



ใบ
T.D.
11-68

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ห้ามยืมออก

ในการดำเนินการพัฒนานาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม วิชาการเชื่อมโลหะ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการดังนี้

- 3.1 กลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.3 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี จำนวน 33 คน

3.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สัญลักษณ์การเชื่อม เป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน ประกอบด้วย แบบทดสอบระหว่างเรียน จำนวน 4 ชุด ชุดละ 10 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียน จำนวน 1 ชุด 30 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.2.1 ศึกษาตำราและเอกสารการสร้างข้อสอบ

3.2.2 ศึกษาหลักสูตรและวิเคราะห์เนื้อหาตามแผนการสอนของกรมอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2530

3.2.3 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยยึดหลักสูตรและแผนการสอนวิชา

การเชื่อมโลหะ 1

3.2.4 สร้างแบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ โดยศึกษาตัวอย่างข้อสอบจากชุดการสอนวิชา การเชื่อมโลหะ 1 ของศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาอาชีวศึกษาระดับอาชีวศึกษา และเอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยีการเชื่อมและประสาน เล่ม 2 ของ ผศ.สมชัย เกตุสมบัติ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ตรวจสอบความเที่ยงตรง

3.2.5 นำไปทดสอบกับนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ชั้นปีที่ 3 กลุ่ม 1,2 จำนวน 30 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม ในวิชาการเชื่อมโลหะ 1 มาแล้ว ในวันที่ 27 สิงหาคม พ.ศ.2537 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 แล้วนำคะแนนมาหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบและคัดเลือกของ ดร.ไพฑูรย์ โพธิ์สาร ศูนย์ข้อสอบมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร แล้วปรับปรุงข้อสอบที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ โดยได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญนำไปทดลองกับนักศึกษาปีที่ 3 กลุ่ม 3,4 จำนวน 30 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่องสัญลักษณ์การเชื่อมมาแล้วอีกครั้งหนึ่ง ในวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2537 เพื่อนำคะแนนที่ได้มาหาค่าความยากง่าย (p) อำนาจจำแนก (r) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบและตัวเลือกของ ดร.ไพฑูรย์ โพธิ์สาร เช่นเดิม แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.77 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.67 ได้ข้อสอบทั้งสิ้น 75 ข้อ

3.2.6 ทำการวิเคราะห์และเลือกข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ จากข้อสอบ 75 ข้อ เพื่อให้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนโดยแบ่งเป็น 4 ชุด ๆ ละ 10 ข้อ ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนในแต่ละตอน แบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.26 - 0.77 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.60

