



การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ห่วงรัดขึ้นด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก
Manufacture of Sarong Hoop Mold Prototype
using Mini CNC Milling Machine

ปริญญานิพนธ์

ของ

รัชชานนท์ โชติมา 58010310894

วุฒิพงษ์ แก้วคำ 58010310921

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ห่วงรัดขึ้นด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก
Manufacture of Sarong Hoop Mold Prototype
using Mini CNC Milling Machine

ปริญญานิพนธ์

ของ

รัชชานนท์ โชติมา 58010310894

วุฒิพงษ์ แก้วคำ 58010310921

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม





คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป)

กรรมการ

(อาจารย์กฤต จันทรัมย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา ลาสุนนท์)

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้อนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพัฒน์ ชมภูคำ)



Mahasarakham University

หัวหน้าสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้มีพระคุณหลายท่านได้กรุณาช่วยเหลือให้คำปรึกษา แนะนำ และข้อเสนอแนะแก่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา ลาสุนนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้แนวคิดแนวทางวิชาการ แนะนำแนวทางในการทำปริญญานิพนธ์ คอยติดตามและตรวจสอบปริญญานิพนธ์ทุกขั้นตอน และให้คำปรึกษาตลอดจนชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่อง ในระหว่างดำเนินการเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภฤต จันทรสมัย และ รองศาสตราจารย์ ดร.เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะ แนวคิดต่างๆ และรวมไปถึงแนวทางในการต่อยอดในอนาคตด้วย

ขอขอบพระคุณ นายสมนึก พันเสนา ที่ช่วยให้คำปรึกษา และช่วยแก้ไขปัญหที่เกิดจากการใช้เครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก

ขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับการทดลองและการทำปริญญานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บุคลากร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พี่น้องและเพื่อนๆ ตลอดจนบุคคลต่างๆ ที่ให้ความช่วยเหลืออีกมากมาย ที่ผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามได้หมดในที่นี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวผู้จัดทำ ที่กรุณาให้โอกาสได้รับการศึกษา คอยสนับสนุน ให้คำปรึกษา เอาใจใส่ดูแลและคอยให้กำลังใจ ด้วยดีมาตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

รัชชานนท์ โชติมา
วุฒิพงษ์ แก้วคำ



ชื่อเรื่อง	การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ห้วงรัดขึ้นด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก
ผู้วิจัย	นายรัชชานนท์ โชติมา นายวุฒิพงษ์ แก้วคำ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา ลาสุนนท์
ปริญญา	วศ.บ. สาขาวิชา วิศวกรรมการผลิต
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่พิมพ์ 2562

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ห้วงรัดขึ้นด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กโดยชิ้นงานสามมิติของห้วงรัดขึ้น ได้ถูกออกแบบลงดราฟต์ให้กับ ห.จ.ก.ศุภษา เจริญ สโตน โดยพิพัฒน์พล นามสมรูป และ อนันต์ จงสิทธิ์ วัสดุในการผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ห้วงรัดขึ้น ใช้แผ่นอะคริลิก ในการศึกษาทำการออกแบบและผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ 2 ประเภทคือ แม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป และต้นแบบแม่พิมพ์หล่อ ในการสร้างต้นแบบแม่พิมพ์ห้วงรัดขึ้นใช้โปรแกรม SolidWorks 2018 และ ใช้โปรแกรม ArtCAM เพื่อการสร้าง NC Program จากนั้นใช้เครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ ในการทดสอบลงดราฟต์ชิ้นงานจากต้นแบบแม่พิมพ์ที่ผลิตขึ้น ใช้น้ำยาพาราในการขึ้นรูปชิ้นงานตัวอย่างเพื่อดูความสมบูรณ์ และความสวยงาม ผลการศึกษาพบว่า ชิ้นงานต้นแบบแม่พิมพ์ห้วงรัดขึ้นทั้ง 2 ประเภท มีลวดลายที่ชัดเจน เป็นไปตามที่ออกแบบ



TITLE	Manufacture of Sarong Hoop Mold prototype Mini CNC Milling Machine
AUTHORS	Mr. Ratchanon Chotima Mr. Wuttipong Kaewkham
ADVISOR	Asst.Prof. On-Uma Lasunon. Ph.D.
DEGREE	B.Eng. (Manufacturing Engineering)
UNIVERSITY	Maharakham University YEAR 2019

ABSTRACT

This project produced mold prototype of sarong hoop by mini CNC milling machine. The 3D model of sarong hoop was designed for Supasa Jame Stone, Ltd., by Pipatphol Nasomroop and Anan Jongsit. Prototyped material was acrylic plate. This study designed two types of molds, i.e. pressing mold prototype and casting mold prototype. The SolidWorks 2018 program and the ArtCAM program were used to design mold prototypes and to create NC programs, respectively. Then, the mold prototypes were built on mini CNC milling machine. To check whether the patterns were completed and beautiful, the samples of sarong hoop made from latex were produced on the pressing mold and the casting mold prototypes. The result showed that the prototypes of two molds had the clear and beautiful patterns as designed.



สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.5 แผนการดำเนินการศึกษา	3
1.6 สถานที่ดำเนินการศึกษา	3
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC)	4
2.2 การใช้โปรแกรม Solidwork ในการสร้างต้นแบบแม่พิมพ์	6
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
3 วิธีดำเนินการศึกษา	10
3.1 ขั้นตอนในการดำเนินงาน	10
3.2 รายละเอียดชิ้นงานและแบบงาน 3 มิติ ของหัวงัดขึ้น	12
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน	14
4 ผลการศึกษา	18
4.1 การออกแบบ และผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊ม (Die) ชิ้นงานหัวงัดขึ้น	18
4.2 การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานหัวงัดขึ้น	37
5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	45
5.1 สรุปผลการศึกษา	45
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	47
5.3 ข้อเสนอแนะ	48
บรรณานุกรม	50
ประวัติย่อผู้วิจัย	52



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 แผนการดำเนินการศึกษา	3
5.1 การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นงานห่อวงรัดขึ้น	45
5.2 การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อ	46



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
3.1 ขั้นตอนในการดำเนินงาน	11
3.2 ตัวอย่างหัวงัดขึ้นรูปร่างและลวดลายต่างๆ	12
3.3 ตัวอย่างการใช้งานหัวงัดขึ้น	12
3.4 ตัวอย่างหัวงัดขึ้นเงินที่ผู้ประกอบการต้องการ	13
3.5 ต้นแบบชิ้นงานหัวงัดขึ้น 3 มิติ จากโปรแกรม Solidworks	13
3.6 ต้นแบบชิ้นงานที่ได้จากเครื่องปรีน 3 มิติ	14
3.7 โปรแกรม Solidworks	14
3.8 โปรแกรม ArtCAM	15
3.9 เครื่องกัดมินิซีเอ็นซี	15
3.10 เทียนเขียว wax (ก) อะคริลิก (ข)	16
3.11 ปูนพลาสติก	16
3.12 ยางพารา	17
3.13 ดอกกัด Engrave (ก) ดอกกัด Endmill (ข)	17
4.1 ชิ้นงาน 3D Model หัวงัดขึ้น	18
4.2 ชิ้นงานต้นแบบหัวงัดขึ้น	19
4.3 กำหนดความกว้าง×ยาวของบล็อกแม่พิมพ์หัวงัดขึ้น	20
4.4 ขนาดความหนาของบล็อกแม่พิมพ์หัวงัดขึ้น	20
4.5 การสร้างลายโดยใช้คำสั่ง Cavity] ลงบนต้นแบบแม่พิมพ์	21
4.6 ต้นแบบแม่พิมพ์หัวงัดขึ้นที่ได้	21
4.7 การสร้าง Plane บนชิ้นงานหัวงัดขึ้น	22
4.8 การสร้างชิ้นงานขึ้นที่ 1	23
4.9 การบันทึกไฟล์ให้เป็น STL	23
4.10 การสร้างชิ้นงานขึ้นที่ 2	24
4.11 การสร้างชิ้นงานขึ้นที่ 3	24
4.12 การสร้างชิ้นงานขึ้นที่ 4	25
4.13 การกำหนด ขนาดชิ้นงาน ต้นแบบแม่พิมพ์หัวงัดขึ้นในโปรแกรม ArtCAM	26
4.14 การ Import และกำหนดตำแหน่งการวางต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊ม ในโปรแกรมArtCAM	27
4.15 การเลือกคำสั่งในการกัดงาน และการกำหนดทิศทางการเดินกัดงาน	28
4.16 การกำหนดพารามิเตอร์ในการกัด และการสร้าง NC Code ของต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊ม	30
4.17 การ Save Tool paths	31
4.18 ลักษณะของ NC Code จากโปรแกรม ArtCAM	31
4.19 ตั้งศูนย์ชิ้นงานให้ตรงกับศูนย์เครื่องกัด Mini CNC	32
4.20 โหลดโค้ดและเริ่มกัดต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานหัวงัดขึ้น	33



บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.21 การใช้ดอกกัด Endmill เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร	34
4.22 การทดลองกัดต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานห้วงรัดขึ้น ด้วยดอกกัด Engrave	34
4.23 ต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานห้วงรัดขึ้น วัสดุเทียนไข(wax)	35
4.24 ต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานห้วงรัดขึ้น วัสดุอะคริลิก	35
4.25 ต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานห้วงรัดขึ้น	36
4.26 แม่พิมพ์ยางพารา และลวดลายที่ได้จากการทดสอบ	37
4.27 การสร้าง Plane บนชิ้นงานห้วงรัดขึ้น	38
4.28 ชิ้นงานที่1 และการบันทึก	39
4.29 การทำ Extruded cut บน Plane 2	39
4.30 ทำการ Extruded cut Plane3	40
4.31 ชิ้นงานห้วงรัดขึ้น	40
4.32 ต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัดขึ้น ที่ได้จากการกัดครั้งที่ 1	41
4.33 ขั้นตอนการกัดหยาบ กัดละเอียด และต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัดขึ้นที่สมบูรณ์	43
4.34 แม่พิมพ์ยางพารา และปูนปลาสเตอร์ต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัดขึ้น	44



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เครื่องประดับไทยมีความสำคัญต่อสังคมไทยในหลายๆ ด้าน เพื่อใช้ตกแต่งร่างกายให้มีความสวยงาม ยิ่งขึ้น เช่น สร้อยคอ สร้อยข้อมือ กำไลข้อมือ แหวน ต่างหู เข็มขัด เป็นต้น ซึ่งในการออกแบบจะมีการใช้วัสดุที่แตกต่างกันไปตามกาลสมัย นอกจากนั้น การใช้เครื่องประดับเป็นการบ่งบอกถึงฐานะทางเศรษฐกิจของผู้สวมใส่ด้วย อีกทั้งการใช้เครื่องประดับบางอย่างเป็นการแสดงถึงสถานภาพทางสังคมของผู้สวมใส่ เช่น เป็นกษัตริย์หรือพระราชวงศ์ เป็นขุนนางชั้นสูง เป็นต้น นอกจากนี้เครื่องประดับสามารถแสดงออกถึงความเชื่อในศาสนาและสิ่งเคารพบูชา

อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับไทยเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตเพื่อการส่งออกที่นำรายได้เข้าสู่ประเทศในอันดับต้นๆมาอย่างต่อเนื่องถือว่าเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีความแข็งแกร่งและปรับตัวผ่านวิกฤตหลายยุคหลายสมัยเศรษฐกิจ แม้ในช่วงที่ผ่านมาหลายกิจการต้องหยุดดำเนินการแต่ผู้ประกอบการหน้าใหม่ยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งยังสามารถสร้างความหลากหลายให้แก่แวดวงธุรกิจอัญมณีและเครื่องประดับผ่านการเสนอลักษณะเฉพาะตนให้แก่สินค้าอัญมณีและเครื่องประดับพร้อมสร้างตัวตนผ่านแบรนด์ของตนเองเป็นแนวทางที่ผู้ประกอบการอัญมณีและเครื่องประดับไทยยึดถือเป็นกลยุทธ์หลักในการดำเนินการตามรอยนวัตกรรม

แต่สภาพปัญหาในการผลิตเครื่องประดับตามภูมิปัญญาดั้งเดิมต้องอาศัยช่างฝีมือที่มีความเชี่ยวชาญสูง ทั้งการออกแบบลวดลาย การเลือกใช้เครื่องมือ และกระบวนการผลิตให้เกิดเป็นชิ้นงานสำเร็จรูปแต่ละชิ้นนั้นต้องใช้เวลาที่ยาวนาน ทำให้เกิดความล่าช้ารวมถึงไม่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการสินค้าเร็วขึ้น

ในปัจจุบันจึงมีการนำความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันเชิงพาณิชย์ของผู้ประกอบการมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยในการเพิ่มความยืดหยุ่นในกระบวนการผลิต เพิ่มความสามารถในการผลิตสินค้าได้จำนวนมาก ตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยผู้ประกอบการจำเป็นที่จะต้องลงทุนซื้อเครื่องมือเครื่องจักร และเทคโนโลยี ที่มีราคาค่อนข้างสูงตามไปด้วย

ดังนั้นในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาต่อยอดจากปริญญานิพนธ์ของ พิพัฒน์พล นาสมรูป และอนันต์ จงสิทธิ์ (2560) เรื่องการออกแบบต้นแบบเครื่องประดับด้วยโปรแกรม SolidWorks และ ธนากร สีทะนาร์ตัน และ ธีรวุฒิ กิตติวงศ์โสภ (2560) เรื่องการผลิตต้นแบบเครื่องประดับด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติ ซึ่งเป็นการออกแบบและผลิตชิ้นงานต้นแบบห้วงรัดขึ้น ให้แก่ผู้ประกอบการเครื่องประดับคือ หจก. ศุภษา เจมส์ สโตน แต่งานปริญญานิพนธ์ดังกล่าวยังไม่ครบถ้วนกระบวนการสู่การผลิตเครื่องประดับห้วงรัดขึ้น เนื่องจาก ยังขาดต้นแบบแม่พิมพ์และแม่พิมพ์ในการผลิตเครื่องประดับห้วงรัดขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาเรื่อง การออกแบบต้นแบบแม่พิมพ์ห้วงรัดขึ้นด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซี เพื่อสนับสนุนการพัฒนา



เทคโนโลยีการผลิตในทุกขั้นตอนกระบวนการผลิตให้ครบวงจร ตลอดจนพัฒนาปัจจัยพื้นฐานในการผลิตเครื่องประดับ

1.2 วัตถุประสงค์เพื่อการศึกษา

เพื่อศึกษา และผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ห่วงรัดขึ้นเงินแม่พิมพ์ (Die) ปั้นขึ้นรูปและต้นแบบแม่พิมพ์หล่อขึ้นงานห่วงรัดขึ้น ด้วยเครื่องกัดมินิซีเอ็นซี

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 นิสิตได้ทดลองผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ห่วงรัดขึ้น โดยใช้เครื่องกัดมินิซีเอ็นซี
- 1.3.2 สามารถนำความรู้ที่ได้ ไปปรับใช้ในการผลิตแม่พิมพ์ได้
- 1.3.3 ผู้ประกอบการสามารถนำต้นแบบแม่พิมพ์ ไปใช้ในการผลิตแม่พิมพ์ห่วงรัดขึ้นได้ เพื่อลดขั้นตอน และระยะเวลาในการผลิตห่วงรัดขึ้นได้มากขึ้น

1.4 ขอบเขตการศึกษา

- 1.4.1 ต้นแบบแม่พิมพ์ที่ทำการศึกษามีสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นตาย (Die) หรือแม่พิมพ์ตัวเมีย และต้นแบบแม่พิมพ์หล่อขึ้นงานห่วงรัดขึ้น
- 1.4.2 ใช้โปรแกรม SolidWorks ในการเขียนต้นแบบแม่พิมพ์และโปรแกรม ArtCAM ในการสร้าง NC Program ของต้นแบบแม่พิมพ์ห่วงรัดขึ้น
- 1.4.3 วัสดุที่ใช้ในการกัดขึ้นรูปต้นแบบแม่พิมพ์คือ เทียนเขียว (WAX) และอะคริลิก
- 1.4.4 ใช้เครื่องกัดมินิซีเอ็นซี สำหรับกัดต้นแบบแม่พิมพ์
- 1.4.5 ใช้ดอกกัด Engrave และ End mill ขนาด 0.1, 0.2 มิลลิเมตร
- 1.4.6 ใช้ยางพารา และปูนปลาสเตอร์ ในการตรวจเช็คลาย รูปร่าง และขนาดแม่พิมพ์



