

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การศึกษาองค์ความรู้นรดกฎหมายปัญญาทางวัฒนธรรมการปั้นและหล่อพระพุทธรูปโลหะ บ้านช่างหล่อ ตำบลหายยา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาองค์ความรู้ในมรดกทางวัฒนธรรมการปั้นและหล่อพระพุทธรูปโลหะของบ้านช่างหล่อ ตำบลหายยา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและ สมบัติเชิงกลของโลหะผสมหลังการหล่อ และเพื่อจัดทำบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การปั้นและหล่อพระพุทธรูปโลหะ ใช้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ (สาระเพิ่มเติม) ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจองค์ความรู้กฎหมายปัญญาห้องถัง วิเคราะห์องค์ประกอบ ของโลหะผสมหลังการหล่อ และเชิงทดลอง เพื่อพัฒนาบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การปั้นและการหล่อพระพุทธรูปโลหะ

ประชาระและกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จากการดำเนินการวิจัยไว้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ

ตอนที่ 1 ศึกษาองค์ความรู้ในมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมการปั้นและหล่อพระพุทธรูปโลหะ ประชากร คือ ผู้ประกอบการเกี่ยวกับการปั้นและหล่อพระพุทธรูปโลหะ ของชุมชนบ้านช่างหล่อ ตำบลหายยา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ประกอบการปั้นและหล่อพระพุทธรูปโลหะที่มีประสบการณ์ในการปั้นมากกว่า 20 ปีขึ้นไป ของบ้านช่างหล่อ ตำบลหายยา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 4 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางคณิตศาสตร์และสามัญคติเชิงกลของโลหะผสมหลังการหล่อ ประชากร คือ โลหะผสมของโรงหล่อ จากชุมชนบ้านช่างหล่อ ตำบลหายยา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

กลุ่มตัวอย่าง คือ ชิ้นส่วนตัวอย่างโลหะผสมหลังการหล่อ จากโรงหล่อบ้านนายอินสอน แก้วดวงแสง จำนวน 500g.

ตอนที่ 3 จัดทำบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การปั้นพระพุทธรูป และการหล่อพระพุทธรูปโลหะรายวิชาวิทยาศาสตร์ (สาระเพิ่มเติม) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนชุมชนเทศบาลวัดครีคอน ใช้ สังกัดสำนักการศึกษาเทศบาลนครเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนชุมชนเทศบาลวัดครีคอน ใช้ สังกัดสำนักการศึกษาเทศบาลนครเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ โดยเป็นนักเรียนกลุ่มสนใจ จำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาองค์ความรู้ในมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมการปั้นและหล่อพระพุทธรูปโลหะ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ

แบบสัมภาษณ์ เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ใช้ในการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกประกอบด้วยประเด็นที่เป็นแนวคำถาม

ที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลประวัติส่วนตัว กระบวนการคิดค้นหรือพัฒนาผลงาน ชนิดของผลงาน ต้นทุนการผลิต ราคาจำหน่ายและคาดการณ์ปริมาณผลผลิตขั้นตอนกรรมวิธีการ ผลิตพระพุทธรูปโลหะลักษณะโดยเด่นที่เป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ประโภชน์ที่ได้รับต่อตนเอง และชุมชนลักษณะการสืบทอดภูมิปัญญาด้านการปั้นและหล่อพระพุทธรูปโลหะการเผยแพร่ผลงาน และผลงานที่ภาคภูมิใจ หรือรางวัลเกียรติยศ

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี และสมบัติเชิงกลของโลหะผสมหลังการหล่อ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย มีดังนี้

1. เครื่องมือตัดโลหะ Struers Labotom-3 ใช้ในการตัดชิ้นส่วนตัวอย่างโลหะผสมหลัง การหล่อ จากบ้านช่างหล่อ ดำเนินหายา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 เครื่องมือตัดโลหะ Struers Labotom-3

ที่มา : ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรมคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