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

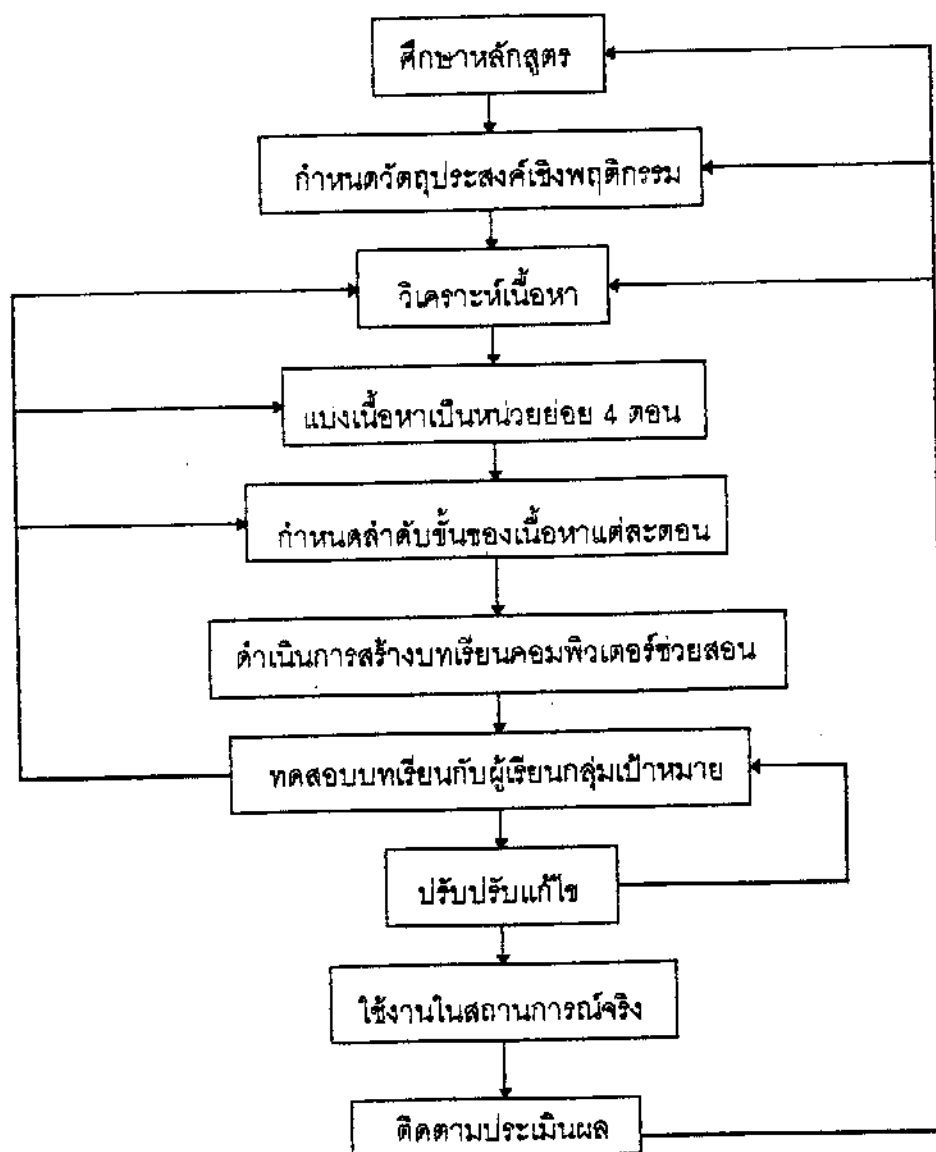
เนื้อหาจุดประสงค์	ระดับพฤติกรรม			
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	จำนวน ข้อสอบ
1. บอกสัญลักษณ์ของแนวเชื่อมแบบต่างๆ ได้	1	2	-	3
2. เขียนสัญลักษณ์แนวเชื่อมได้อย่างถูกต้อง	-	3	1	4
3. อธิบายองค์ประกอบของสัญลักษณ์การเชื่อมได้	2	2	1	5
4. บอกรายละเอียดของสัญลักษณ์การเชื่อมได้อย่างถูกต้อง	1	2	-	3
5. บอกความแตกต่างของรอยเชื่อมชนิดต่างๆ ได้	1	1	1	3
6. บอกตำแหน่งรอยเชื่อมของการเชื่อมแบบต่างๆ ได้	2	1	1	4
7. เขียนสัญลักษณ์การเชื่อมบนงานรูปตัววีได้	3	2	-	5
8. เขียนสัญลักษณ์การเชื่อมท่อได้อย่างถูกต้อง	-	2	1	3
รวมข้อสอบ	10	15	5	30

จากตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาการเชื่อมโลหะ 1 เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม จำนวน 30 ข้อ

3.2.7 เลือกข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ จากข้อสอบ 75 ข้อ เพื่อให้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.23 - 0.73 และมีค่าอำนาจจำแนก (k) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.67 จากนั้นนำไปทดสอบเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นกับนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี แผนกช่างเชื่อมโลหะ ชั้นปวส. ปีที่ 1 กลุ่ม 1,2 จำนวน 30 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม ในวิชาการเชื่อมโลหะ 1 มาแล้ว ในวันที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2537 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โดยให้โปรแกรมสำเร็จรูปของ KR-21 ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.649