1.5 แผนการดำเนินการศึกษา

ระยะเวลาในการดำเนินการศึกษา ตั้งแต่ สิงหาคม 2561 ถึง พฤษภาคม 2562 โดยมีแผนการดำเนินงานดังตาราง 1.1

ตาราง 1.1 แผนการดำเนินการศึกษา

รายการ	ระยะเวลาดำเนินการ (พ.ศ.2561-2562)									
	ภาคเรียนที่ 1					ภาคเรียนที่ 2				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง										
2. ออกแบบต้นแบบ 3 มิติ โดยใช้โปรแกรม SolidWorks แล้วใช้โปรแกรม Art CAM สร้าง NC Program และประเมินผล										
3. กัดต้นแบบแม่พิมพ์โดยใช้เครื่อง CNC และประเมินผล										
4. ประเมินและแก้ไขต้นแบบแม่พิมพ์										
5. วิเคราะห์ผลและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์										

1.6 สถานที่ดำเนินการศึกษา

ห้องปฏิบัติการ CAD/CAM/CNC ห้อง EN 315-316 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC)

2.1.1 ความหมายและหลักการทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC)

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC) ย่อมาจากคำว่า Computer Numerical Control เป็นการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลต่างๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ในระบบอัตโนมัติ ทำให้สามารถจัดการกับข้อมูลที่ป้อนเข้าในระบบ และประมวลผลข้อมูลเพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักรเครื่องกัดซีเอ็นซี เป็นเครื่องจักร ที่ถูกควบคุมการทำงานด้วยข้อมูลคำสั่ง ที่สร้างโดยใช้โปรแกรม เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ต่างๆ ให้แกน X, Y และ Z สามารถเคลื่อนที่ได้ตามตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการ ซึ่งใช้งานได้หลากหลายอาทิเช่น งานประเภท กัด แกะสลัก เจาะ เซาะร่อง ตัดแก๊ส ตัดพลาสมา และ Laser เป็นต้น การผลิตชิ้นงานจะถูกควบคุมด้วยระบบควบคุม Controller ระยะเวลาการทำงานและการเคลื่อนที่ในแกน X Y Z จะถูกคำนวณและสั่งการด้วยชุดคำสั่งที่เรียกว่าG-code ตั้งแต่ขั้นต้นจนสิ้นสุดการทำงาน

Controller ถือเป็นฮาร์ดแวร์ตัวหนึ่งที่สามารถแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบรหัสคำสั่ง G-code ซึ่งเป็นมาตรฐานที่เครื่องจักรสามารถเข้าใจได้ ใช้ในการควบคุมตำแหน่ง ทิศทางและความเร็วในการทำงานของเครื่อง Controller ส่วนใหญ่มีความซับซ้อนและราคาสูง ทำให้การซ่อมบำรุงต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่ปัจจุบัน ผู้ผลิตสามารถทำให้ Controller มีราคาถูกลง โดยนำ พีซีคอมพิวเตอร์มาเป็น Controller ได้ ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ควบคุมมีหลากหลายโปรแกรม เช่น PC CNC Software, K Cam, Linux EMC CNC หรือ อาจเป็นโปรแกรมคอนโทรลเลอร์ตัวอื่น

2.1.2 ข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องกัดซีเอ็นซี

จากการศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องกัดซีเอ็นซีพบว่า

ข้อดี

1. มีความเที่ยงตรงสูงในการปฏิบัติงานเพราะชิ้นงานต่างๆ ต้องการขนาดที่แน่นอน
2. ทุกชิ้นงานมีคุณภาพสม่ำเสมอเท่ากันหมด เนื่องจากผลิตโดยใช้โปรแกรมในการสั่งเครื่องจักรกล CNC ทำงาน
3. โอกาสเกิดความเสียหาย หรือต้องแก้ไขชิ้นงานน้อยหรือแทบไม่มี เพราะชิ้นงานที่ทำจะใช้โปรแกรมในการควบคุม ถ้าผิดพลาดก็แก้ไขที่โปรแกรม
4. สามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่ต้องหยุดพักเครื่อง แต่ต้องมีคนควบคุมประจำเครื่องจักรกล CN



5. มีความรวดเร็วสูงในการผลิต ทำให้ได้ผลผลิตสูง เพราะสามารถกำหนดระยะเวลาในการผลิตชิ้นงานได้ว่าจะใช้เวลาในการทำงานกี่ชิ้นต่อวินาที/นาที/ชั่วโมง

6. สามารถคาดคะเนและวางแผนการผลิตได้อย่างแม่นยำ เพราะรู้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานเพื่อที่จะนัดหรือส่งงานลูกค้าได้ตรงตามเวลา

7. สามารถสลับเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นงานได้หลากหลายรูปทรง เนื่องจากสะดวกและรวดเร็วในการทำงานเพราะใช้โปรแกรมในการสั่งงาน

8. เมื่อเปรียบเทียบจำนวนผลผลิตที่เท่ากัน เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะใช้พื้นที่น้อยกว่า และลดพื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นงาน

9. มีความสะดวกสำหรับใช้ในการผลิตชิ้นงานต้นแบบที่มีการแก้ไขบ่อยๆ เพราะเวลาแก้ไขสามารถแก้ไขได้ที่โปรแกรม

10. ชิ้นงานที่มีความซับซ้อนสูงและมีหลายขั้นตอนการผลิต สามารถใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีเครื่องเดียวได้ ทำให้ไม่ต้องย้ายไปทำงานที่เครื่องอื่นให้เสียเวลาในการปฏิบัติงาน

11. ลดขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพลง เพราะชิ้นงานนั้นได้ขนาดเท่ากันทุกๆ ชิ้น แต่ควรเลือกค่าของความเร็วรอบและความเร็วตัดให้เหมาะสม เพื่อลดอายุการสึกหรอของเครื่องมือตัดที่ใช้

12. ทำให้สามารถใช้ทุล หรือเครื่องมือตัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะจะต้องคำนวณค่าต่าง ๆ มาก่อนลงมือปฏิบัติงานกับเครื่องจักรกล CNC

13. ลดแรงงานในสายการผลิตลง เนื่องจากผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน สามารถคุมได้ 3-5 เครื่อง ใช้อุปกรณ์เสริมน้อยและไม่ต้องใช้แผ่นลอกแบบ (Completes หรือ Templates) แต่ผู้ใช้จะต้องเขียนโปรแกรมให้ถูกต้อง

ข้อจำกัด

1. มีราคาแพงมากเพราะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เนื่องจากยังไม่มีการผลิตเครื่องจักรกล CNC ภายในประเทศ

2. ค่าซ่อมแซมสูง เนื่องจากการซ่อมแซมมีความซับซ้อน เพราะทั้งฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ รวมถึงคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ

3. อุปกรณ์และซอฟต์แวร์เสริม (Option) มีราคาสูงและต้องได้มาจากผู้ผลิตเครื่องจักรกล CNC นั้น ๆ เท่านั้นต้องมีความรู้พื้นฐานทางวิชาคณิตศาสตร์มากพอสมควรสำหรับการเขียนโปรแกรม เพราะมิฉะนั้นจะไม่สามารถคำนวณค่าของจุดต่างๆ ได้

4. ต้องมีพื้นที่ในการทำงานมากพอและมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ให้แก่ผู้เขียนโปรแกรม NC-Code

5. ต้องหาช่างป้อนให้เครื่องทำงานประจำอย่างสม่ำเสมอไม่หยุดนิ่ง เพราะอาจทำให้ชิ้นส่วนบางอย่างเสื่อมสภาพ และเพื่อให้เครื่องจักรได้รับเครื่องเตรียมพร้อมตลอดเวลา

6. ไม่เหมาะกับการผลิตชิ้นงานที่มีจำนวนน้อยๆ ควรใช้กับการผลิตชิ้นงานที่มีจำนวนมาก ๆ เพื่อจะได้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการจ้างพนักงาน

7. ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรสูงมาก เนื่องจากต้องใช้ช่างผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางในการซ่อมแซมชิ้นส่วนหรืออะไหล่ถ้าเกิดการชำรุดหรือเสียหายในบางกรณี ต้องรอสั่งมาจากต่างประเทศ เท่านั้น เนื่องจากไม่ได้ผลิตในประเทศ



8. คอนโทรลเลอร์เป็นภาษาอังกฤษ ดังนั้น ช่างจะต้องเรียนรู้และมีการฝึกอบรมการใช้เครื่องและการเขียนโปรแกรมก่อนเริ่มใช้เครื่อง มิฉะนั้นจะไม่สามารถใช้เครื่องได้เลย

2.2 การใช้โปรแกรม SolidWorks ในการสร้างต้นแบบแม่พิมพ์

ในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับมีเทคโนโลยีสำหรับใช้ในกระบวนการออกแบบและกระบวนการผลิตเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในกระบวนการสร้างต้นแบบแม่พิมพ์ได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer-Aided Design; CAD) มาช่วยในการสร้างและแก้ไขโมเดลอย่างแพร่หลาย ถึงแม้ว่าปัจจุบันหลายบริษัทได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ แต่โปรแกรมก็ยังคงมีความซับซ้อน โดยส่วนใหญ่การออกแบบด้วยการสเก็ตช์แบบร่างด้วยมือจะสามารถทำได้ง่ายกว่าสร้างโมเดลลงบนโปรแกรม CAD เพราะการสร้างโมเดลลงบนโปรแกรม CAD อาศัยความชำนาญในการเรียกชุดคำสั่ง และมีความซับซ้อนมาก ในปัจจุบัน โปรแกรม CAD มักถูกใช้ในการวาดรูปแบบลงรายละเอียด (Detailed Design) ซึ่งในขั้นตอนนี้ของกระบวนการออกแบบ หากต้องมีการเปลี่ยนรูปร่างของแบบจะทำได้ยากขึ้น

อย่างไรก็ตามในกระบวนการสร้างต้นแบบแม่พิมพ์ห้วงรัดขึ้น มีความจำเป็นในการสร้างโมเดลด้วยโปรแกรมที่ช่วยในการออกแบบ CAD เพื่อใช้ในการทำต้นแบบอัตโนมัติ ด้วยเครื่องกัดอัตโนมัติ กล่าวได้ว่าการจะสร้างต้นแบบที่ดีมีคุณภาพได้นั้น ต้องมีการเริ่มต้นจากการออกแบบที่ดี ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบด้วยการวาดหรือการเขียนด้วยมือ หรือแม้กระทั่งใช้โปรแกรมออกแบบที่เป็น 3D เข้ามาช่วยและสามารถตอบโจทย์ในเรื่องของการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในปัจจุบันโปรแกรม 3D ได้ถูกพัฒนาออกมาให้ใช้งานง่ายขึ้น ทำงานได้เร็วขึ้นลดความผิดพลาดจากการลองผิดลองถูก

โปรแกรม SolidWorks จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือก ที่สามารถตอบโจทย์ในเรื่องการใช้งาน ในการออกแบบได้เป็นอย่างดี เพราะในโปรแกรม SolidWorks มีเครื่องมือมากมายที่จะช่วยในเรื่องของการใช้งาน การตรวจสอบและการวิเคราะห์ ก่อนที่จะออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ โปรแกรม SolidWorks เป็นโปรแกรมที่วิศวกรใช้เขียนแบบ รายละเอียด วิเคราะห์แบบก่อนการผลิตเป็นชิ้นงาน 3 มิติ รวมถึงจะช่วยให้สามารถสร้างงานออกแบบที่มีความหลากหลาย และมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องถึงกระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้ง่าย ซึ่งทำให้สามารถส่งข้อมูลไปให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบ CAM ผลิตเป็นชิ้นงานจริงได้



2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทัศนีย์ วงศ์เดชา และจริยา นามบุญศรี (2560) ทำการศึกษาเรื่อง การผลิตต้นแบบเครื่องประดับ ด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา ออกแบบ และทดลองผลิตต้นแบบเข็มกลัดโดยใช้เครื่องกัดมินิซีเอ็นซี มีวิธีทดลองคือ 1. ออกแบบเข็มกลัด และเขียนแบบ 3 มิติโดยใช้โปรแกรม Solidworks และ ArtCAM 2. ทดลองขึ้นรูปด้วยเครื่อง 3D Printer 3. สร้าง NC Program ด้วยโปรแกรม ArtCAM 4. ผลิตต้นแบบด้วยเครื่องกัดมินิซีเอ็นซี เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ 1. โปรแกรม Solidworks, ArtCAM, MACH 3 mill 2. เครื่องจักร Mini CNC ชนิด 3 แกน 3. เทียนแข็ง (WAX) 4. ดอกกัด Engrave ขนาด 0.1 มิลลิเมตร 5. ระดับน้ำกลม 6. ฉากผสม 7. แคลมป์จับไม้ 8. ปากจับชิ้นงาน 9. เวอร์เนียร์ ผลการศึกษาพบว่า ต้นแบบเข็มกลัดใบโพธิ์ขนาดความกว้าง 40 มิลลิเมตร ความยาว 55 มิลลิเมตร และความหนา 2 มิลลิเมตร ส่วนต้นแบบเข็มกลัดเลขเก้ามีขนาดความกว้าง 33 มิลลิเมตร ความยาว 65 มิลลิเมตร และความหนา 1 มิลลิเมตร จากการทดลองชิ้นงานได้เกิดปัญหา คือ มีความหนามากกว่าแบบ และพบว่าจุดอ้างอิงของชิ้นงานไม่ตรงกัน ส่งผลทำให้ชิ้นงานเกิดการแตกหัก แต่แก้ปัญหาด้วยการปาดหน้า WAX ก่อน เพื่อลดความหนาของชิ้นงาน จากนั้นนำดินน้ำมันมาเป็น support ในการกัดชิ้นงาน ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไปคือ 1. โปรแกรม Solidworks และ ArtCAM ไม่เหมาะกับการเขียนแบบ 3 มิติ ในงานออกแบบเครื่องประดับ แนะนำให้ใช้โปรแกรม Jewel CAD 2. วัสดุที่ใช้ทำต้นแบบควรใช้วัสดุที่ทนความร้อน ไม่ทำให้เกิดการอ่อนตัวและเหนียว เช่นเรซิน

พิพัฒน์พล นาสมรูป และ อนันต์ จงสิทธิ์ (2560) ทำการศึกษาเรื่อง การออกแบบต้นแบบเครื่องประดับด้วยโปรแกรม SolidWorks เพื่อการออกแบบเครื่องประดับให้กับผู้ประกอบการ หจก. ศุภษา เจมม์ สโตน เครื่องประดับที่ทำการศึกษา และออกแบบใหม่คือห่วงรัดข้อมือ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงานประกอบไปด้วย เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ อุปกรณ์เขียนแบบห่วงรัดข้อมือ และคอมพิวเตอร์ โดยมีวิธีการดำเนินงาน ได้แก่ 1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2. สเก็ตช์และออกแบบลวดลายสองมิติด้วยมือจำนวน 3 แบบ 3. ประเมินผลและคัดเลือกแบบลวดลายสองมิติโดยผู้ประกอบการและผู้เชี่ยวชาญการออกแบบและศิลปะ 4. เขียนแบบเครื่องประดับห่วงรัดข้อมือให้เป็นสามมิติ โดยใช้โปรแกรม SolidWorks 5. ประเมินผลแบบชิ้นงานสามมิติโดยผู้ประกอบการเป็นขั้นตอนในการตรวจสอบและแก้ไขความถูกต้องของแบบชิ้นงานสามมิติ ว่ามีข้อผิดพลาดหรือมีส่วนไหนที่ควรปรับปรุงหรือแก้ไข หากไม่มีอะไรที่ต้องปรับปรุงแก้ไขหรือผู้ประกอบการพึงพอใจในแบบและลวดลายแล้วจึงจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการสรุปผลต่อไป ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้ จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบลวดลายสองมิติ จำนวน 3 รูปแบบแล้วนำไปให้ผู้ประกอบการและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและศิลปะจำนวน 4 ท่านทำการประเมินใน 4 ประเด็นคือ 1. ลวดลายสื่อถึงความเป็นเอกลักษณ์ของขอมโบราณ 2. ความสวยงามของลวดลาย 3. ความเหมาะสมในการออกแบบเครื่องประดับ 4. การผสมผสานและการประยุกต์ผลการประเมินพบว่า ผู้ประกอบการและผู้เชี่ยวชาญได้เลือกแบบที่ 2 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 4.69 คะแนน (ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด) จากนั้นได้ทำการนำภาพสเก็ตช์ด้วยมือสองมิติแบบที่ 2 เขียนลวดลายลงในโปรแกรม SolidWorks จากนั้นนำแบบ สามมิติไปประเมินโดยผู้ประกอบการ ซึ่งมีหัวข้อการประเมิน 5 ประเด็นคือ 1. ความสวยงามของตัวเรือนเครื่องประดับ 2. การจัดวางลวดลายและองค์ประกอบที่ลงตัว 3. ลวดลายมีเอกลักษณ์แตกต่างจากรูปแบบเดิม 4. สื่อถึงลวดลายของขอมโบราณได้อย่างชัดเจน 5.