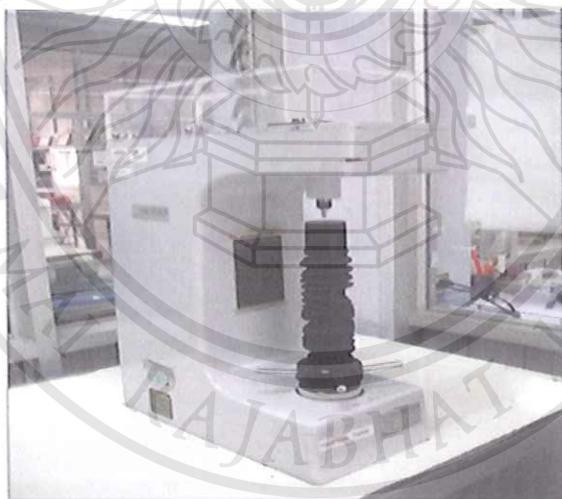
2. เครื่องมือวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีคือสแกนนิ่งอิเล็กตรอน ไนโตรสโคป (Scanning Electron Microscope) หรือกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องการดูรุ่น JEOL JSM-5910 LV จากภาควิชาเคมีอุตสาหกรรมคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) แสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 เครื่องสแกนนิ่ง อิเล็กตรอน ไนโตรสโคป (Scanning Electron Microscope)
หรือกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอน แบบส่องกราด

ที่มา : ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3. เครื่องมือวัดความแข็ง Vickers Macro hardness Tester รุ่น BROOKS Model : MAT 24
จากภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นวิธีการวัดความแข็ง
แบบหมก Load 30 kgf. โดยใช้โปรแกรม Image J ช่วยวัดค่า d และแสดงดังภาพที่ 3.3

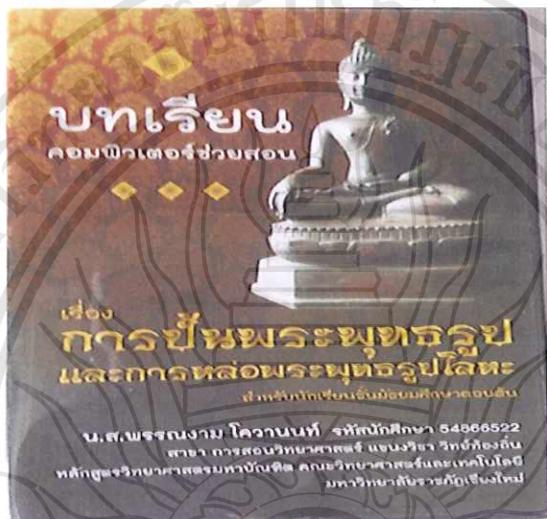


ภาพที่ 3.3 เครื่องมือวัดความแข็ง Vickers Macro hardness Tester
รุ่น BROOKS Model : MAT 24

ที่มา : ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตอนที่ 3 จัดทำบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการปั้นพระพุทธรูปและการหล่อพระพุทธรูปโลหะ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ (สาระเพิ่มเติม) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เครื่องมือที่ผู้จัดใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีดังนี้

1. บทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การปั้นและหล่อพระพุทธรูปโลหะ



ภาพที่ 3.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การปั้นและการหล่อพระพุทธรูป

2. แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ ผู้ศึกษาวิจัย ได้ออกแบบประเมิน โดยกำหนดหัวข้อและรายการต่าง ๆ ตามประเด็นที่ต้องการศึกษา โดยพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมิน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบประเมินแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา และ ด้านเทคนิคการผลิตผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดการประมาณค่าอยู่ที่ 5 ระดับคือ

5	หมายถึง	มีคุณภาพในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีคุณภาพในระดับมาก
3	หมายถึง	มีคุณภาพในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีคุณภาพในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีคุณภาพในระดับน้อยที่สุด