3.3 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการเชื่อมโลหะ 1 เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อมสำหรับ นักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะเป็น โมเดลแบบเชิงเส้นตรง (Linear Programmed) ซึ่งผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้นเอง โดยศึกษาหลักการ และทฤษฎีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้



ภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม

3.3.1 ศึกษาหลักสูตร ตามแผนการสอนรายวิชา วิชาการเชื่อมโลหะ 1 (ชอก. 8001) เรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม ของกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2530 มีรายละเอียดของการศึกษาดังนี้

3.3.1.1 การสอนโดยทั่วไป

การสอนสัญลักษณ์การเชื่อม เป็นการสอนที่จะต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถอ่านและเขียนสัญลักษณ์ได้ เพราะในการลงไปปฏิบัติงานเชื่อมในพื้นที่จริง ๆ ผู้เรียนจะต้องอาศัยพื้นฐานจากการเรียนเรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม นำไปใช้ประกอบในการอ่านใบงานแล้วปฏิบัติตามการเชื่อมให้ถูกต้องตามใบสั่งงานนั้น ๆ การสอนจึงต้องอาศัยเทคนิควิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ และทักษะอย่างแท้จริง

3.3.1.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ก. ให้ผู้เรียนบอกความมุ่งหมายของการใช้สัญลักษณ์ ในการนำไปประกอบการปฏิบัติงานเชื่อมตามใบงาน

ข. ให้ผู้เรียนสามารถเขียนองค์ประกอบของสัญลักษณ์การเชื่อมได้ถูกต้อง

ค. ให้ผู้เรียนสามารถอ่านสัญลักษณ์การเชื่อมได้ถูกต้องและนำไปเขียน

สัญลักษณ์ได้ในการออกแบบการเชื่อม

ง. ผู้เรียนสามารถบอกความหมายตำแหน่งมาตรฐานของส่วนประกอบสัญลักษณ์การเชื่อมได้

3.3.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนแต่ละตอน

3.3.2.1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตอน 1

ก. ผู้เรียนสามารถบอกสัญลักษณ์ของแนวเชื่อมแบบต่าง ๆ ได้

ข. ผู้เรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แนวเชื่อมได้ถูกต้อง

3.3.2.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตอน 2

ก. ผู้เรียนสามารถอธิบายองค์ประกอบของสัญลักษณ์การเชื่อมได้

ข. ผู้เรียนสามารถบอกรายละเอียดของสัญลักษณ์การเชื่อมได้อย่างถูกต้อง

3.3.2.3 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตอน 3

ก. ผู้เรียนสามารถบอกความแตกต่างของรอยเชื่อมชนิดต่าง ๆ ได้

ข. ผู้เรียนสามารถบอกตำแหน่งท่าเชื่อมของการเชื่อมแบบต่าง ๆ ได้

3.3.2.4 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตอน 4

ก. ผู้เรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์การเชื่อมบากหน้างานรูปตัววีได้

ข. ผู้เรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์การเชื่อมท่อนได้อย่างถูกต้อง

3.3.3 กำหนดลำดับชั้นของเนื้อหาที่จะเรียนโดยแยกตามเนื้อหาย่อยในแผนการสอน
รายวิชา มีรายละเอียดดังนี้

3.3.3.1 กำหนดเนื้อหาตอน 1 สัญลักษณ์พื้นฐานการเชื่อม เป็นเนื้อหาที่ประกอบด้วยมาตรฐานของการเชื่อมแห่งสหรัฐอเมริกา (AWS) ซึ่งเป็นเครื่องหมายที่ใช้เขียนแทนข้อความที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับ สัญลักษณ์แนวเชื่อม (Weld Symbol) และสัญลักษณ์ผนวก (Supplementary Symbol) ที่จะบอกรายละเอียดในการเชื่อม