ขนาดและรูปร่างเหมาะสมกับการใช้งาน ผลการประเมินพบว่า ผู้ประกอบการให้คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ย 3.60 คะแนน (ระดับความพึงพอใจมาก) และมีข้อเสนอแนะให้แก้ไขลดตายโดยเพิ่มจุดรอบๆ ขอบชิ้นงานให้ถี่และใหญ่ขึ้น หลังจากที่ได้ทำการแก้ไขเสร็จได้นำแบบชิ้นงานสามมิติไปทำการประเมินกับผู้ประกอบการอีกครั้ง ผลการประเมินพบว่า ผู้ประกอบการให้คะแนนเฉลี่ย 4.80 คะแนน (ระดับความพึงพอใจมากที่สุด) และไม่มีข้อเสนอแนะใดๆ ดังนั้น การออกแบบและเขียนแบบชิ้นงาน ห่วงรัดขึ้นลดตายขอมโบราณถือว่าเสร็จสมบูรณ์

ธรรมนูญชาติ วันแต่ง หทัยนุช จันทรชัยภูมิ และ สุวิมล เทียกทุม (2558) ทำการศึกษาเรื่อง การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ปั๊มโลหะ เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าของที่ระลึกพวงกุญแจโลหะรูปฝักมะขามของกลุ่มสตรีก้าวหน้า อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ และสำรวจความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบ สร้าง ทดสอบแม่พิมพ์ และประเมินความพอใจในผลิตภัณฑ์ใหม่กับกลุ่มตัวอย่าง วิธีดำเนินการประกอบไปด้วย กรรมวิธีการตัดโลหะ ซึ่งเป็นการตัดโลหะออกจากกัน โดยใช้คมตัดของแม่พิมพ์พังก์ (Punch) และตาย (Die) กดโลหะทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปในช่วงยืดหยุ่น และเปลี่ยนรูปถาวรเมื่อเพิ่มแรงกด สำหรับวัสดุที่ใช้ในการทำแม่พิมพ์ คือเหล็กเครื่องมือที่มีคาร์บอนและโครเมียมสูง เกรด AISI D2 (JIS S KD11) โดยใช้โปรแกรม NX8.5 ในการเขียนแบบ และมีขั้นตอนในการสร้างแม่พิมพ์ได้แก่ 1. เตรียมวัตถุดิบ และสร้างแม่พิมพ์ด้วยเครื่องจักรพื้นฐาน เพื่อให้ขนาดถูกต้องตามแบบ 2. ทำคมตัด พังก์และตาย รวมไปถึงการขึ้นรูปเหล็กด้วยเครื่องกัดเซาะโลหะไฟฟ้า (EDM) เจาะรูขนาดเล็ก (Super drill) ตัดโลหะด้วยลวดไฟฟ้า (Wire cut) 3. ใช้เครื่องกัดที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (CNC Milling) สร้างในส่วนบล็อกพังก์และตาย 4. ประกอบแม่พิมพ์ให้สมบูรณ์ ในการศึกษาี้ กำหนดตัวแปรต้น คือ จำนวนครั้งในการทดสอบ ตัวแปรตาม คือ อัตราการผลิตและอัตราของเสีย ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยในการผลิตเท่ากับ 663 ชิ้นต่อชั่วโมง หรือประมาณ 3304 ชิ้นต่อวัน และอัตราการเกิดของเสียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.3 ชิ้น/ชั่วโมง ด้านการประเมินความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ใหม่จากแม่พิมพ์ปั๊มโลหะโดยใช้ แบบสอบถามความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าและวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นตามมาตรารวด เจตคติแบบลิเคิร์ตสเกล ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงกับกลุ่มสตรี ก้าวหน้า ต.สักหลง อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ จำนวน 38 คน มีผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.33$, $SD = 0.55$)

ธนากร สีทะนารัตน์ และธีรวิทย์ กิตติวงศ์โสภ (2560) ได้ศึกษาเรื่องการผลิตต้นแบบเครื่องประดับด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติ เพื่อเป็นต้นแบบชิ้นงานแบบเครื่องประดับให้กับผู้ประกอบการ หจก. ศุภษา เจมส์ สโตนเครื่องประดับที่เป็นต้นแบบคือห่วงรัดขึ้น เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงานประกอบไปด้วย เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ เครื่องพิมพ์สามมิติ คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบต้นแบบเครื่องประดับ Filament Spool วัสดุ PLA โดยมีวิธีการดำเนินงาน ได้แก่ 1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2. ชิ้นงานที่ได้จากการออกแบบลดตายจากโปรแกรม SolidWorks 3. แปลงไฟล์ 3D Model ให้เป็นไฟล์ STP 4. สร้าง NC-Cord จากโปรแกรม NewCreatork 5. ผลิตชิ้นงานจากเครื่องพิมพ์สามมิติ 6. ประเมินผลชิ้นงานโดยผู้ประกอบการเป็นขั้นตอนในการตรวจสอบและแก้ไขความถูกต้องของชิ้นงาน ว่ามีข้อผิดพลาดหรือมีส่วนไหนที่ควรปรับปรุงหรือแก้ไข หากไม่มีอะไรที่ต้องปรับปรุงแก้ไขหรือผู้ประกอบการพึงพอใจในแบบชิ้นงานและลดตายแล้วจึงจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการสรุปผลต่อไป ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้ จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาและผลิตต้นแบบเครื่องประดับด้วย



เครื่องพิมพ์สามมิติ พบว่า ชิ้นงานต้นแบบที่ได้มีความแข็งแรงคงรูป ลวดลายที่ได้มีความชัดเจน เป็นไปตามที่ออกแบบ และผู้ประกอบการมีความพึงพอใจต่อต้นแบบที่สำเร็จในระดับมากที่สุด

ธีรยุทธ จีรพงษ์อุดม และ วรพงษ์ สว่างศรี (2559) ทำการศึกษาเรื่องกรรมวิธีการขึ้นรูปและผลิตชิ้นงานต้นแบบด้วยวิธีการขึ้นรูปในระดับไมโครสเกล เพื่อพัฒนากรรมวิธีการขึ้นรูปในการผลิตชิ้นงานโลหะขนาดเล็ก และมีรูปร่างที่ซับซ้อน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงานประกอบไปด้วย เครื่องมือที่ใช้วัดขนาดและคุณภาพผิวของชิ้นงาน คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบ เครื่องกลึงซีเอ็นซี โดยมีวิธีการดำเนินงานคือ 1. นำแบบของชิ้นงานต้นแบบที่มีการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนเอาไว้ในแบบของชิ้นงาน 2. สร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Visi-Ver0 Version 20 ให้เป็นชิ้นงาน 3 มิติเพื่อโปรแกรมซีเอ็นซีสร้าง NC-Code 4. ผลิตแม่พิมพ์จากเครื่องกลึงซีเอ็นซีเอ็นซี 5. ประเมินผลและตรวจสอบเปรียบเทียบชิ้นงานต้นแบบที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกลึงซีเอ็นซีเอ็นซี กับแบบชิ้นงาน (Drawing) ว่ามีข้อผิดพลาดหรือมีส่วนไหนที่ควรปรับปรุงหรือแก้ไข ให้ได้ตามความพึงพอใจในต้นแบบชิ้นงาน จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า เครื่องมือตัดที่ออกแบบคมตัดพิเศษและมีขนาดเล็กตามชิ้นงานต้นแบบนั้นสามารถขึ้นรูปชิ้นงานได้ขนาดที่ถูกต้องและคุณภาพผิวชิ้นงานที่ดี แต่ยังคงต้องอาศัยการควบคุมตัวแปรอื่นร่วมด้วย คือการปรับความเร็วรอบที่ 4500 รอบ/นาที และอัตราการป้อนงานคือ 0.1 มิลลิเมตร/รอบ ด้วยโปรแกรมจำลองการขึ้นรูป รวมถึงต้องมีการออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานร่วมด้วย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยเริ่มต้นจากการนำแบบชิ้นงานหัวงัดขึ้น 3 มิติ ที่เขียนแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks จากปริญญาานิพนธ์ของ พิพัฒน์พล นาสมรูป และ อนันต์ จงสิทธิ์ (2560). มาเป็นแบบงานเริ่มต้น โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานตามลำดับ ดังนี้

1. ออกแบบต้นแบบแม่พิมพ์หัวงัดขึ้น แม่พิมพ์ (Die) ปั้นขึ้นรูป และต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานหัวงัดขึ้น ด้วยโปรแกรม SolidWorks โดยการนำไฟล์ชิ้นงานหัวงัดขึ้น 3D Model ที่สร้างด้วยโปรแกรม SolidWorks จากปริญญาานิพนธ์เรื่องการ ออกแบบต้นแบบเครื่องประดับด้วยโปรแกรม SolidWorks นำมาออกแบบให้เป็นต้นแบบแม่พิมพ์

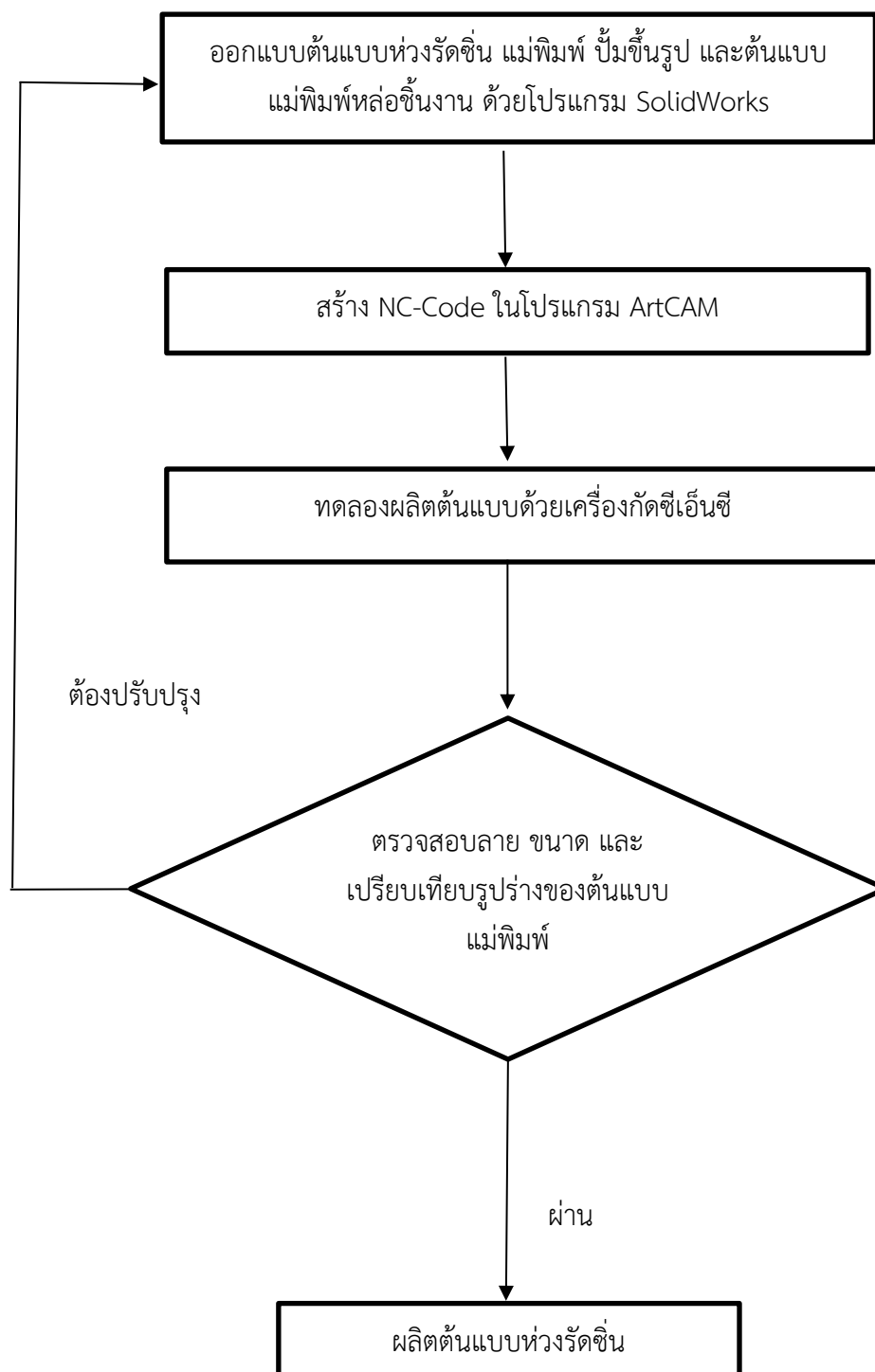
2. สร้าง NC-Code ในโปรแกรม ArtCAM โดยการนำไฟล์ต้นแบบแม่พิมพ์ ที่ได้จากโปรแกรม SolidWorks มาสร้าง NC-Code ด้วยโปรแกรม ArtCAM ซึ่งจะนำ Code ไปใส่ในเครื่องซีเอ็นซี เพื่อผลิตต้นแบบออกมา

3. ทดลองผลิตต้นแบบด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซี ด้วยวิธีการคือ นำไฟล์ NC-Code ไปป้อนข้อมูลลงในเครื่องกัดมินิซีเอ็นซี ปรับชิ้นงานให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม สร้าง Supports และ ใช้ Cutting Tools Engrave ขนาด 0.1, 0.2 มิลลิเมตร และ End mill ขนาด 3 มิลลิเมตร ในการกัดต้นแบบ (รายละเอียดการใช้โปรแกรมและเครื่องซีเอ็นซีอยู่ในบทที่ 4)

4. ตรวจสอบลาย ขนาด และรูปร่างของต้นแบบแม่พิมพ์ โดยการนำต้นแบบแม่พิมพ์ที่ได้จากการกัดมาทำการทดสอบ ด้วยการนำยางพารามาเคลือบที่ลายต้นแบบแม่พิมพ์หัวงัดขึ้น ให้เป็นแม่พิมพ์ยางพารา จากนั้นจึงเทปูนปลาสเตอร์ลงในแบบยางพารา เพื่อทดสอบคุณภาพลาย ขนาด รูปร่าง และเปรียบเทียบกับต้นแบบชิ้นงานหัวงัดขึ้นที่ผลิตด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ จากงานปริญญาานิพนธ์ของ ธนากร สีทะนาร์ตัน และ อีรวิทย์ กิตติวงศ์โสภะ (2561) ในการทดสอบถ้าต้นแบบมีลายที่ไม่ชัดเจนต้องออกแบบต้นแบบแม่พิมพ์ใหม่จนกว่าต้นแบบจะสมบูรณ์

5. ผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หัวงัดขึ้น เมื่อได้ต้นแบบที่สมบูรณ์จากการตรวจสอบจึงนำต้นแบบนั้นไปผลิตเป็นต้นแบบแม่พิมพ์หัวงัดขึ้นจริงอีกที ขั้นตอนการดำเนินงาน สามารถแสดงดังภาพประกอบ 3.1





ภาพประกอบ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน



3.2 รายละเอียดชิ้นงานและแบบงาน 3 มิติ ของห้วงรัตจีน

3.2.1 ที่มาของชิ้นงาน

ห้วงรัตจีน คือ เครื่องประดับที่ใช้ประกอบในการนุ่งขึ้นหรือสวมใส่ผ้าถุง ซึ่งปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมมาใช้แทนเข็มขัดมากขึ้น เนื่องจากมีรูปแบบและลวดลายที่สวยงาม รวมถึงช่วยให้สวมใส่ผ้าขึ้นหรือ ผ้าถุงได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น

ในการศึกษาข้อมูลการทำงาน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากปริญญานิพนธ์ของ พัทธน์พล นาสมรูป และ อนันต์ จงสิทธิ์ (2561) มาเป็นแบบงาน ว่ามีความต้องการลวดลายและรูปร่างอย่างไร ซึ่งความต้องการของ ผู้ประกอบการ คือต้องการออกแบบลวดลายที่เน้นเอกลักษณ์ขอมโบราณ โดยจะนำลวดลายจากปราสาทขอม โบราณมาใช้ในการออกแบบ ตัวอย่างของรูปแบบและลวดลายห้วงรัตจีน แสดงใน ภาพประกอบ 3.2 และตัวอย่างการใช้งานแสดงในภาพประกอบ 3.3



ภาพประกอบ 3.2 ตัวอย่างห้วงรัตจีนรูปร่างลวดลายต่างๆ
(pattrapathai.com.2562 : เว็บไซต์)



ภาพประกอบ 3.3 ตัวอย่างการใช้งานห้วงรัตจีน
(pattrapathai.com.2562 : เว็บไซต์)



3.2.2 รายละเอียดชิ้นงานจริง

ชิ้นงานมีขนาดความกว้าง X ยาวเท่ากับ 80 มิลลิเมตร X 100 มิลลิเมตร โค้งสูงจากพื้น 20 มิลลิเมตร โดยชิ้นงานเป็นเครื่องเงิน ความหนา 0.65 มิลลิเมตร น้ำหนักประมาณ 25-30 กรัม (เป็นการศึกษาชิ้นงานของ หจก. ศุภษา เจมม์ สโตน) รูปร่างชิ้นงานที่ผู้ประกอบการต้องการแสดงดังภาพประกอบ 3.4



ภาพประกอบ 3.4 ตัวอย่างรูปร่างห่วงรัดชิ้นเงินที่ผู้ประกอบการต้องการ
(หจก. ศุภษา เจมม์ สโตน : 2560)

ต้นแบบ 3 มิติของห่วงรัดชิ้นที่ได้จากโปรแกรม SolidWorks จากปริญญานิพนธ์ของ พิพัฒน์พล นาสมรูป และอนันต์ จงสิทธิ์ แสดงดังภาพประกอบ มีขนาดความกว้าง X ยาว เท่ากับ 80 มิลลิเมตร X 100 มิลลิเมตร โค้งสูงจากพื้น 20 มิลลิเมตร เจาะรู 30 มิลลิเมตร ระยะห่าง 15 mm จากจุดกึ่งกลาง



ภาพประกอบ 3.5 ต้นแบบชิ้นงานห่วงรัดชิ้น 3 มิติ จากโปรแกรม SolidWorks
(พิพัฒน์พล นาสมรูป และอนันต์ จงสิทธิ์ : 2560)



3.2.3 รายละเอียดต้นแบบชิ้นงานที่ได้จากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

ชิ้นงานต้นแบบห้วงรัดขึ้นที่ผลิตจากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ โดยใช้วัสดุ PLA แสดงดังภาพประกอบ 3.6 ที่ได้มีขนาด ความกว้าง 77 มิลลิเมตร ความยาว 98.30 มิลลิเมตร ความสูง 21 มิลลิเมตร ขนาดของรู 21.5 มิลลิเมตร และระยะห่างระหว่างรู 19.70 มิลลิเมตร



ภาพประกอบ 3.6 ต้นแบบชิ้นงานที่ได้จากเครื่องปริ้น 3 มิติ
(ชนากร สีทะนารัตน์ และ อีรวุฒิ กิตติวงศ์โสภณ : 2560)

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตต้นแบบห้วงรัดขึ้น มีดังนี้

1. โปรแกรม SolidWorks ใช้ในการออกแบบต้นแบบแม่พิมพ์



ภาพประกอบ 3.7 โปรแกรม SolidWorks

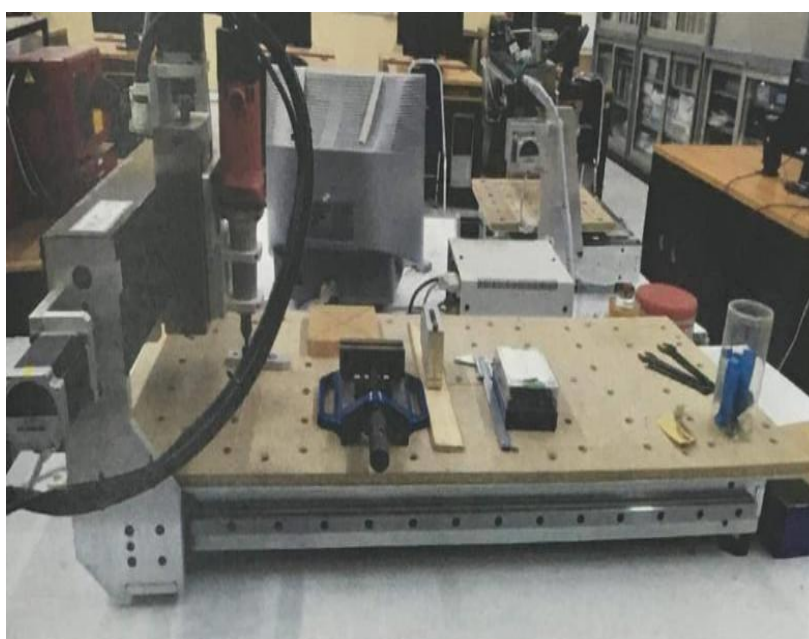


2. โปรแกรม ArtCAM ใช้ในการสร้าง NC-Code เพื่อใช้เป็นคำสั่งในเครื่องกัดมิชีเอ็นซี



ภาพประกอบ 3.8 โปรแกรม ArtCAM

3. เครื่องกัดมิชีเอ็นซี ใช้ในการกัดต้นแบบแม่พิมพ์



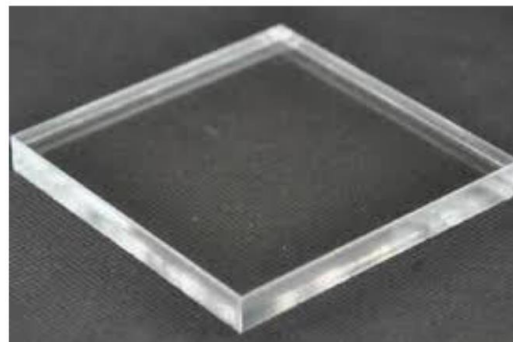
ภาพประกอบ 3.9 เครื่องกัดมิชีเอ็นซีขนาดเล็ก



4. วัสดุในการกัดต้นแบบได้แก่ เทียนเขียว (WAX) และอะคริลิก



(ก)



(ข)

ภาพประกอบ 3.10 เทียนเขียว (WAX) (ก) และอะคริลิก (ข)

5. วัสดุในการทดสอบต้นแบบ ได้แก่ ปูนปลาสเตอร์



ภาพประกอบ 3.11 ปูนปลาสเตอร์



6. ยางพารา สำหรับทำแม่พิมพ์ทดสอบลาย



ภาพประกอบ 3.12 ยางพารา

7. เครื่องมือตัดในการกัดขึ้นงานได้แก่ ดอกกัดEngrave ขนาด 0.1,0.2 มิลลิเมตร และ End mill ขนาด 3 มิลลิเมตร



(ก)



(ข)

ภาพประกอบ 3.13 ดอกกัด Engrave (ก) และ End mill (ข)



บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในการศึกษานี้ผู้ศึกษาได้ทำการออกแบบและผลิตต้นแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป (Die) ต้นแบบแม่พิมพ์หล่อ โดยใช้โปรแกรม Solidworks ออกแบบต้นแบบแม่พิมพ์ โปรแกรม ArtCAM เพื่อสร้าง NC Program และผลิตชิ้นงานต้นแบบแม่พิมพ์หว่งรัดขึ้นด้วยเครื่องกัดมินิซีเอ็นซี มีรายละเอียดที่ทำการศึกษาดังหัวข้อต่อไปนี้ 4.1 การออกแบบ และผลิต ต้นแบบแม่พิมพ์ (Die) ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานหว่งรัดขึ้น 4.2 การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานหว่งรัดขึ้น

4.1 การออกแบบ และผลิต ต้นแบบแม่พิมพ์ (Die) ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานหว่งรัดขึ้น

ในขั้นตอนนี้ได้นำเอาชิ้นงาน 3D Model หว่งรัดขึ้นที่เขียนด้วยโปรแกรม SolidWorks จากปริญญาณิพนธ์ของ พิพัฒนผล นาสมรูป และอนันต์ จงสิทธิ์ (2560) มาออกแบบทำเป็นต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานหว่งรัดขึ้น โดยชิ้นงานมีขนาดความกว้าง X ยาวเท่ากับ 80 มิลลิเมตร X 100 มิลลิเมตร โค้งสูงจากพื้นและเว้า 20 มิลลิเมตร ดังภาพประกอบ 4.1



ภาพประกอบ 4.1 ชิ้นงาน 3D Model หว่งรัดขึ้น
(พิพัฒนผล นาสมรูป และอนันต์ จงสิทธิ์ : 2560)



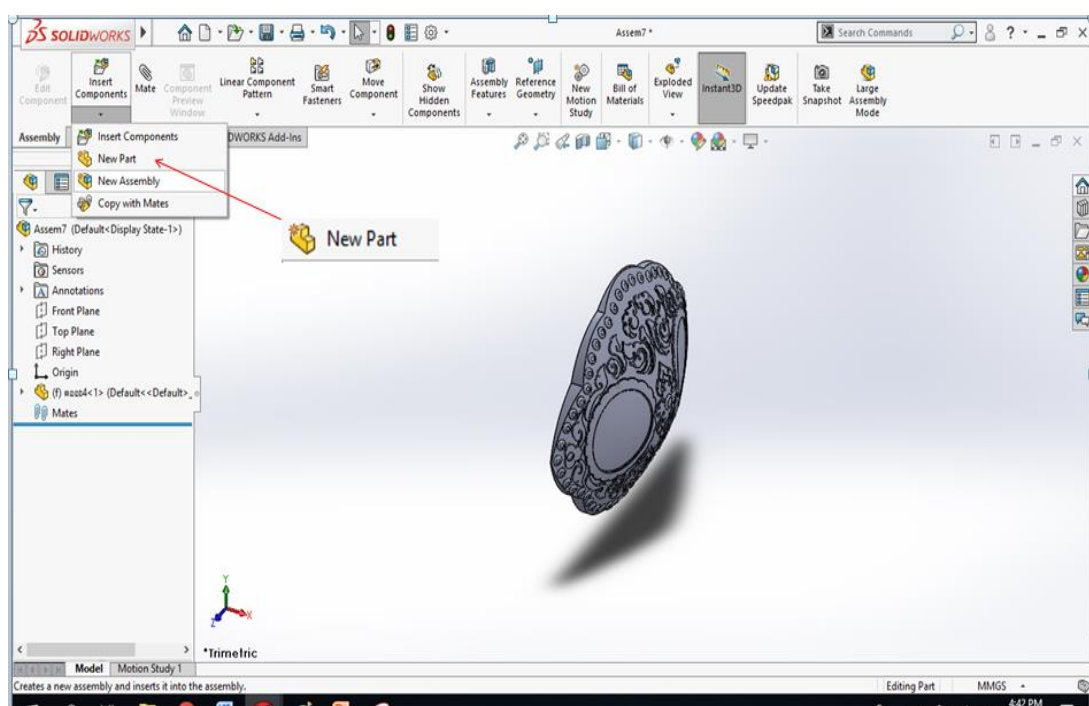
4.1.1 การออกแบบบล็อกแม่พิมพ์ด้วยโปรแกรม Solidworks

ในการผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ห่วงรัดขึ้น ขั้นตอนแรกจะสร้างแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป (Die) ทรงสี่เหลี่ยม โดยใช้โปรแกรม SolidWorks จากนั้นนำตัวบล็อกแม่พิมพ์ที่ได้ไปสร้าง NC Program ด้วยโปรแกรม ArtCAM แล้วนำไปกัดขึ้นรูปตัวแม่พิมพ์ด้วยเครื่องกัดมินิซีเอ็นซี โดยใช้โปรแกรม Mach 3 mill ในการควบคุมการทำงาน ซึ่งอธิบายรายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนในการทำต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปห่วงรัดขึ้น แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนแสดงดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างฐานของแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป (Die)

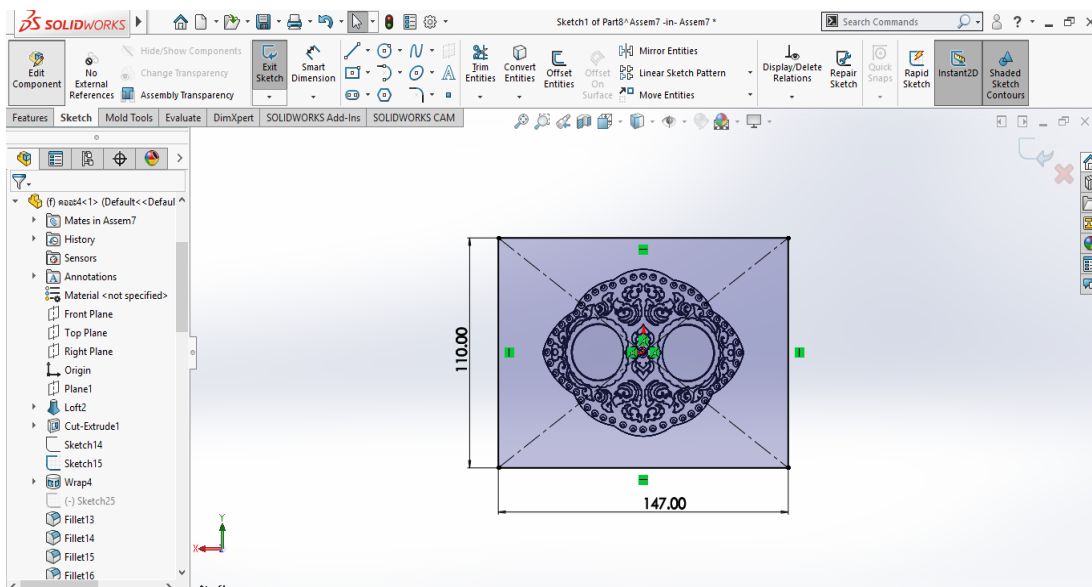
1. ทำการเปิดโปรแกรม SolidWorks แล้วเปิดไฟล์ต้นแบบห่วงรัดขึ้นจากนั้นไปที่คำสั่ง Insert Components แล้วคลิกที่คำสั่ง New Part ดังภาพประกอบ 4.2