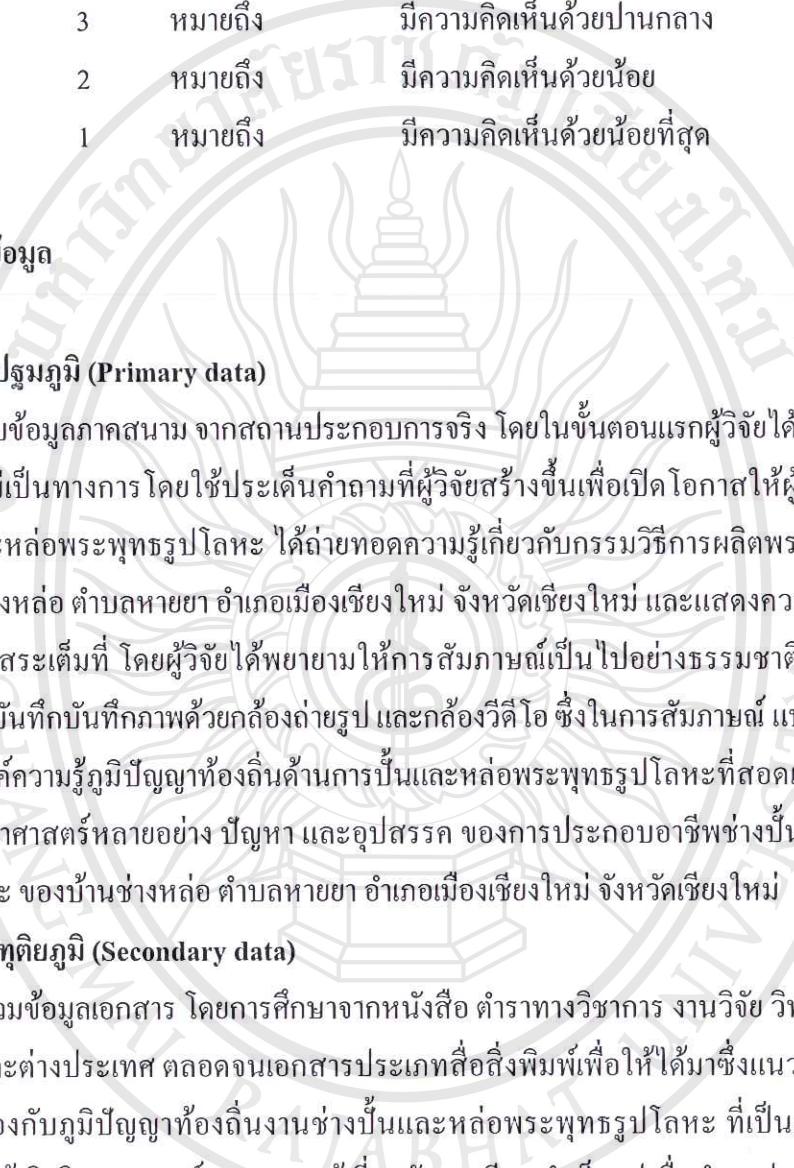
3. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน ผู้จัด ได้ออกแบบประเมิน หลังจากนักเรียนได้เรียนผ่านบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การปั้นพระพุทธรูปและการหล่อพระพุทธรูป โลหะจะลงແล້ວ โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน โดยแบบประเมินแบ่งออกเป็น 2 ด้าน

ได้แก่ ด้านการออกแบบและเนื้อหาด้านความพึงพอใจในบทเรียน โดยใช้แบบสอบถามประเภทมาตราส่วนประมาณค่า แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ

5	หมายถึง	มีความคิดเห็นด้วยมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความคิดเห็นด้วยมาก
3	หมายถึง	มีความคิดเห็นด้วยปานกลาง
2	หมายถึง	มีความคิดเห็นด้วยน้อย
1	หมายถึง	มีความคิดเห็นด้วยน้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data)

การเก็บข้อมูลภาคสนาม จากสถานประกอบการจริง โดยในขั้นตอนแรกผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ โดยใช้ประเด็นคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ประกอบอาชีพช่างปืนและหล่อพระพุทธรูปโลหะ ได้ถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิตพระพุทธรูปโลหะของบ้านช่างหล่อ คำนับลายยา จำเกอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ และแสดงความคิดเห็นออกมายield="block" style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">


ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data)

รวบรวมข้อมูลเอกสาร โดยการศึกษาจากหนังสือ ตำราทางวิชาการ งานวิจัย วิทยานิพนธ์ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ตลอดจนเอกสารประเกทสือสิ่งพิมพ์เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นงานช่างปืนและหล่อพระพุทธรูปโลหะ ที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรมความรู้เชิงวิชาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับบทเรียนสำเร็จรูปเพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์และสังเคราะห์มีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากอินเตอร์เน็ตด้วย จึงทำให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลทางด้านหลักฐาน หนังสืออ้างอิง และจากเว็บไซต์

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

งานศึกษาวิจัย เรื่องศึกษาองค์ความรู้ในมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมการบ้านและหล่อพระพุทธรูปโลหะ ของบ้านช่างหล่อ ตำบลหาดใหญ่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 3 ตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาองค์ความรู้ในมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมการบ้านและหล่อพระพุทธรูปโลหะ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องจากหนังสือ วารสาร รายงาน บทความ สิ่งพิมพ์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้แก่ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 (ฉบับแก้ไข พุทธศักราช 2545) รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยพุทธศักราช 2550 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ความรู้ด้านภูมิปัญญาท้องถิ่นความรู้ด้านหลักการทางวิทยาศาสตร์ความรู้เกี่ยวกับบทเรียนสำเร็จรูปศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง เช่น งานวิจัยด้านภูมิปัญญาท้องถิ่น งานวิจัยเกี่ยวกับพระพุทธรูป และงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ทราบแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์

2. สัมภาษณ์ผู้ประกอบการเกี่ยวกับการบ้านและหล่อพระพุทธรูปโลหะที่มีประสบการณ์มากกว่า 20 ปีขึ้นไปจำนวน 4 คน เพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการทำวิจัย

3. ศึกษาทางองค์ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ที่สอนแทรกในองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านการบ้านและหล่อพระพุทธรูปโลหะ

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ทางองค์ประกอบทางเคมี และสมบัติเชิงกลของโลหะผสมหลังการหล่อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. นำชิ้นส่วนตัวอย่างโลหะผสมหลังการทำหล่อ จำนวน 500 g. จากบ้านช่างหล่อ ตำบลหาดใหญ่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

