

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๖
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๗
กิตติกรรมประกาศ.....	๘
สารบัญ.....	๙
สารบัญตาราง.....	๑๐
สารบัญภาพ.....	๑๑
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
ภูมิปัญญาท้องถิ่น.....	11
มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรม.....	18
สารและสมบัติของสาร.....	24
กรรมวิธีการขึ้นรูปงานโลหะ.....	37
ความรู้เกี่ยวกับบทเรียนสำเร็จรูป.....	42
ความหมาย ประเภท และการวัดความคิดเห็น.....	60
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	62
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	71
รูปแบบการวิจัย.....	71
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	72
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	72

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	76
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	77
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
ตอนที่ 1 ศึกษาองค์ความรู้ในมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของการปั้น และหล่อพระพุทธรูปโลหะบ้านช่างหล่อ ตำบลหายยา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่.....	85
ตอนที่ 2 วิเคราะห์หาล่องประกอบทางเคมีและสมบัติเชิงกลของโลหะ ผสมหลังการหล่อ.....	105
ตอนที่ 3 การจัดทำบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชา วิทยาศาสตร์ (สาระเพิ่มเติม) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	111
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	116
สรุปผลการวิจัย.....	117
อภิปรายผล.....	118
ข้อเสนอแนะ.....	125
บรรณานุกรม.....	126
ประวัติผู้วิจัย.....	133
ภาคผนวก.....	134
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ.....	135
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำ วิทยานิพนธ์.....	136
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	139
ภาคผนวก ง หนังสือขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือเพื่อทำวิทยานิพนธ์.....	146
ภาคผนวก จ ประเด็นคำถามการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (สัมภาษณ์แบบเจาะลึก)....	147

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก จ รายงานการวิเคราะห์ชิ้นงาน โลหะ.....	151
ภาคผนวก ข สตอรี่บอร์ด (Storyboard) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	152
ภาคผนวก ช คู่มือการสอนและตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	160
ภาคผนวก ฉ แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	171
ภาคผนวก ญ ประวัติผู้ให้สัมภาษณ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านการปั้นและหล่อ พระพุทธรูปโลหะ.....	172
ภาคผนวก ฎ ข้อมูลการคำนวณค่าทางสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.).....	177
ภาคผนวก ฏ รวมภาพกิจกรรมการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาวิจัย.....	178

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สมบัติเชิงกลของทองแดง (Cu).....	29
2.2 สมบัติเชิงกลของสังกะสี (Zn).....	32
2.3 สมบัติเชิงกลของดีบุก (Sn).....	34
2.4 สมบัติเชิงกลของตะกั่ว (Pb).....	35
2.5 การเปรียบเทียบค่าของอุณหภูมิจากการคู่อิสของโลหะ.....	38
4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ที่พบในการปั้นและหล่อพระพุทธรูปโลหะ ของบ้านช่างหล่อ ตำบลหายยา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่.....	102
4.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโลหะผสมที่ใช้ในการหล่อพระพุทธรูป โลหะของบ้านช่างหล่อ ตำบลหายยา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่....	108
4.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติเชิงกล (ค่าความแข็ง) ของโลหะผสมหลังการหล่อของบ้านช่างหล่อ ตำบลหายยา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่.....	110
4.4 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	111
4.5 ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) และแบบทดสอบหลังเรียน (E_2).....	113
4.6 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการปั้นและหล่อพระพุทธรูปโลหะ.....	113