ภาพประกอบ 4.2 ขั้นตอนต้นแบบห่วงรัดขึ้น

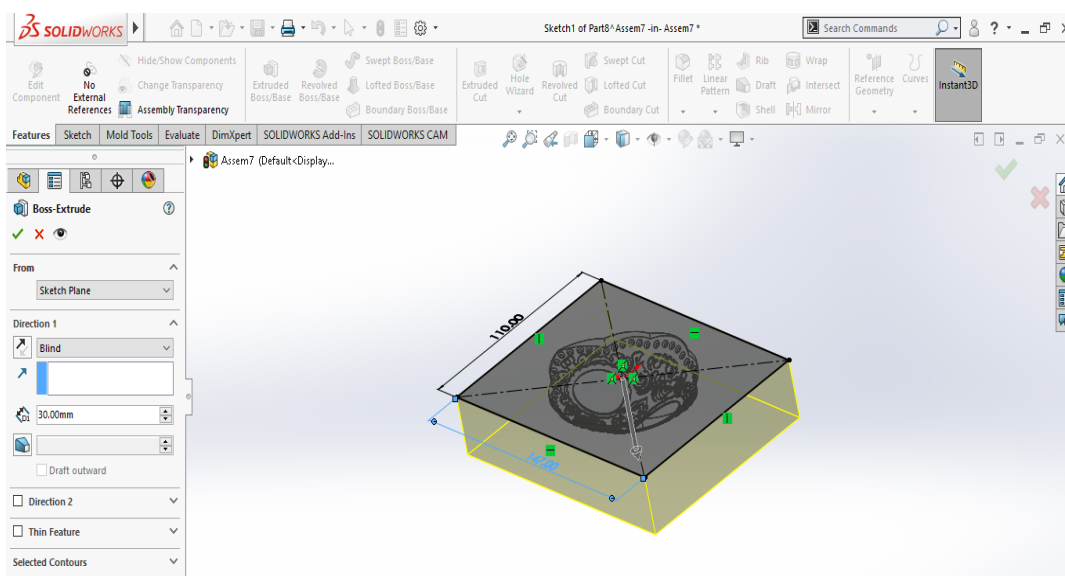


2. เลือก Sketch บน Right Plane แล้วกำหนดขนาดของตัวบล็อกแม่พิมพ์ ขนาดความกว้าง 110 มิลลิเมตร และยาว 147 มิลลิเมตร แสดงดังภาพ 4.3



ภาพประกอบ 4.3 กำหนดความกว้าง×ยาวของบล็อกแม่พิมพ์ห้วงรัดขึ้น

3. เลือก Feature เป็น Extruded Boss/Base เพื่อกำหนดความหนาของตัวบล็อกต้นแบบแม่พิมพ์เท่ากับ 30 มิลลิเมตร แสดงดังภาพ 4.4

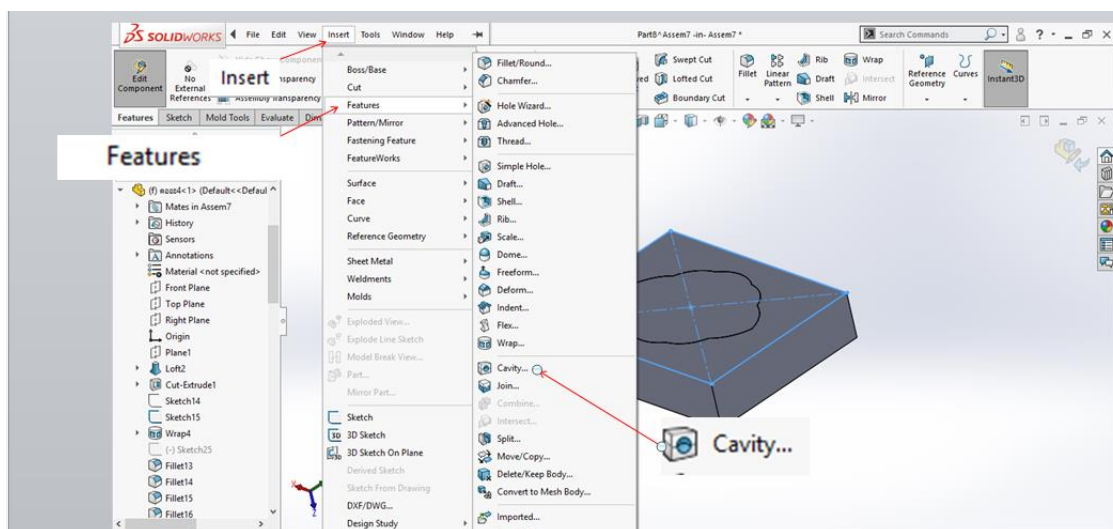


ภาพประกอบ 4.4 ขนาดความหนาของบล็อกแม่พิมพ์ห้วงรัดขึ้น



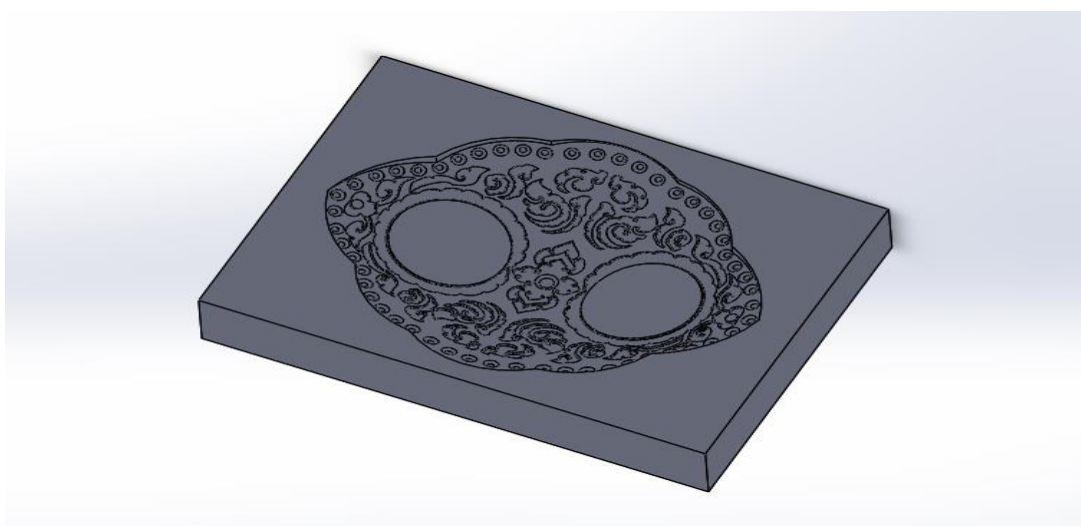
ขั้นตอนที่ 2 การสร้างลวดลายลงบนต้นแบบแม่พิมพ์

1. เลือกคำสั่ง Insert จากนั้นเลือก Features แล้วคลิกที่คำสั่ง Cavity เพื่อสร้างลวดลายลงบนต้นแบบแม่พิมพ์ แสดงดังภาพ 4.5



ภาพประกอบ 4.5 การสร้างลวดลายโดยใช้คำสั่ง Cavity ลงบนต้นแบบแม่พิมพ์

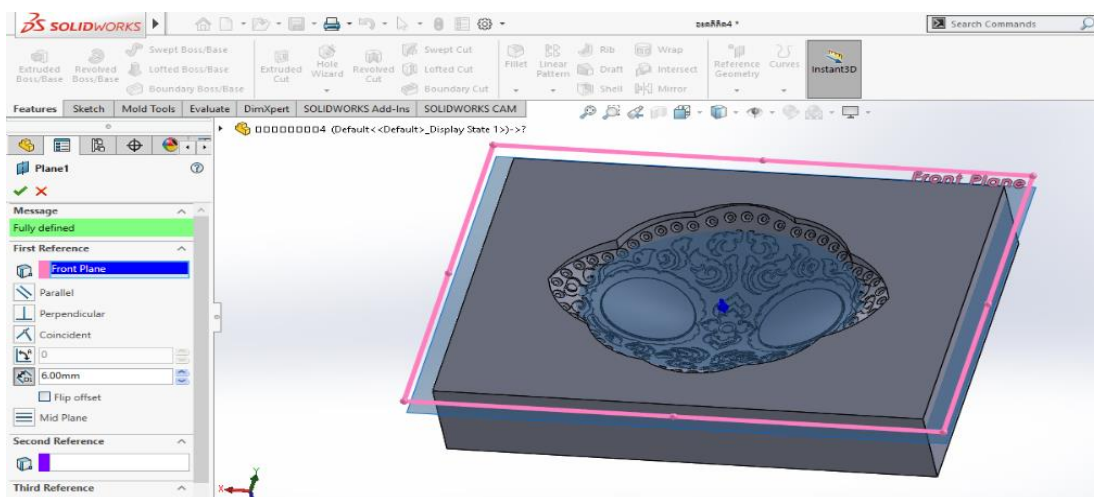
2. ได้ต้นแบบแม่พิมพ์ห้วงรัดขึ้นส่วนที่เป็นพันธ์ ที่เขียนด้วยโปรแกรม Solidworks



ภาพประกอบ 4.6 ต้นแบบแม่พิมพ์ห้วงรัดขึ้นที่ได้

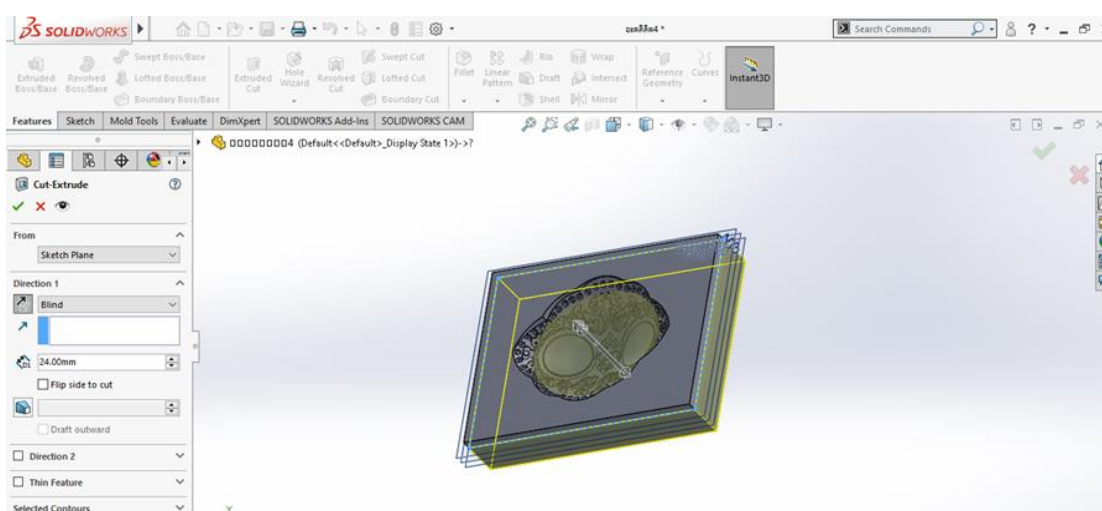


ขั้นตอนที่ 3 เนื่องจากผู้ทดลองไม่สามารถกัดชิ้นงานรอบเดียวได้เนื่องจากเครื่องกัดมินิซีเอ็นซีและดอกกัดมีข้อจำกัดในการกัดงานออกทีละมากๆ ซึ่งดอกกัดที่ใช้มีขนาดเล็กเพื่อที่จะให้ชิ้นงานมีลวดลายที่ ขึ้นมาใหม่แล้วทำการ Extruded cut ที่ละชิ้น สร้าง Plane บนชิ้นงาน โดยมีขนาดความหนาเท่ากับ 6 มิลลิเมตร



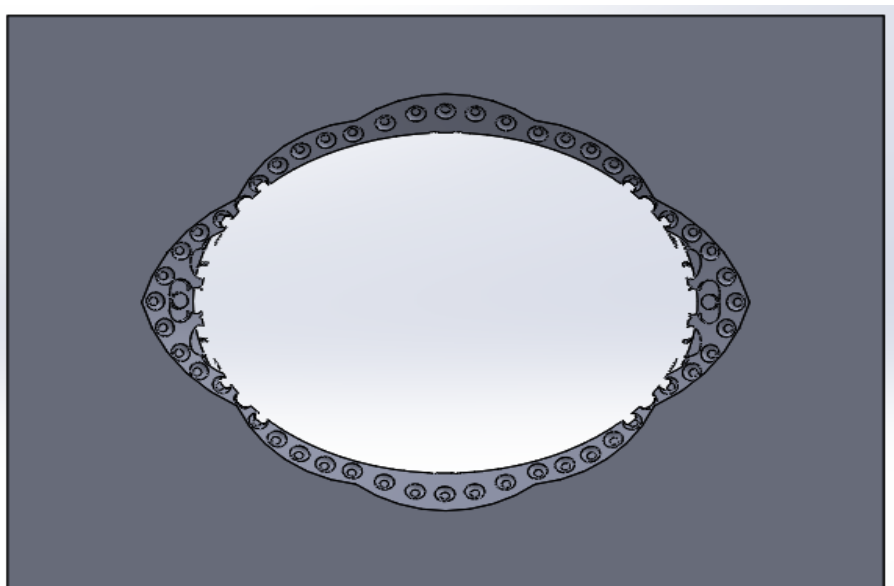
ภาพประกอบ 4.7 สร้าง Plane บนชิ้นงานห้วงรัดขึ้น

2. ทำการ Sketch รูปสี่เหลี่ยมบน Plane ที่สร้างขึ้น จากนั้น Extruded cut ขนาด 24 มิลลิเมตร เพื่อตัดส่วนที่เกินออก แสดงดังภาพประกอบ 4.8 (ก) และจะได้ชิ้นงานต้นแบบแม่พิมพ์ห้วงรัดขึ้นที่ได้จากการ Extruded cut ครั้งที่ 1 แสดงดังภาพประกอบ 4.8 (ข)



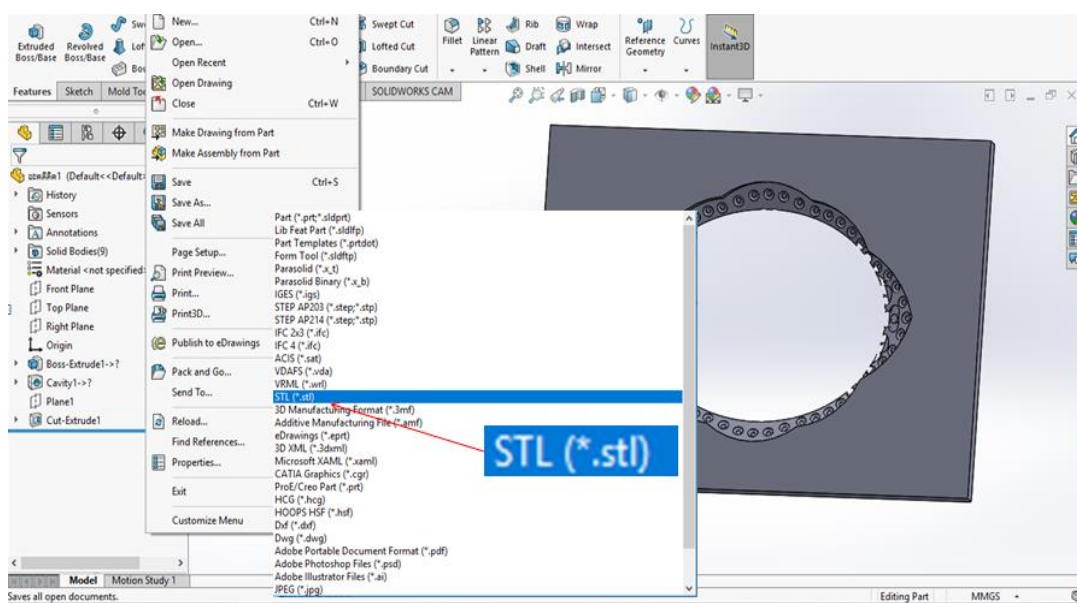
ภาพประกอบ 4.8 (ก) Extruded cut ขนาด 24 มิลลิเมตร





ภาพประกอบ 4.8 (ข) ชิ้นงานที่ได้จากการ Extruded cut ครั้งที่ 1
ภาพประกอบ 4.8 การสร้างชิ้นงานขึ้นที่ 1