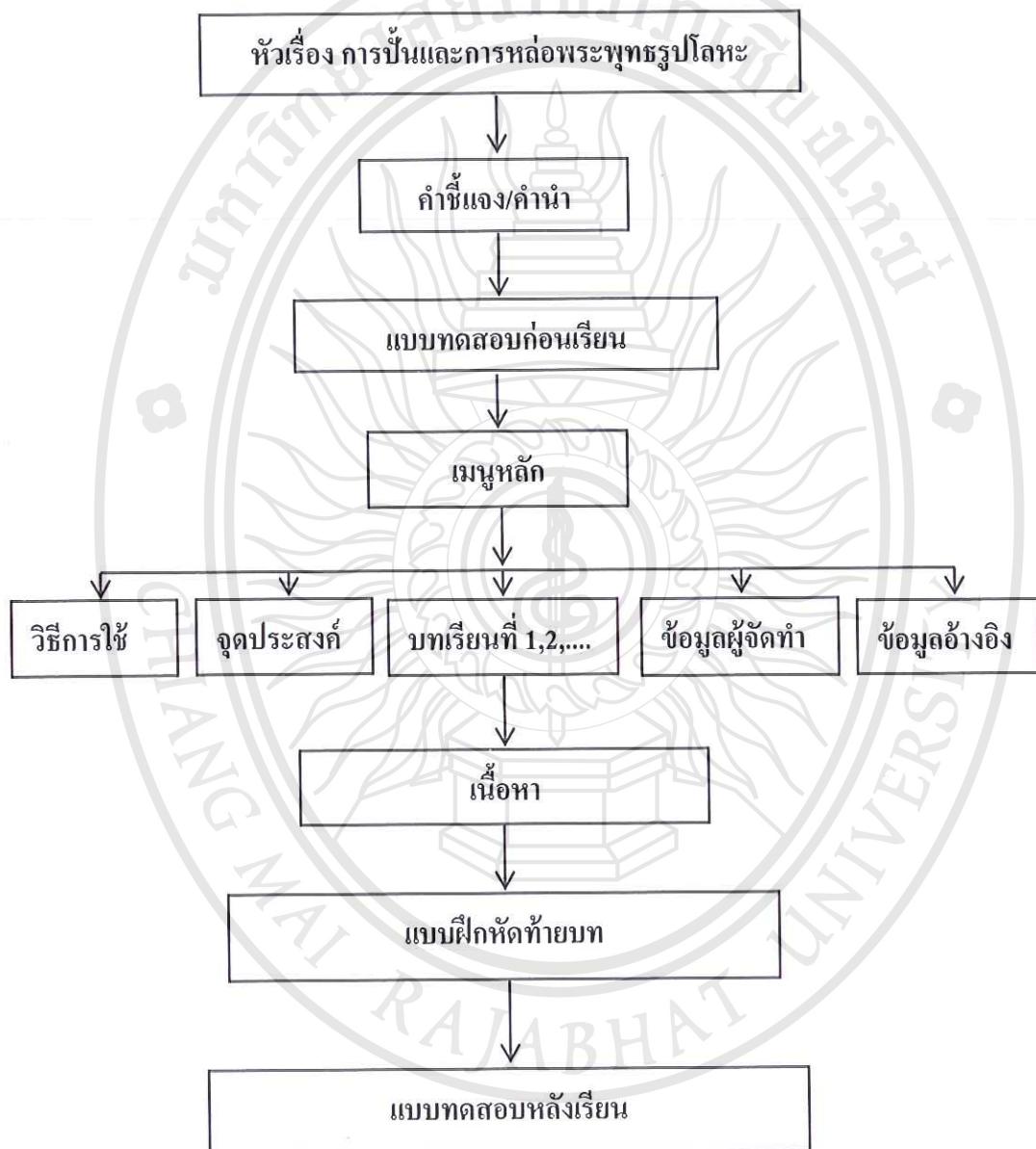
2. ส่งตัวอย่างโลหะไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติเชิงกล ที่ภาควิชาเคมี อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตอนที่ 3 จัดทำบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการบ้านและหล่อพระพุทธรูปโลหะ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. หลังจากได้ศึกษาข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 แล้ว ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล และนำมาเรียบเรียง นำมาสร้างเป็นบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเป็นสื่อประกอบการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ (สาระเพิ่มเติม) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง การบ้านพระพุทธรูป และการหล่อพระพุทธรูปโลหะ โดยได้ดำเนินการดังนี้