3.3.3.2 กำหนดเนื้อหาตอน 2 หลักการทั่วไปของสัญลักษณ์การเชื่อม เป็นการบอกตำแหน่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการเชื่อม เช่น ตำแหน่งของของหัวลูกศร เป็นตำแหน่งบอกจุดที่ต้องทำการเชื่อม ตำแหน่งแนวเชื่อมที่เหมาะสมกับรอยต่อที่ใช้ในการเชื่อมกับโลหะชนิดต่าง ๆ การใช้สัญลักษณ์ในการเชื่อมสนาม การตกแต่งผิวและลักษณะของแนวเชื่อมที่เราต้องการรวมทั้งองค์ประกอบทั่วไปของสัญลักษณ์การเชื่อม

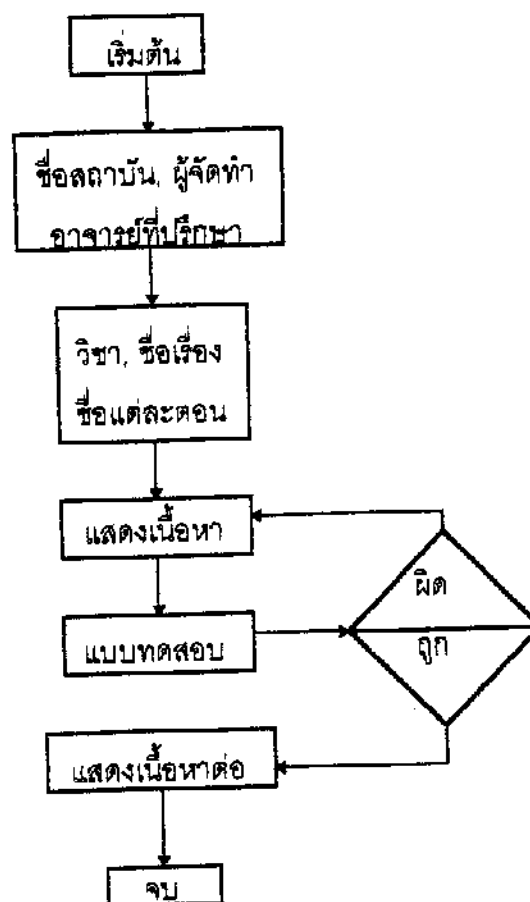
3.3.3.3 กำหนดเนื้อหาตอน 3 พื้นฐานของรอยต่อและตำแหน่งรอยเชื่อม จะมีเนื้อหาเกี่ยวกับชนิดของรอยต่อ (Types of joint) แบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับชิ้นงาน ชนิดของรอยเชื่อม (Types of Welds) ที่นำมาใช้กับกระบวนการเชื่อม ซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับตำแหน่งท่าเชื่อม (Welding Position) ตำแหน่งการเชื่อมต่อจาก (Fillet welds Position) เป็นตำแหน่งการเชื่อมอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในเชื่อมต่อชิ้นงาน

3.3.3.4 กำหนดเนื้อหาตอน 4 สัญลักษณ์การเชื่อมบากหน้างานรูปตัววี เป็นเนื้อหาการเชื่อมสำหรับโลหะงานที่มีความหนา เราจะต้องมี มุมมาตรฐานการบากหน้างานรูปตัววี โดยกำหนดสัญลักษณ์การเชื่อมบากหน้างานแผ่นโลหะ (Plate) ในตำแหน่งท่าเชื่อมต่างๆ และสัญลักษณ์การเชื่อมท่อน (Pipe)

3.3.4 ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้โปรแกรม PC Storyboard Live เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะเป็นโมเดล (Model) แบบเรียงเส้นตรง (Linear Programmed) โดยบทเรียนได้ถูกแบ่งออกเป็นกรอบ (Frame) เพื่อนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน มีการจัดลำดับกรอบเนื้อหาให้ผู้เรียนแบบตายตัว กรอบเนื้อหาจะเรียงลำดับเนื้อหาที่ง่ายไปหายาก