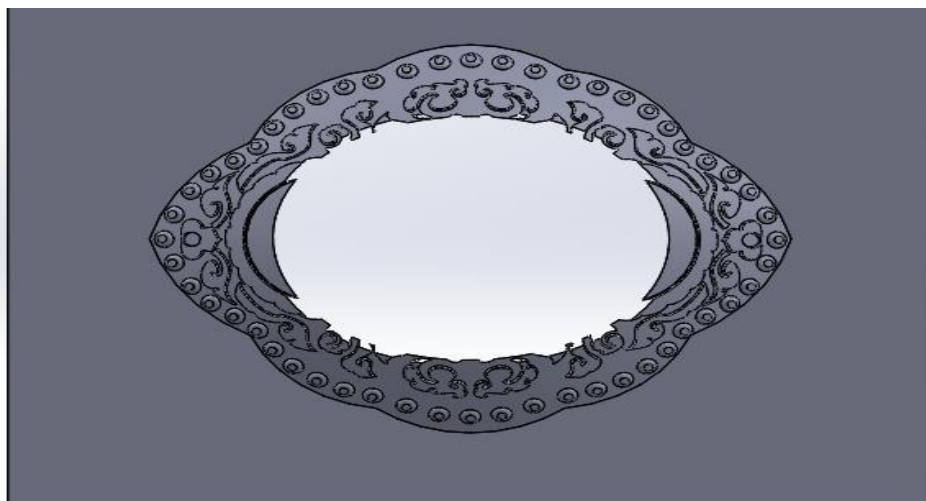
3. เมื่อได้ชิ้นงานต้นแบบแม่พิมพ์ห่วงรัดขึ้นแล้ว จะทำการบันทึกไฟล์ด้วยคำสั่ง Save as โดยเลือกบันทึกเป็นนามสกุล STL (*.stl) แสดงดังภาพประกอบ 4.9 เพื่อที่จะนำไปสร้าง G-Code ในโปรแกรม ArtCAM ในลำดับต่อไป



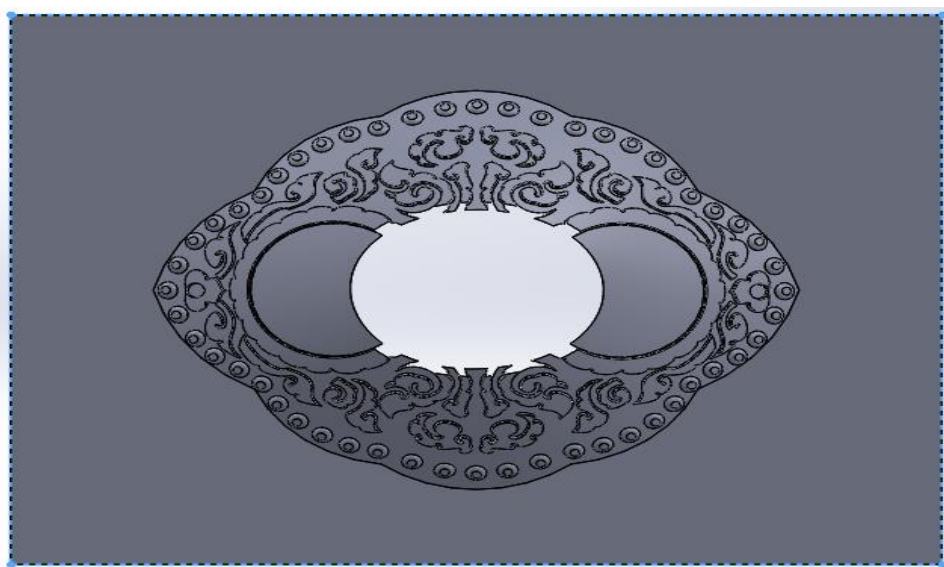
ภาพประกอบ 4.9 การ Save ไฟล์ ให้เป็น STL (*.stl)



4. ทำการสร้าง Plane และ Extruded cut เหมือนกับข้อที่ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยการสร้าง Plane กำหนดความหนาเพิ่มขึ้นทีละ 6 มิลลิเมตร จากนั้นทำการ Extruded cut จะได้ไฟล์ชิ้นงานที่สามารถนำไปสร้างเป็น NC Program เพื่อใช้ในการกัดขึ้นรูปต้นแบบแม่พิมพ์ห้วงรัดขึ้น

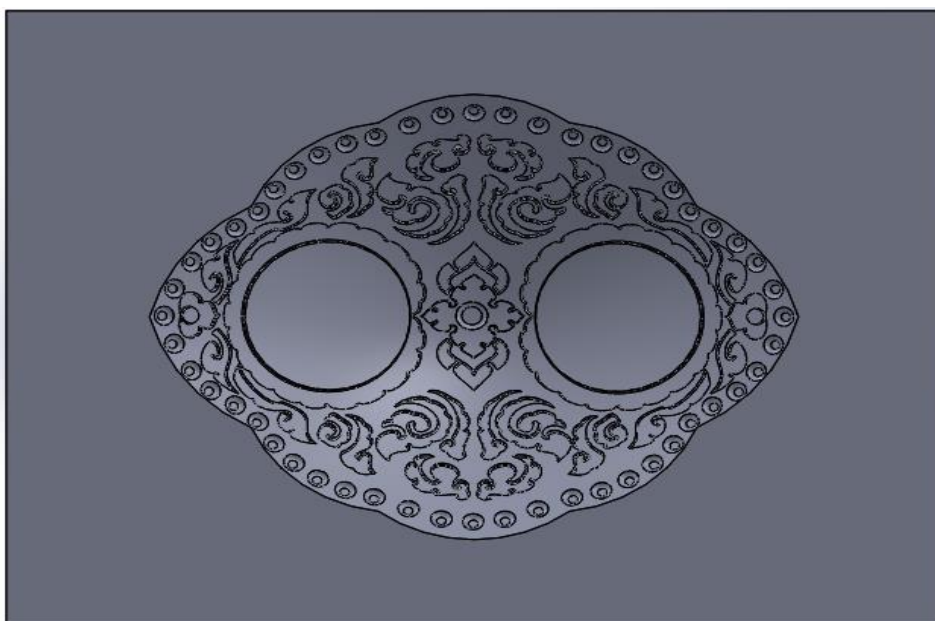


ภาพประกอบ 4.10 การสร้างชิ้นงานขั้นที่ 2



ภาพประกอบ 4.11 การสร้างชิ้นงานขั้นที่ 3





ภาพประกอบ 4.12 การสร้างชิ้นงานชิ้นที่ 4

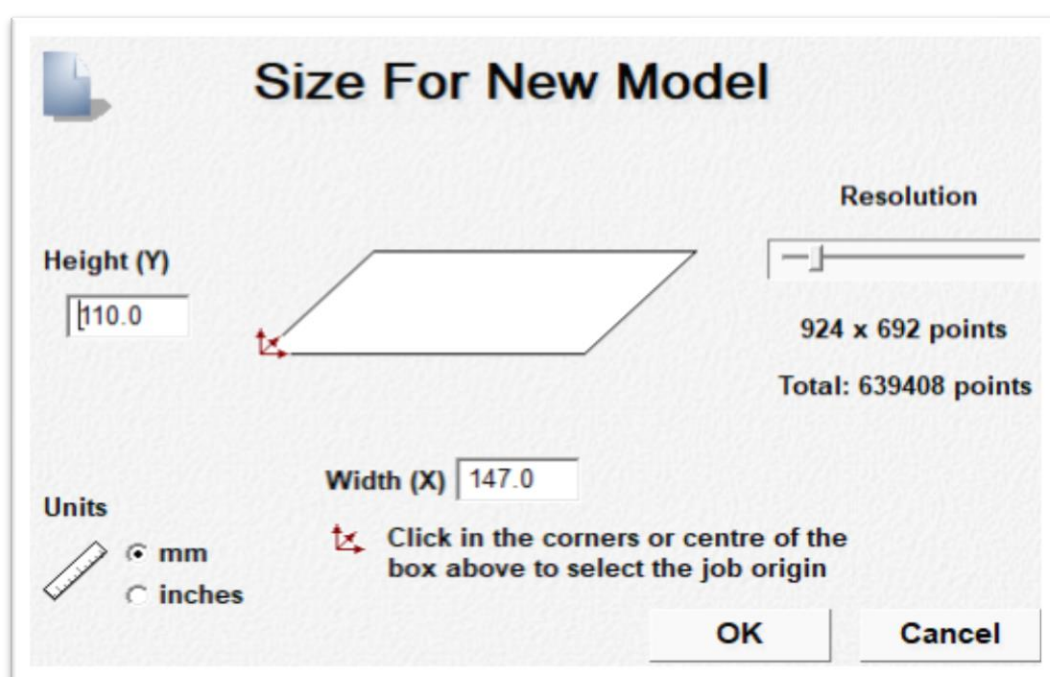


4.1.2 การสร้าง NC Program

การสร้าง NC Program ในการศึกษาได้ใช้โปรแกรม ArtCAM ซึ่งเป็นโปรแกรมช่วยในการผลิต และเป็นโปรแกรมที่ใช้งานร่วมกับเครื่องกัดมินิซีเอ็นซี ในห้องปฏิบัติการ CAD/CAM/CNC ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ขั้นตอน การสร้าง NC Program แสดงดังต่อไปนี้

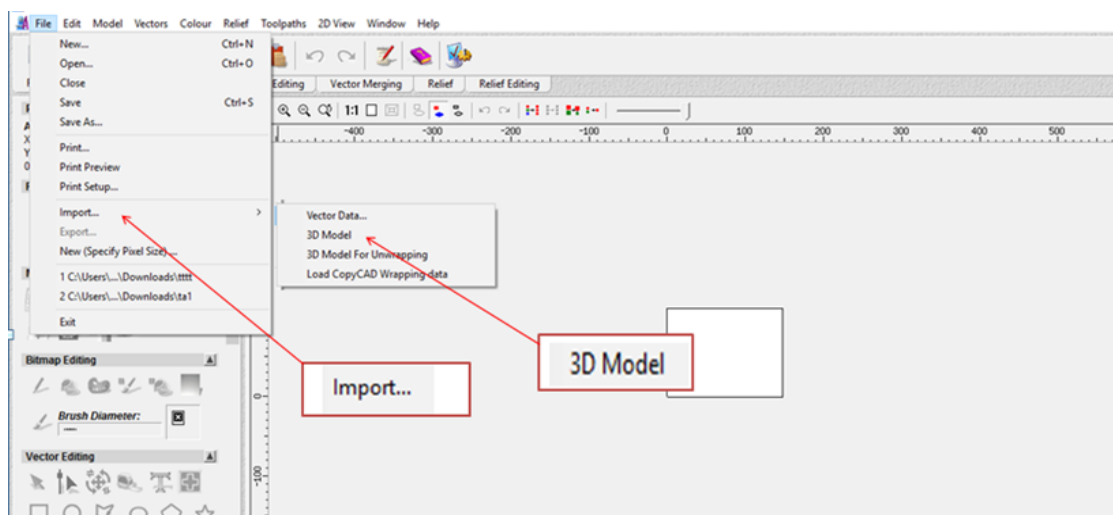
1. เปิดไฟล์ล็อกแม่พิมพ์ 3 มิติ ในโปรแกรม ArtCAM โดยไปที่ File เลือกที่ New จากนั้นกำหนด Size for New Model ใส่ขนาดความยาว แกน X เท่ากับ 147 มิลลิเมตร และความกว้าง แกน Y เท่ากับ 110 มิลลิเมตร เพื่อกำหนดพื้นที่ในการวางชิ้นงาน ดังภาพประกอบ 4.13 เมื่อกำหนดขนาดเสร็จแล้วให้เลือกที่ปุ่ม OK



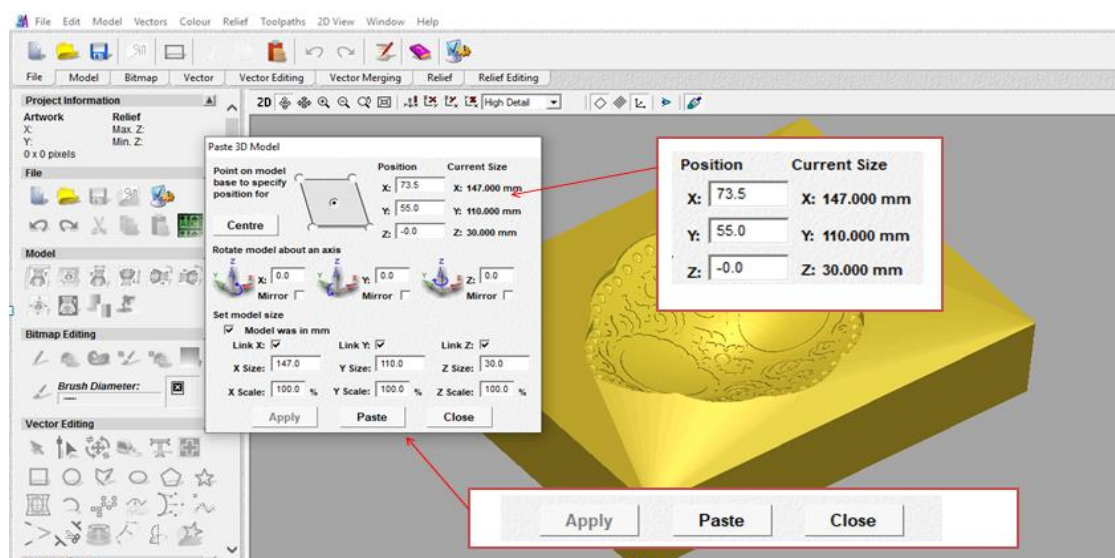
ภาพประกอบ 4.13 การกำหนด ขนาดชิ้นงาน ต้นแบบแม่พิมพ์หว้งรัดขึ้นในโปรแกรม ArtCAM



2. จากนั้นไปที่ File เลือก Import และเลือก 3D Model ดังภาพประกอบ 4.14 (ก) เพื่อเปิดไฟล์ชิ้นงาน 3 มิติ ซึ่งในที่นี้คือไฟล์ 3 มิติของต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มชิ้นรูป (Die) ชิ้นงานห่วงรัดขึ้น ทำการเลือกไฟล์ชิ้นงาน และกำหนดตำแหน่งในการวางชิ้นงานโดยเลือก Center เพื่อให้โปรแกรมจัดวางตำแหน่ง (Position) ชิ้นงานให้อยู่กึ่งกลางโดยอัตโนมัติ ดังภาพประกอบ 4.14 (ข) จากนั้นคลิก Apply แล้วคลิก Paste ต่อด้วย Close