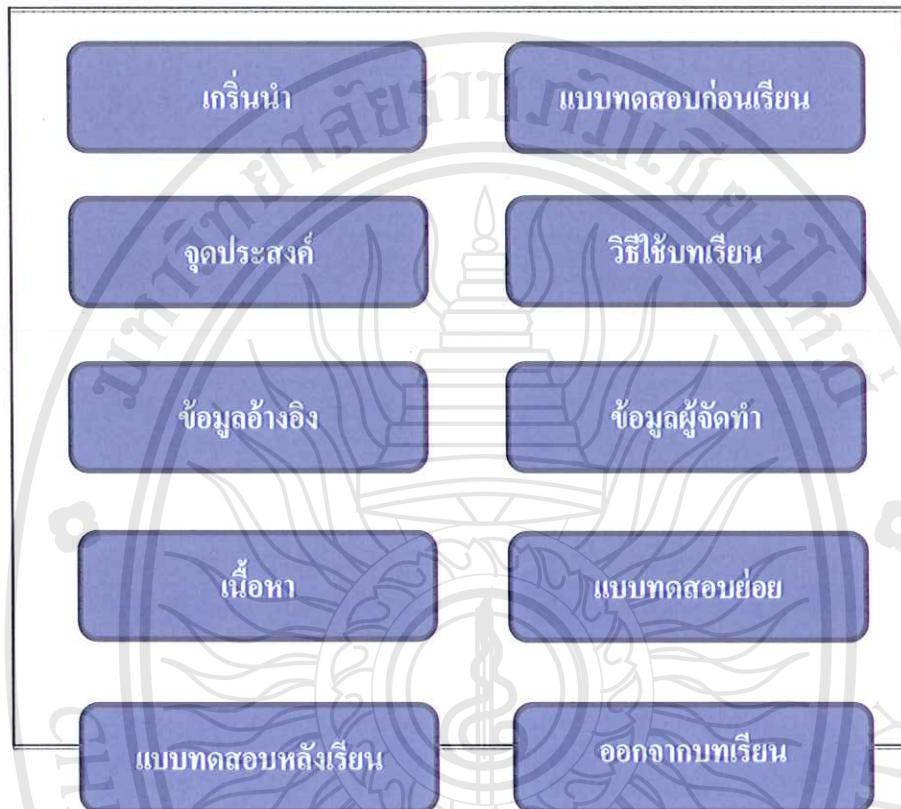
1.1 ขั้นการสร้างบทเรียนออกแบบบทเรียนที่สมบูรณ์แล้วมาเขียนเป็นแผนผัง (Flowchart) ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั้งจบบทเรียนและเขียนรายละเอียดในรูปของสตอร์บอร์ด (Storyboard) เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนโปรแกรม ดังตัวอย่างแผนผังแสดงโครงสร้างบทเรียน ดังนี้

โครงสร้างบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 3.5 แผนผังบทเรียน (Flowchart)

เมนูหลัก



ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างสตอร์บอร์ด (Storyboard)

1.2 การเขียนโปรแกรมจากนั้นนำสตอร์บอร์ดมาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามแผนผังที่กำหนดไว้ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังนี้

1.2.1 โปรแกรม Adobe Flash Professional CS 6 ใช้ในการออกแบบบทเรียนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

1.2.2 โปรแกรม Adobe Illustrator CS 5 และโปรแกรม Adobe Photoshop CS 5 ใช้ในส่วนรายละเอียดต่าง ๆ ได้แก่ คำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหน่วยการเรียนในงาน แบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน และสรุปผลแบบทดสอบในแต่ละหน่วย

1.3 การติดตั้งในระบบคอมพิวเตอร์ เนื่องจากโปรแกรมบทเรียนวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ได้ตั้งค่าของการเปิดอัตโนมัติไว้แล้ว จึงสะดวกต่อการเรียน ได้ง่ายโดยเพียงใส่แผ่นบันทึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลงไปในชีดีรอมของเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมก็จะทำการเปิดให้ผู้เรียนศึกษาได้ทันที หรือคัดลอกไฟล์ที่ชื่อ Science.exe แล้วไปวางในคอมพิวเตอร์ เพียงไฟล์เดียว ก็สามารถศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนี้ได้

1.4 การติดตั้งในระบบแท็บเล็ตจะใช้ไฟล์คนละนามสกุลกับในคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้จัดทำได้สร้างไฟล์ชื่อ Science.swf นามสกุล .swf มีไว้ใช้สำหรับคัดลอกลงในแท็บเล็ต โดยผ่าน USB Port หรือ Memory Card ขึ้นอยู่กับแท็บเล็ตแต่ละยี่ห้อ หรือต้องอาศัยการสร้างเว็บไซต์ สำหรับไว้ดาวน์โหลดไฟล์นี้ก็ได้ ซึ่งจะทำให้ผู้ที่สนใจศึกษาสามารถเข้าถึงง่ายที่เรียนได้รวดเร็วและแพร่หลายมากขึ้น ทั้งการศึกษาต่อที่บ้าน หรือการเผยแพร่ระหว่างสถานศึกษาซึ่งตัวอย่างของบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผู้ศึกษาวิจัยสร้างขึ้นมีดังนี้