ผู้เรียนจะเริ่มศึกษาจากกรอบแรกและกรอบต่อไปตามลำดับจนถึงกรอบสุดท้ายไม่มีการข้ามกรอบใด ๆ เลย ทุกคนจะต้องทำเหมือนกันหมด สิ่งทีเรียนจากกรอบต้น ๆ จะเป็นพื้นฐานของการเรียนในกรอบถัดไป

ขั้นตอนการดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 3 แผนภูมิการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเรียงเส้นตรง

3.3.4.1 ศึกษาการสร้างและการนำเสนอบทเรียน โดยใช้โปรแกรม PC Storyboard Live จากคู่มือการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI ของบุรณะ สมชัย (2535)

3.3.4.2 เขียนแผนผังโปรแกรม (Flow Chart) ของเนื้อหาแต่ละตอน ประกอบด้วย

ก. แผนผังโปรแกรม WS1 เพื่อเสนอเนื้อหา ตอน 1 สัญลักษณ์พื้นฐานการเชื่อม

ท. แผนผังโปรแกรม WS2 เพื่อเสนอเนื้อหา ตอน 2 หลักการทั่วไปของสัญลักษณ์
การเชื่อม

ค. แผนผังโปรแกรม WS3 เพื่อเสนอเนื้อหา ตอน 3 พื้นฐานของรอยต่อและตำแหน่ง
ทำเชื่อม

ง. แผนผังโปรแกรม WS4 เพื่อเสนอเนื้อหา ตอน 4 สัญลักษณ์การเชื่อมปากหน้า
งานรูปตัววี

3.3.4.3 ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ตรวจสอบปรับปรุง
แก้ไข

3.3.4.4 สร้างโปรแกรม WS1,WS2,WS3 และ WS4 โดยใช้โปรแกรม PC Storyboard
Live มีขั้นตอนดังนี้

ก. สร้างภาพและตัวอักษรของแต่ละกรอบเนื้อหา (Frame) โดยใช้โปรแกรมย่อย PM
(Picture Maker)

ข. จัดลำดับของกรอบตามแผนผังที่เขียนไว้ และสร้างเงื่อนไขของการนำเสนอโดยใช้
โปรแกรมย่อย SE (Story Editor)

ค. ตรวจสอบการนำเสนอบทเรียนโดยใช้โปรแกรมย่อย ST (Story Teller)

3.3.5 ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ตรวจสอบ ปรับปรุง
แก้ไข

3.3.6 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดสอบหาประสิทธิภาพกับนักศึกษาระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาเทคนิคอุดรธานี ที่เป็นกลุ่ม
ตัวอย่าง จำนวน 33 คน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

3.3.6.1 การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-One testing) ทำการทดลองกับกลุ่ม
ตัวอย่าง จำนวน 3 คน ที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับสูง ปานกลางและต่ำ ระดับละ 1 คน เป็น
การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพและค่าดัชนีประสิทธิผล เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียน
ผลการทดลองได้ประสิทธิภาพของบทเรียน 84.17/78.33 และค่าดัชนีประสิทธิผล .66

3.3.6.2 การทดลองกลุ่มเล็ก (Small group testing) เป็นการนำบทเรียนที่ผ่านการ
ปรับปรุงในครั้งแรกมาทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มี
ผลการเรียนอยู่ในระดับสูง 3 คน ระดับปานกลาง 4 คน และระดับต่ำ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพ
และปรับปรุง บทเรียนอีกครั้งหนึ่ง ผลการทดลองได้ประสิทธิภาพของบทเรียน 85/81 และค่าดัชนี
ประสิทธิผล .67

