60-0.80 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างง่าย

ค่า p = 0.81-1.00 หมายถึง ข้อสอบง่ายเกินไป

3.4.1.3 อำนาจจำแนก (r) (อนุวัติ, 2554: 144)

$$r = \frac{H - L}{N/2}$$

เมื่อ r = ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H = จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูกในข้อสอบข้อนั้น

L = จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูกในข้อสอบข้อนั้น

N = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่า r	= 0.40 ขึ้นไป	หมายถึง	มีค่าอำนาจจำแนกสูงมาก
ค่า r	= 0.30-0.39	หมายถึง	มีค่าอำนาจจำแนกสูง
ค่า r	= 0.20-0.29	หมายถึง	มีค่าอำนาจจำแนกพอใช้
ค่า r	= 0.10-0.19	หมายถึง	มีค่าอำนาจจำแนกต่ำ
ค่า r	= 0.00	หมายถึง	ไม่มีอำนาจจำแนก
ค่า r	= ติดลบ	หมายถึง	มีค่าอำนาจจำแนกตรงกันข้าม

3.4.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) ใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson ดังนี้ (อนุวัติ, 2550: 255)

$$r_{KR\text{-}20} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เมื่อ $r_{KR\text{-}20}$ = ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k = จำนวนข้อสอบ

p = จำนวนนักเรียนที่ทำถูก/จำนวนนักเรียนทั้งหมด

q = สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นผิด = 1 – p

S^2 = ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

$$S^2 = \frac{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{N(N-1)}$$

X = คะแนนนักเรียนแต่ละคนที่ตอบถูก

$\sum x$ = ผลรวมของคะแนนของผู้เรียนที่ตอบถูก

N = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

3.4.1.5 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ค่าเฉลี่ย (ล้วน และอังคณา, 2536: 59)

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

เมื่อ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N = แทนจำนวนข้อมูล

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการหาประสิทธิภาพการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ (E1 และ E2) ดำเนินการดังนี้

3.4.2.1 การหาประสิทธิภาพการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ (E1 และ E2) (เสาวนีย์, 2528: 291-292)

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

เมื่อ E1 = คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

$\sum X$ = คะแนนรวมที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

N = จำนวนนักเรียน

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

เมื่อ E2 = คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง

$\sum F$ = คะแนนรวมที่นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N = จำนวนนักเรียน

3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดฝึกทักษะการใช้ไมโครมิเตอร์ ดำเนินการดังนี้

3.4.3.1 ค่าเฉลี่ย (ล้วน และอังคณา, 2536: 59)

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

เมื่อ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N = แทนจำนวนข้อมูล

3.4.3.2 หาค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2 กลุ่ม โดยใช้ t-test (Independent)(ล้วน และอังคณา, 2538: 73)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}}$$

โดยที่ df = n_1+n_2-2

เมื่อ $\bar{x}_1$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

$\bar{x}_2$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

s_1^2 = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

s_2^2 = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

n_1 = จำนวนผู้เรียนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 = จำนวนผู้เรียนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

การหาค่าความแปรปรวน

$$S^2 = \frac{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{N(N-1)}$$

3.4.3.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน และอังคณา, 2536: 63)

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

เมื่อ S.D = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$ = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n = จำนวนนักเรียน

3.4.4 การวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดฝึกโดยกำหนดเกณฑ์ค่าคะแนนไว้ 5 ระดับ (บุญชม, 2545: 121)

ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อยที่สุด
ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อย
ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมาก
ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมากที่สุด

การแปลความหมายของข้อมูลการประมาณค่า 5 ระดับ (บุญชม, 2545: 103)

1.00 – 1.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อยที่สุด
1.51 – 2.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับน้อย
2.51 – 3.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง
3.51 – 4.50 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมาก
4.51 – 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอยู่ในระดับมากที่สุด