(ก) การเปิดไฟล์แบบชิ้นงาน 3 มิติ ในโปรแกรม ArtCAM

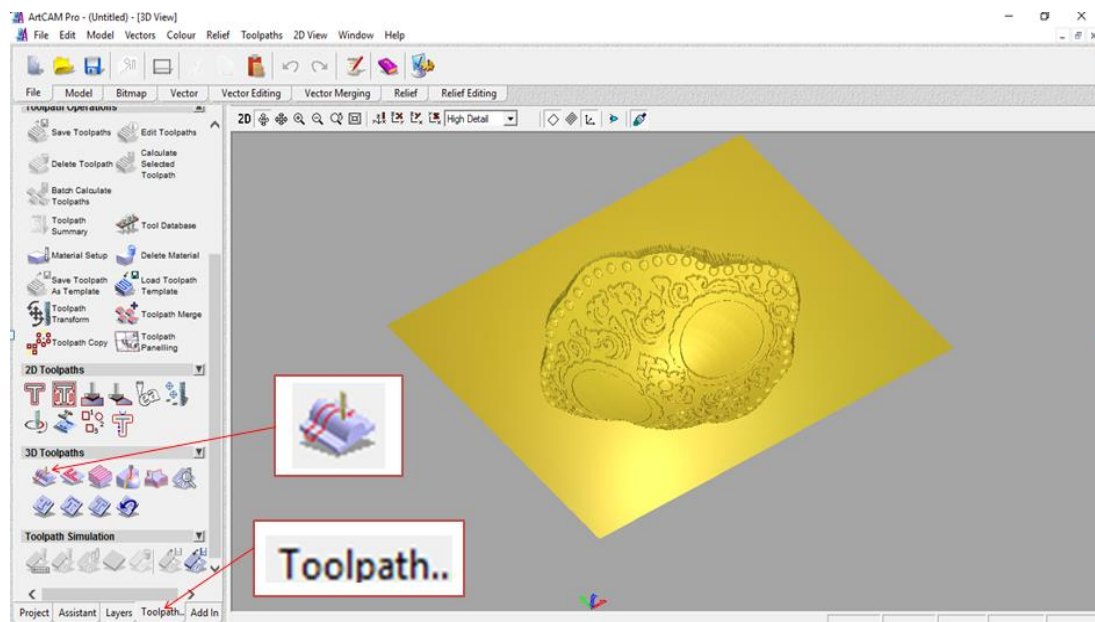


(ข) การกำหนดตำแหน่งในการวางชิ้นงาน

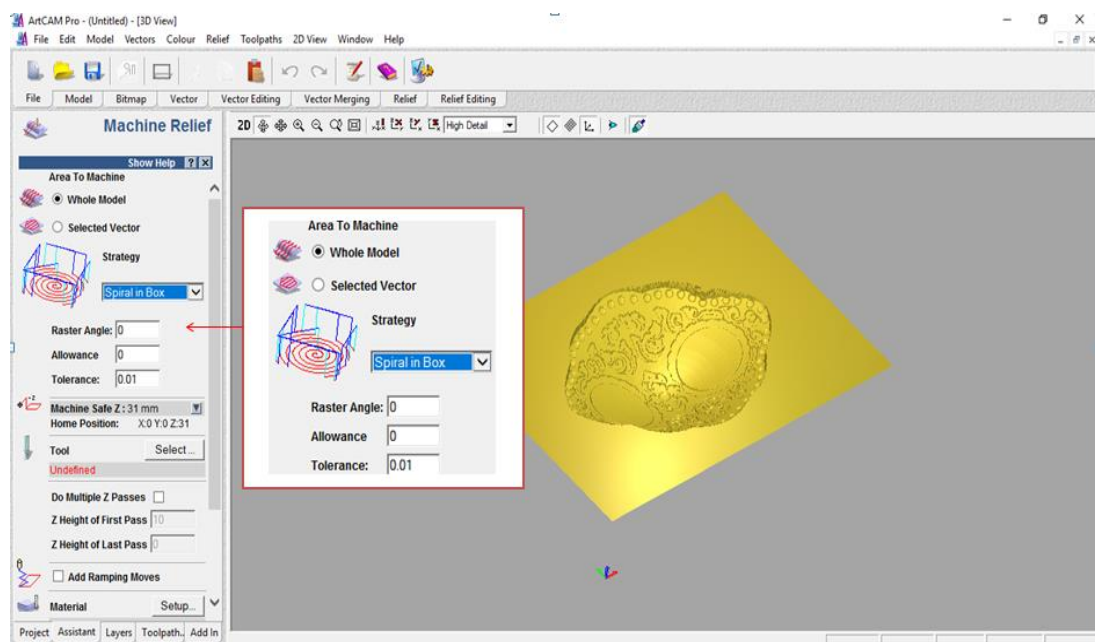
ภาพประกอบ 4.14 การ Import ไฟล์ และกำหนดตำแหน่งการวางต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มชิ้นรูปชิ้นงานห่วงรัดขึ้น ด้วยโปรแกรม ArtCAM



3. จากนั้นไปที่คำสั่ง Tool Paths แล้วเลือกคำสั่ง Machine Relief ในการสร้าง NC Program ดังภาพประกอบ 4.15 (ก) และการตั้งค่า Area to Machine ดังภาพประกอบ 4.15 (ข)



(ก) การเลือกคำสั่ง Machine Relief

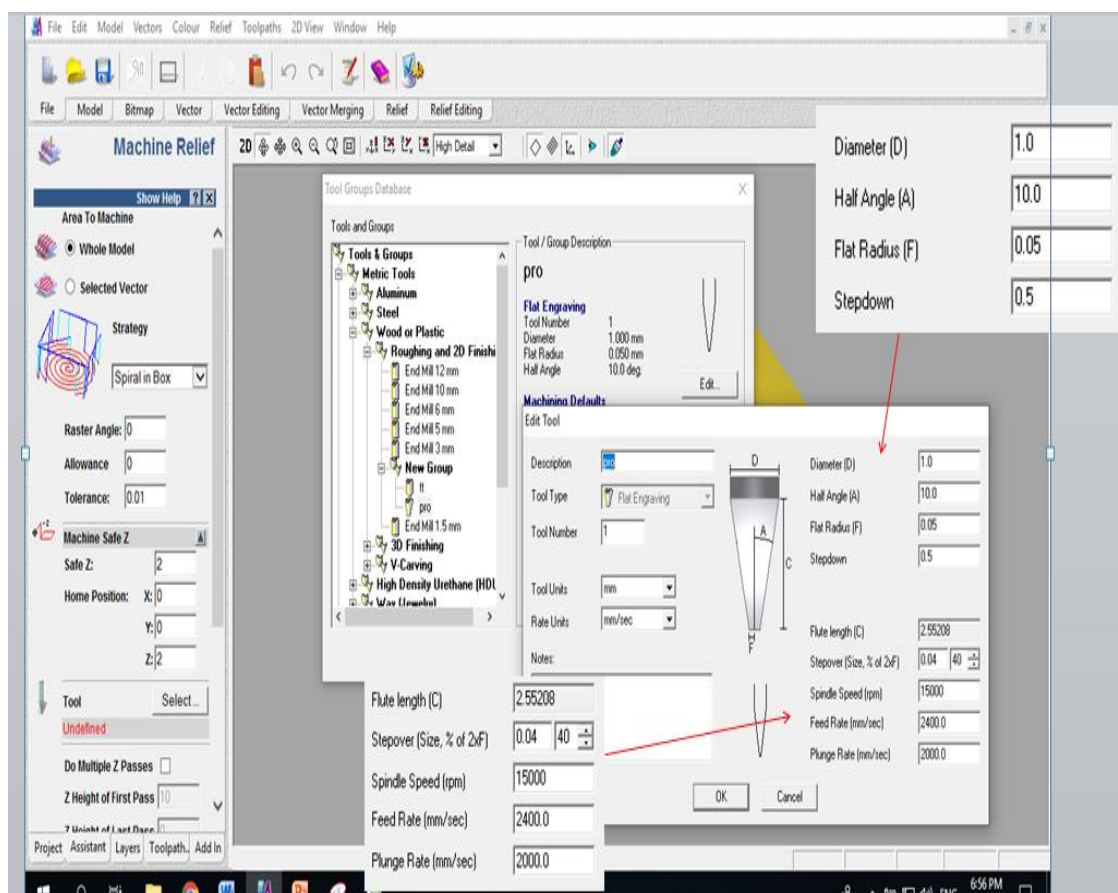


(ข) การตั้งค่า Area to Machine

ภาพประกอบ 4.15 การเลือกคำสั่งในการกัดงาน และการกำหนดทิศทางการเดินกัดงาน

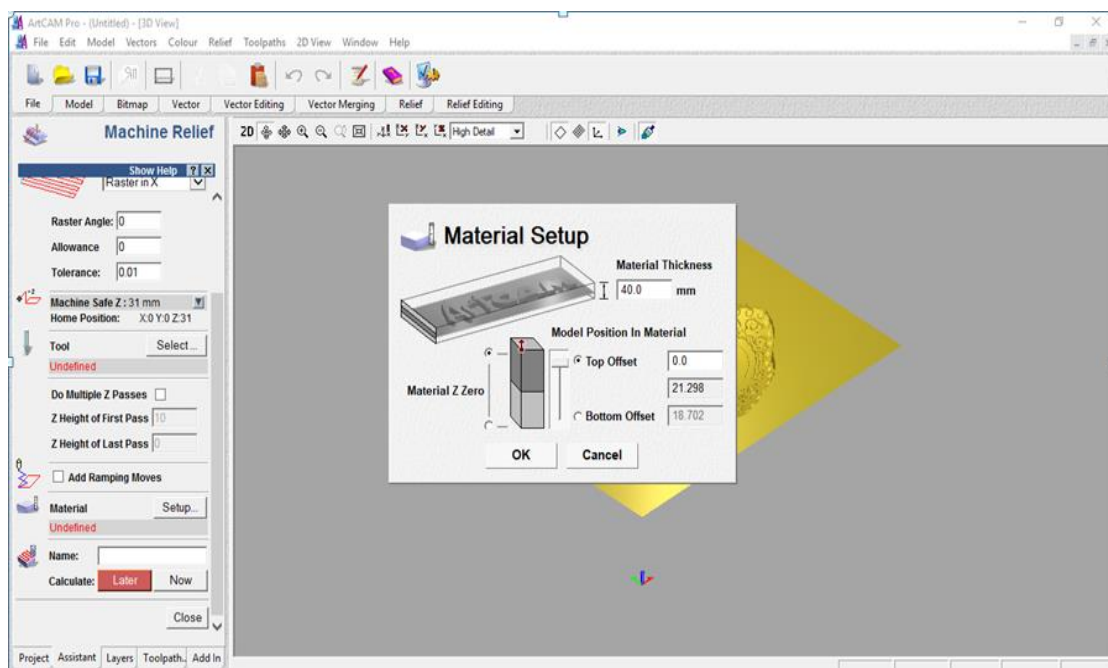


4. ทำการตั้งค่าระยะยก (Safe Z) ในที่นี้กำหนดค่าเท่ากับ 2 แล้วทำการเลือก Tool โดยคลิก Select เลือกดอกกัดเป็น Engraving ขนาด 0.1 มิลลิเมตร คลิก Edit ตั้งค่า Step down เท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร ความเร็วเคลื่อนที่ (Feed Rate) เท่ากับ 2,400 มิลลิเมตรต่อนาที spindle speed เท่ากับ 15,000 รอบต่อนาที และค่า Plunge Rate เท่ากับ 2,000 มิลลิเมตรต่อนาทีดังภาพประกอบ 4.16 (ก) เนื่องจากเป็นค่าที่ให้ความเรียบผิวที่ดีที่สุด โดยสังเกตจากการทดลองกัดชิ้นงานหลายๆครั้ง จนได้ค่าที่ดีที่สุดออกมา แล้วทำการตั้งค่า Material โดยตั้งความหนาเท่ากับ 40 มิลลิเมตร ซึ่งเท่ากับความหนาของขนาดอะคริลิกที่นำมากัดต้นแบบแม่พิมพ์ ดังภาพประกอบ 4.16 (ข) จากนั้นคลิก Now โปรแกรมจะทำการสร้าง G-Code จากนั้น คลิก Close ดังภาพประกอบ 4.16 (ค)

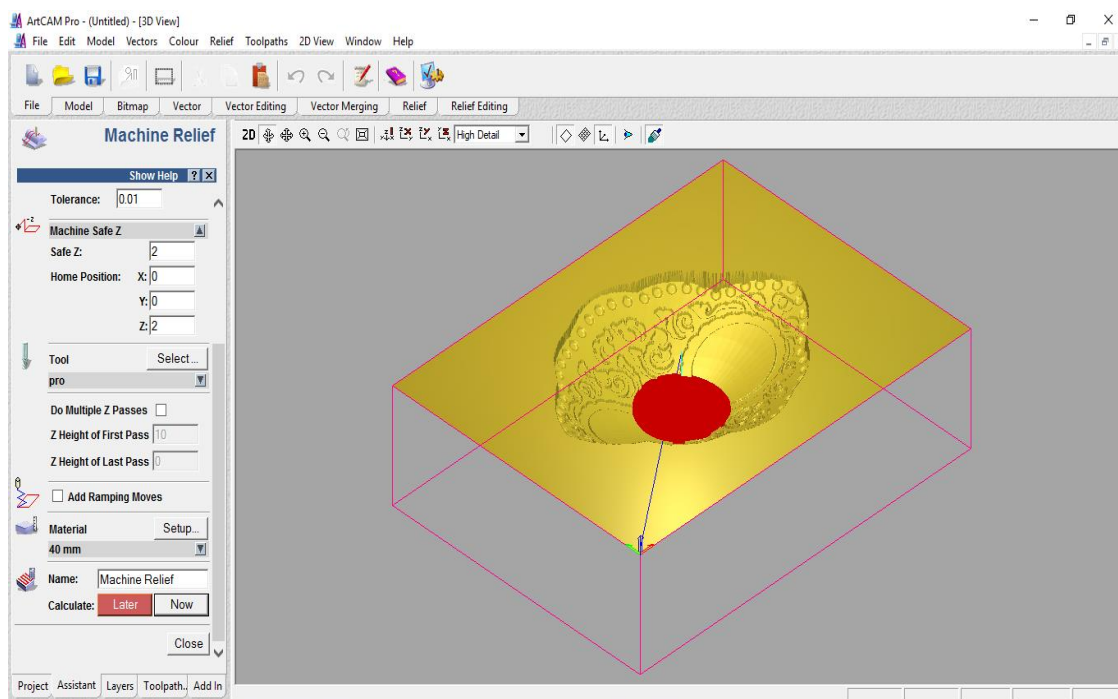


(ก) การตั้งค่าระยะยก (Safe Z) และตั้งค่า Tool





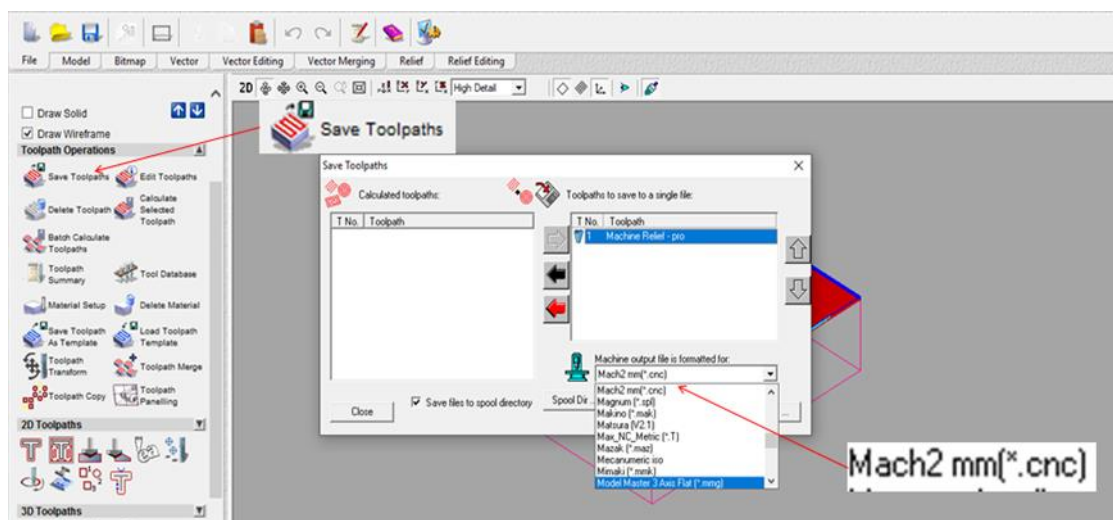
(ข) การตั้งค่า Material



(ค) โปรแกรมในการสร้าง G-Code ในการกัดต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป (Die) ชิ้นงานห่วงรัดชั้น
ภาพประกอบ 4.16 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการกัด และการสร้าง NC Code
ของต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานห่วงรัดชั้น



5. ทำการ Save Tool paths โดยทำการบันทึกไฟล์เป็น Mach 2 mm (*.CNC)
 ดังภาพประกอบ 4.17 เพื่อป้อนให้กับโปรแกรม Mach 3 mill ในการควบคุมการขึ้นรูป ด้วยเครื่องกัด mini CNC



ภาพประกอบ 4.17 การ Save Tool paths

ตัวอย่างของ NC Code ที่สร้างขึ้นในโปรแกรม ArtCAM แสดงดังภาพ 4.18

```

%
G90
G49
M3 S15000
G0 X73.500 Y55.000 Z2.000
G1 Z-6.000 F120000
G1 X73.503 Y55.002 F144000
X73.480 Y55.000
X73.491 Y54.973
X73.529 Y54.979
X73.536 Y55.026