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนภาพรวมในการจำแนกสารเป็นหมวดหมู่ด้วยเกณฑ์กำหนดที่นิยมจัดกัน.....	25
2.2 ลักษณะการเปลี่ยนสถานะของน้ำ.....	27
2.3 บทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้นหรือเส้นตรง.....	48
2.4 บทเรียนโปรแกรมแบบแตกสาขา.....	48
2.5 รูปแบบบทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรง.....	49
2.6 รูปแบบบทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขา.....	49
2.7 รูปแบบบทเรียนสำเร็จรูปแบบไม่แยกกรอบ.....	51
3.1 เครื่องมือตัดโลหะ Struers Labotom-3.....	73
3.2 เครื่องสแกนนิ่ง อิเล็กตรอน ไมโครสโคป (Scanning Electron Microscope) หรือ กล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอน แบบส่องกราด.....	74
3.3 เครื่องมือวัดความแข็ง Vickers Macro hardness Tester รุ่น BROOKS Model : MAT 24...	74
3.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การปั้นและการหล่อพระพุทธรูป.....	75
3.5 แผนผังบทเรียน (Flowchart).....	78
3.6 ตัวอย่างสตอรี่บอร์ด (Storyboard).....	79
3.7 หน้าแรกของบทเรียนวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและมีปุ่มให้เลือกเข้าสู่ บทเรียน.....	80
4.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการปั้นแบบพิมพ์พระพุทธรูป.....	86
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการปั้นแบบพิมพ์พระพุทธรูปโลหะ.....	88
4.3 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการหล่อพระพุทธรูปโลหะ.....	89
4.4 การหมักดินเหนียวด้วยน้ำจนดินเหนียวอิมตัวด้วยน้ำ.....	90
4.5 การนวดดินหยาบ (ดินเหนียว เกลบและเถ้าเกลบ).....	91
4.6 ลักษณะดินหยาบ หลังจากทีนวาดจนได้ที่สามารถปั้นเป็นก้อนได้.....	91
4.7 การปั้นฐานของหุ่นแกนดิน เพื่อทำแบบพิมพ์ของพระพุทธรูป.....	92
4.8 หุ่นแกนดินองค์พระพุทธรูปที่ทาทับด้วยดินเหนียวและเถ้าเกลบ.....	92
4.9 การบุงชีผึ้งหรือหุ้มชีผึ้งให้ทั่วหุ่นแกนดินหรือแบบพิมพ์.....	93

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.10 การทำหุ่นแกนดินหรือแบบพิมพ์ ด้วยน้ำมูลวัว.....	94
4.11 การพอกหุ่นแกนดินหรือแบบพิมพ์ ทับด้วยดินดำ.....	94
4.12 การพอกหุ่นแกนดินด้วยดินหยาบ จำนวน 2 ชั้น.....	95
4.13 การทำปากจอกที่ฐานของหุ่นแกนดินหรือแบบพิมพ์.....	95
4.14 การวางหุ่นแกนดินหรือแบบพิมพ์ ภายในเตาชั่วคราวเพื่อเตรียมเผา.....	96
4.15 การเผาหุ่นแกนดินในเตาเผาชั่วคราว.....	96
4.16 การติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล (แบบ K) เพื่อวัดอุณหภูมิภายในเตา.....	97
4.17 หุ่นปั้นแกนดินหรือแบบพิมพ์องค์พระพุทธรูปที่เผาจนดินสุก.....	97
4.18 การนำหุ่นแกนดินที่เผาจนสุกแล้ว เตรียมสำหรับการหล่อโลหะ.....	98
4.19 เบ้าหลอมโลหะ โดยใช้อ่างไม้เป็นเชื้อเพลิง.....	98
4.20 ตัวเตาและเบ้าหลอมใช้ในการหลอมโลหะ.....	99
4.21 การหลอมโลหะเพื่อใช้ในการงานหล่อพระพุทธรูปต่อไป.....	99
4.22 ลักษณะสีของเปลวไฟเป็นสีเขียวแสดงว่าน้ำโลหะได้ที่แล้ว.....	100
4.23 การเทน้ำโลหะเข้าทางปากจอกเข้าไปแทนที่ขี้ผึ้ง.....	100
4.24 การเทน้ำโลหะลงไปปากจอกให้เต็ม ทิ้งไว้ให้เย็นจึงทุบดินทิ้ง.....	101
4.25 ลักษณะขององค์พระพุทธรูปหลังจากทุบเอาดินออกแล้ว.....	101
4.26 การขัดและเจียร องค์พระพุทธรูป ด้วยเครื่องขัดทำให้ผิวสุกใส.....	102
4.27 ตัวอย่างชิ้นส่วนของโลหะผสมที่ได้หลังการหล่อ มีความหนา 1 cm.	105
4.28 การขัดผิวหน้าโลหะผสมด้วยกระดาษทรายน้ำ เบอร์ 2000.....	106
4.29 การใช้เทปคาร์บอนติดบนสตั๊ป.....	106
4.30 การวางชิ้นส่วนโลหะผสมที่จะวิเคราะห์หาธาตุลงบนสตั๊ป.....	107
4.31 การวางชิ้นส่วนโลหะลงในอุปกรณ์ที่เรียกว่า โซลเดอร์.....	107
4.32 ตัวอย่างชิ้นส่วนโลหะผสมที่จะนำไปวิเคราะห์หาค่าความแข็ง.....	109
4.33 การวางชิ้นส่วนโลหะบนเครื่องมือวัดความแข็ง.....	109
4.34 รอยกดจากเครื่องวัดความแข็งของโลหะผสม.....	110