ภาพที่ 3.7 หน้าแรกของบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและมีปุ่มให้เลือกเข้าสู่บทเรียน

2. ขั้นตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขและทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังจากนั้น ได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยเชิญให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จนทำให้บทเรียนมีความสมบูรณ์แล้วจึงได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชุมชนเทคโนโลยีวัดศรีดอนไชยเทคโนโลยีการเรียนใหม่ ผู้ศึกษาวิจัยได้ดำเนินการดังนี้คือ

2.1 หาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล เป็นการหาประสิทธิภาพโดยอาศัยหลักความรู้และเหตุผล จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยใช้แบบประเมินเป็น 5 ระดับ รายการประเมินประกอบด้วยสองด้าน คือ ด้านเนื้อหา จำนวน 10 ข้อ และด้านเทคนิคการผลิต จำนวน 8 ข้อ

2.2 หาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน “ไปทดลองใช้กับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนชุมชนเทศบาลวัดศรีดอนไชย สังกัดสำนักการศึกษาเทศบาลนครเชียงใหม่” จำนวน 30 คน ผู้ศึกษาวิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยทำการทดลอง 3 ขั้นตอน (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2549 : 86) ดังนี้

2.2.1 ทดลองขั้นทดสอบแบบ 1 : 1 ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาดำเนินการทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยนักเรียน เก่งปานกลางอ่อนอย่างละ 1 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่ายให้ทดลองใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อนักเรียน 1 คน เพื่อทำการทดลองใช้และหาข้อมูลพรองต่าง ๆ

2.2.2 ทดลองขั้นทดสอบกลุ่มเล็ก ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว “ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งหมด 9 คน ประกอบด้วย นักเรียนเก่ง 3 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 3 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่ายครั้งที่ 2 ให้ทดลองใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อนักเรียน 1 คน

2.2.3 ทดลองขั้นทดสอบภาคสนาม ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้บทเรียน วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การบันพระพุทธรูปและการหล่อพระพุทธรูปโลหะ ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน โดยจัดให้นักเรียนได้เรียนเนื้อหาแต่ละบทและทำแบบทดสอบระหว่างเรียนจนครบทุกบท (E_1) และหลังจากเมื่อเรียนจบจึงให้นักเรียนได้ทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2)

2.2.4 นำผลคะแนนที่นักเรียนสอบที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) และแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) ของแต่ละหน่วย มาเบรี่ยนเพียงกัน เพื่อวัดความเข้าใจระหว่างเรียน (E_1) และทดสอบหลังเรียน (E_2) ทำให้ทราบค่า E_1/E_2 โดยเทียบกับเกณฑ์ในการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผู้ศึกษาวิจัยกำหนดไว้คือ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้อง จากการทำแบบทดสอบในระหว่างเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนทุกคนรวมกัน

80 ตัวหลัง หมายถึง ก้าวแนว gele'ekid เป็นรือยละเอียดของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้อง จากการทำแบบทดสอบภาษาหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนทุกคนรวมกัน

3. สอนตามความคิดเห็นของนักเรียน หลังจากนักเรียนได้เรียนผ่านบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การบันพระพุทธรูปและการหล่อพระพุทธรูปโลหะ โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้ศึกษาวิจัยสร้างขึ้น เพื่อสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนในด้านการออกแบบและเนื้อหาและด้านความพึงพอใจในบทเรียน