3.3.6.3 การทดลองภาคสนาม (Field testing) เป็นการนำบทเรียนที่ผ่านการปรับปรุงครั้งที่ 2 มาทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับสูง 6 คน ระดับปานกลาง 8 คน และระดับต่ำ 6 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยตั้งเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพของบทเรียน ไว้ที่ 80/80 และค่าดัชนีประสิทธิผลไม่ต่ำกว่า .50 ผลการทดลองได้ประสิทธิภาพของบทเรียน 88.50/82.17 และค่าดัชนีประสิทธิผล .67

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จากการทดลองหนึ่งต่อหนึ่ง การทดลองกลุ่มเล็ก และการทดลองภาคสนาม กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 ทดสอบก่อนเรียน นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง ในวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2538

3.4.2 ดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้เวลา 2 วัน 7 คาบ รวม 2 คาบ ระหว่างวันที่ 5-12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2538 โดยผู้ศึกษาค้นคว้าดำเนินการสอนเองดังนี้

3.4.2.1 คาบที่ 1 สอนเนื้อหาตอน 1 ด้วยโปรแกรม WS1 ใช้เวลา 20 นาที หลังจากจบบทเรียนได้ทำการทดสอบวัดผลการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบระหว่างเรียนชุดที่ 1 ใช้เวลา 10 นาที จากนั้นสอนเนื้อหาตอน 2 ด้วย โปรแกรม WS2 ใช้เวลา 20 นาที หลังจากจบบทเรียนได้ทำการทดสอบวัดผลการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบระหว่างเรียนชุดที่ 2 ใช้เวลา 10 นาที

3.4.2.2 คาบที่ 2 สอนเนื้อหาตอน 3 ด้วยโปรแกรม WS3 ใช้เวลา 20 นาที หลังจากจบบทเรียนได้ทำการทดสอบวัดผลการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบระหว่างเรียนชุดที่ 3 ใช้เวลา 10 นาที จากนั้น สอนเนื้อหาตอน 4 ด้วยโปรแกรม WS4 ใช้เวลา 20 นาที หลังจากจบบทเรียนได้ทำการทดสอบวัดผลการเรียนของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบระหว่างเรียนชุดที่ 4 ใช้เวลา 10 นาที

3.4.3 การทดสอบหลังเรียน คือ หลังจากการสอนสิ้นสุดลงแล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมกับที่ใช้ในการทดสอบก่อนการทดลอง มาทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งหนึ่ง ในวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2538 จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

ก่อนเรียน การทดสอบระหว่างเรียนแต่ละตอนและการทดสอบหลังการเรียน มาวิเคราะห์เพื่อประเมินผลบทเรียน

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้วิธีของ Goodman, Fletcher and Schreider (Goodman, 1980) ซึ่งหาได้จากสูตร

$$E.I. = \frac{\text{Posttest} - \text{Pretest}}{\text{Maximum Possible} - \text{Pretest}}$$

$$E.I. = \frac{P2 - P1}{MP - P1}$$

E.I. = แทน ค่าดัชนีประสิทธิผล

P1 = แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน

P2 = แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน

MP = แทน คะแนนเต็มของการทดสอบ

3.5.2 หามาตรฐานประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2) โดยใช้สูตร

สูตรที่ 1 หาค่า E_1

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X_i}{n}}{A} \times 100$$

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X_i$ = คะแนนรวมของทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

n = จำนวนนักศึกษา

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

สูตรที่ 2 หาค่า E_2

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X_2}{n}}{B} \times 100$$

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X_2$ = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

n = จำนวนนักศึกษา

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

3.5.3 ค่าเฉลี่ย (Mean)

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

เมื่อ $\bar{X}$ = คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนรวมทั้งหมด

N = จำนวนข้อมูล

3.5.4 หาค่าความยากง่าย (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบและคัดเลือกข้อสอบของ ดร.ไพฑูรย์ โพธิ์สาร (ศูนย์ข้อสอบมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร)

3.5.5 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปของ Kuder Richardson โดยใช้สูตร KR - 21