4. ระหว่างเรียนผู้วิจัยได้นำนักเรียนที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชุมชนเทศบาลวัดครีค่อนไชย จำนวน 30 คน ไปศึกษาดูงานและฝึกปฏิบัติจริง ในการบัน และหล่อพระพุทธรูปโลหะ ณ สถานประกอบการจริง ของชุมชนบ้านช่างหล่อบ้านที่เลขที่ 93 ถนนช่างหล่อ ตำบลหาดใหญ่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ ด้านการบัน และหล่อพระพุทธรูปโลหะ ของบ้านช่างหล่อ ตำบลหาดใหญ่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ เก็บรวมรวบรวมข้อมูลที่ได้แล้ว นำมายังวิเคราะห์หาองค์ความรู้ทางภูมิปัญญาท้องถิ่นและความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับจัดทำบทเรียน สำเร็จรูปต่อไป

2. วิเคราะห์ชิ้นส่วนตัวอย่างโลหะสม เพื่อหาองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติเชิงกล ศวายเครื่องมือที่เรียกว่าสแกนนิ่งอิเล็กตรอน ไมโครสโคป (Scanning Electron Microscope) หรือ กล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอน แบบส่องกราดรุน JEOL JSM-5910 LV และเครื่องมือวัดความแข็ง Vickers Macro hardness Tester รุ่น BROOKS Model : MAT 24

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินมาวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการใช้ค่าสถิติพื้นฐานประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สัญลักษณ์ทางสถิติว่า \bar{X} เป็นค่ากลางของข้อมูลและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สัญลักษณ์ S.D. ใช้สูตรในการคำนวณของภูมิจนา วัฒนา (อ้างถึงใน มนตรี แรงจัดงาน, 2553 : 84) ดังนี้

3.1 ค่าเฉลี่ยใช้สัญลักษณ์ทางสถิติว่า \bar{X} เป็นค่ากลางของข้อมูลใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ	\bar{X}	หมายถึง ค่าเฉลี่ย
	X	หมายถึง คะแนนดิบ
	ΣX	หมายถึง ผลรวมของคะแนนดิบของผู้เรียน
	N	หมายถึง จำนวนผู้เรียน

3.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เป็นค่าแสดงการกระจายของคะแนนดิบ ใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}} \quad (3.2)$$

เมื่อ	S.D.	หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ΣX^2	หมายถึง ผลรวมของคะแนนดิบของผู้เรียนแต่ละคนยกกำลังสอง
	ΣX	หมายถึง ผลรวมของคะแนนดิบของผู้เรียน
	N	หมายถึง จำนวนผู้เรียน

3.3 การคำนวณค่าทางสถิติพื้นฐานโดยใช้โปรแกรมสำหรับ SPSS For Windows version 16

4. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ 80/80 ใช้สูตรในการคำนวณ E_1/E_2 (ไชยศร เรืองสุวรรณ, 2545 : 139) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\Sigma X}{A} \times 100 \quad (3.3)$$

และ

$$E_2 = \frac{\Sigma Y}{B} \times 100 \quad (3.4)$$

โดยที่	E ₁	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์
	E ₂	แทน	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ในการเปลี่ยนพฤติกรรม ของผู้เรียน
	SX	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการฝึกปฏิบัติการกิจในบทเรียน
	SY	แทน	คะแนนที่ได้รับของผู้เรียน จากแบบทดสอบหลังเรียน
	N	จำนวนผู้เรียน	
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบระหว่างเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อนบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การบัน្តอประพุทธรูปและการหล่อพระพุทธรูปโลหะ โดยใช้เกณฑ์ใน
การตัดสินของ เบสท์ (Best อ้างถึงใน กวิสรา สุวรรณบุตร, 2551 : 46) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยที่มีค่าระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึง
ค่าเฉลี่ยที่มีค่าระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึง
ค่าเฉลี่ยที่มีค่าระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึง
ค่าเฉลี่ยที่มีค่าระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึง
ค่าเฉลี่ยที่มีค่าระหว่าง 1.00-1.49 หมายถึง

นักเรียนมีความคิดเห็นด้วยมากที่สุด
นักเรียนมีความคิดเห็นด้วยมาก
นักเรียนมีความคิดเห็นด้วยปานกลาง
นักเรียนมีความคิดเห็นด้วยน้อย
นักเรียนมีความคิดเห็นด้วยน้อยที่สุด