```

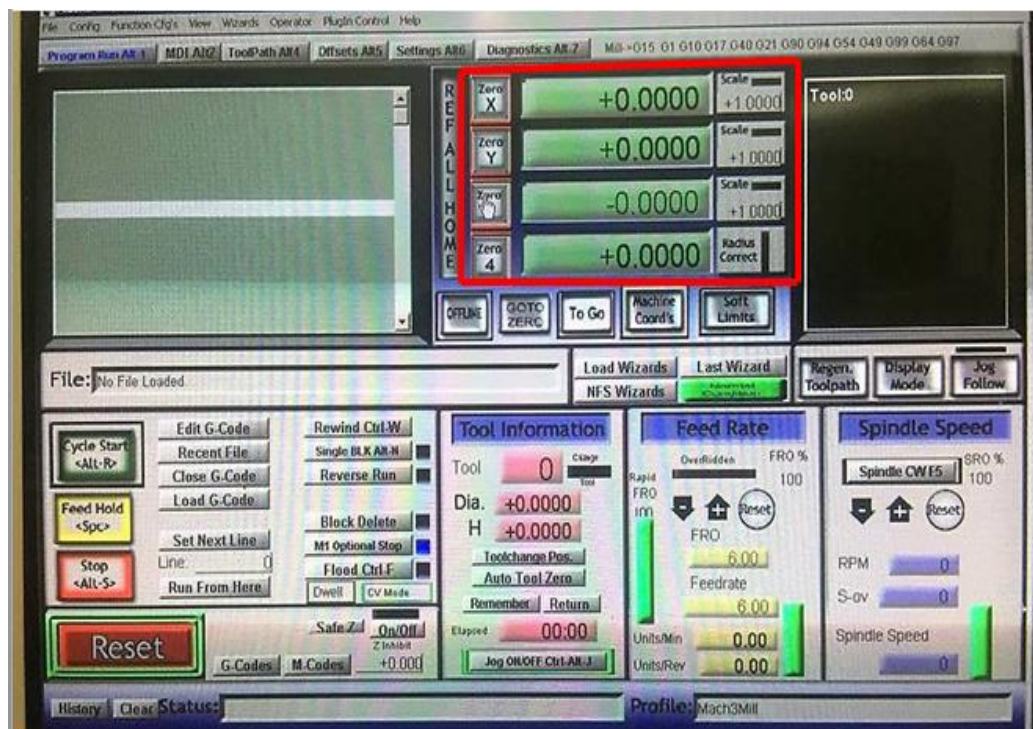
ภาพประกอบ 4.18 ลักษณะของ NC Code ที่ได้จากโปรแกรม ArtCAM



4.1.3 การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป (Die) ชิ้นงานท่วงรัดขึ้น ด้วยเครื่องกัดมินิซีเอ็นซี

การกัดขึ้นรูปต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป (Die) ชิ้นงานท่วงรัดขึ้น ด้วยเครื่องกัด Mini CNC โดยใช้โปรแกรม Mach 3 ในการควบคุม เริ่มจากเปิดโปรแกรม Mach 3 mill จากนั้นทำการ Load G-Code ที่ได้จากหัวข้อ 4.1.2 เพื่อใช้ควบคุมการเดินกัดขึ้นงาน จากนั้นใช้ปากกาจับชิ้นงานในการจับยึดชิ้นงานเข้ากับเครื่อง Mini CNC ในขั้นตอนนี้จะใช้ระดับน้ำกลวัดระดับของชิ้นงาน เพื่อให้ผิวหน้าชิ้นงานอยู่ในระดับเดียวกัน ซึ่งขั้นตอนในการกัดขึ้นรูปต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป (Die) ชิ้นงานท่วงรัดขึ้นด้วยเครื่องกัด Mini CNC แสดงดังต่อไปนี้

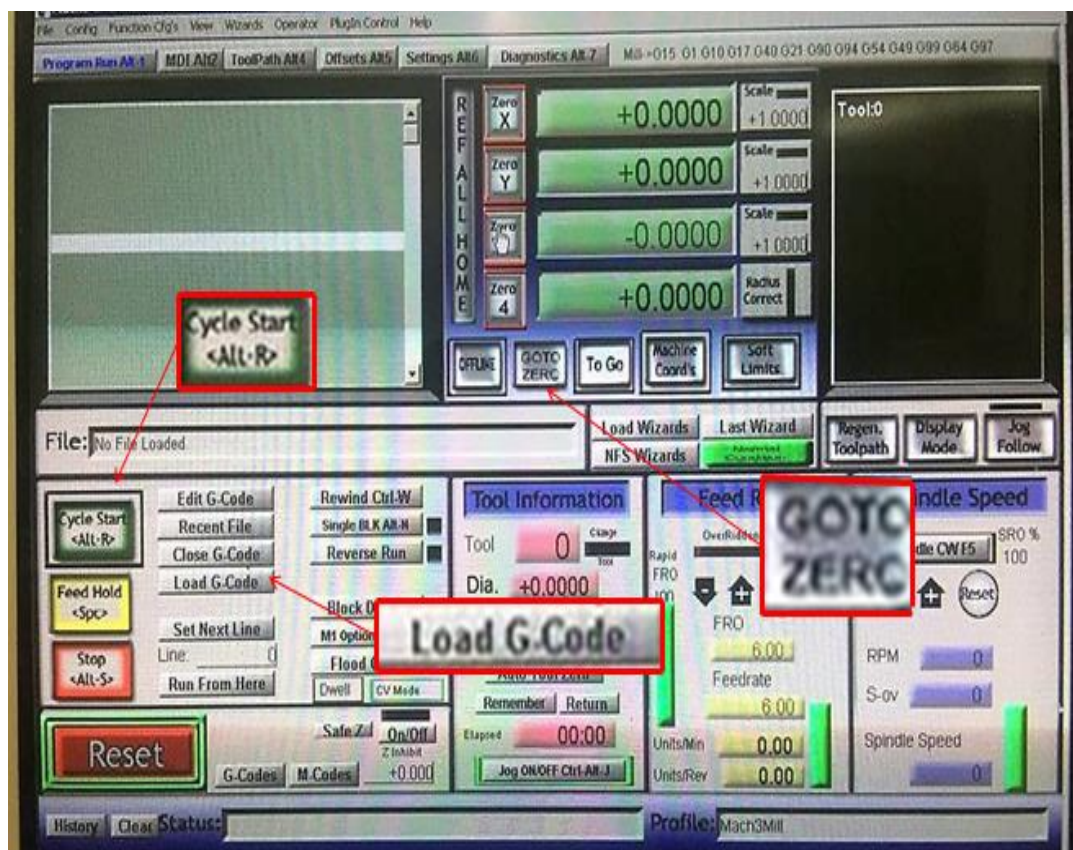
1. ติดตั้งดอก Engrave กับหัวจับของเครื่อง Mini CNC จากนั้นทำการตั้งชิ้นงานโดยใช้ปากกาจับชิ้นงานจับยึดอะคริลิก กับเครื่อง Mini CNC โดยใช้ระดับน้ำกลวางบนชิ้นงานเพื่อวัดระดับของผิวชิ้นงานให้อยู่ในระดับเดียวกัน
2. ทำการตั้งศูนย์ชิ้นงานให้ตรงกับศูนย์เครื่องกัด Mini CNC จากนั้นเลือกเซตศูนย์ที่โปรแกรม ให้ระบุเป็นศูนย์ทั้งหมด ดังภาพประกอบ 4.19



ภาพประกอบ 4.19 ตั้งศูนย์ชิ้นงานให้ตรงกับศูนย์เครื่องกัด Mini CNC



3. ทำการโหลดโค้ดที่ได้จากโปรแกรม ArtCAM โดยเลือกคำสั่ง Load G-Code จากนั้นเลือกคำสั่ง Goto Zero เพื่อให้ศูนย์เครื่องและศูนย์ชิ้นงานตรงตามตำแหน่งที่ตั้งไว้ จากนั้นเลือกคำสั่ง Cycle Start เพื่อเริ่มกัดชิ้นงาน ดังภาพประกอบ 4.20



ภาพประกอบ 4.20 โหลดโค้ดและเริ่มกัดต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานห่วงรัดขึ้น

ผลการทดลอง สรุปได้ดังนี้

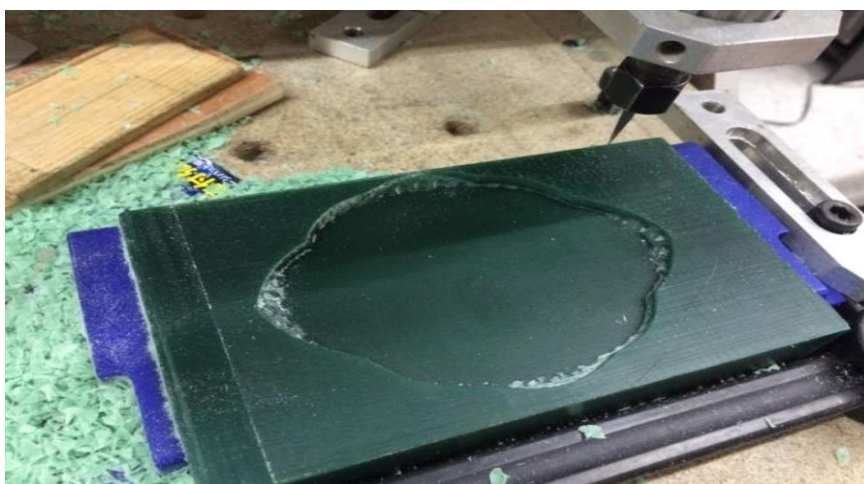
ในการทดลองกัดชิ้นงานครั้งที่ 1 ได้เลือกใช้วัสดุในการกัด เนื่องจากผู้ศึกษาต้องการที่จะกัดชิ้นงานตัวว่าชิ้นงานที่ได้มีลวดลายที่ชัดเจนและคมชัดหรือไม่ก่อนที่จะกัดวัสดุชิ้นงานจริงจึงเลือกใช้เทียนไข (wax) มีขนาดความกว้างเท่ากับ 90 มิลลิเมตร ความยาวเท่ากับ 110 มิลลิเมตร และหนา 40 มิลลิเมตร ดอกที่ใช้ในการกัดคือดอก Endmill ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร กำหนดทิศทางการกัดชิ้นงานไปตามแกน X ในการกัดครั้งนี้ ดอกกัด Endmill ไม่สามารถกัดชิ้นงานได้ นั่นเป็นเพราะขนาดความลึกของการกัด และรายละเอียดของลายที่ซับซ้อน ทำให้ชิ้นงานที่ได้มีลวดลายไม่ชัดเจน จึงไม่สามารถกัดงานต่อได้ ดังภาพประกอบ 4.21





ภาพประกอบ 4.21 การใช้ดอกกัด Endmill เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร

ในการทดลองกัดชิ้นงานครั้งที่ 2 ใช้วัสดุเดิมคือ เทียนเขียว (wax) และได้เลือกเปลี่ยนมาใช้ดอกกัด Engrave ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 มิลลิเมตร ทิศทางในการกัดตามแนวแกน X จากนั้นทำการกัดชิ้นงานอีกครั้ง พบว่าดอกกัด Engrave ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 มีขนาดปลายที่เล็กเรียว จึงสามารถเก็บรายละเอียดซอกเล็กๆ ของชิ้นงานที่ได้มี ลวดลาย ผิว และมุมของชิ้นงานสวยงาม และขนาดได้ตรงตามแบบ แสดงดังภาพ 4.22



ภาพประกอบ 4.22 การทดลองกัดต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานห่วงรัดขึ้น ด้วยดอกกัด Engrave



ในการทดลองกีดชิ้นงานครั้งที่ 3 ได้นำเอาลายต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานห้วงรัตจีนที่ได้เขียนโค้ดไว้ทั้งหมด 4 โค้ด มากีดให้ได้ชิ้นงานตามแบบ แบ่งกีดทั้งหมด 4 รอบ โดยความลึกที่ใช้กีดจะเพิ่มขึ้นทีละ 6 มิลลิเมตร ใช้ดอกกีด Engrave ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 มิลลิเมตร และมีการเปลี่ยนทิศทางการกีดชิ้นงาน จากการกีดตามแนวแกน X มาเป็นการกีดแบบวงกลมตามเข็มนาฬิกา พบว่าชิ้นงานมีลวดลายที่สวยงาม ตรงตามแบบ และใช้เวลาในการกีดเร็วขึ้น แสดงดังภาพประกอบ 4.23



ภาพประกอบ 4.23 ต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานห้วงรัตจีน วัสดุเทียนเขียว (wax)

ในการทดลองกีดชิ้นงานครั้งที่ 4 ได้นำเอาวัสดุอะคริลิกมาใช้ในการกีด โดยได้เพิ่มขนาดของต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานห้วงรัตจีน ความกว้างเท่ากับ 110 มิลลิเมตร ความยาวเท่ากับ 147 มิลลิเมตร ส่วนความหนามีขนาดเท่าเดิมคือ 40 มิลลิเมตร ใช้ดอกกีด Engrave ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 มิลลิเมตร ทิศทางการกีดชิ้นงานเป็นวงกลมตามเข็มนาฬิกา พบว่าชิ้นงานที่ได้มีรายละเอียดไม่ค่อยคมชัด ผิวไม่เรียบ เนื่องจากใช้ดอกกีดนานเกินไป ซึ่งในการกีดชิ้นงานแต่ละชิ้นนั้นใช้เวลา 7 ชั่วโมง 20 นาที ทำให้ดอกกีดเกิดการสึกหรอ เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ชิ้นงานมีรายละเอียดไม่คมชัด แสดงดังภาพประกอบ 4.24



ภาพประกอบ 4.24 ต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานห้วงรัตจีนวัสดุอะคริลิก



ในการทดลองกัดชิ้นงานครั้งที่ 5 ในการกัดครั้งนี้ได้เขียนโค้ดเพิ่มขึ้น โดยเป็นโค้ดที่ใช้กัดหยาบ ใช้ดอกกัด Endmill ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร กัดชิ้นงานให้เป็นบัวตรงกลาง แสดงดังภาพ 4.25 (ก) จากนั้นกัดแบบละเอียดโดยใช้โค้ดเดิมที่ได้เขียนไว้ ทิศทางการกัดเป็นวงกลมตามเข็มนาฬิกา พบว่าชิ้นงานที่ได้ มีความคมชัดขอลวดลงลาย ผิวเรียบและได้ชิ้นงานตามแบบ แสดงดังภาพ 4.25 (ข)



(ก) กัดชิ้นงานให้เป็นบัวตรงกลาง



(ข) ต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มชิ้นงานห่วงรัดขึ้น ที่สมบูรณ์
ภาพประกอบ 4.25 ต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มชิ้นรูป (Die)
ชิ้นงานห่วงรัดขึ้น



4.1.4 การทดสอบลวดลายต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป (Die) ชิ้นงานห้วงรัดขึ้น

จากการที่ได้ผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานห้วงรัดขึ้น ด้วยเครื่องกัด Mini CNC ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดสอบลวดลายของต้นแบบแม่พิมพ์ ด้วยการนำเอายางพารามาทาลงบนต้นแบบแม่พิมพ์ที่ได้จากการกัดจากนั้นนำไปตากแดดให้ยางพาราแห้ง แสดงดังภาพ 4.26 พบว่าลายที่ได้เป็นลายที่สมบูรณ์ ผิวเรียบ คมชัด และสวยงาม



ภาพประกอบ 4.26 แม่พิมพ์ยางพารา และลวดลายที่ได้จากการทดสอบ

4.2 การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงาน (Casting Mold Prototype) ห่วงรัดขึ้น

ในการผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัดขึ้น ได้นำเอาไฟล์ชิ้นงานห้วงรัดขึ้นตัวเดิมดังภาพ 4.1 มาใช้ในการออกแบบต้นแบบแม่พิมพ์หล่อ

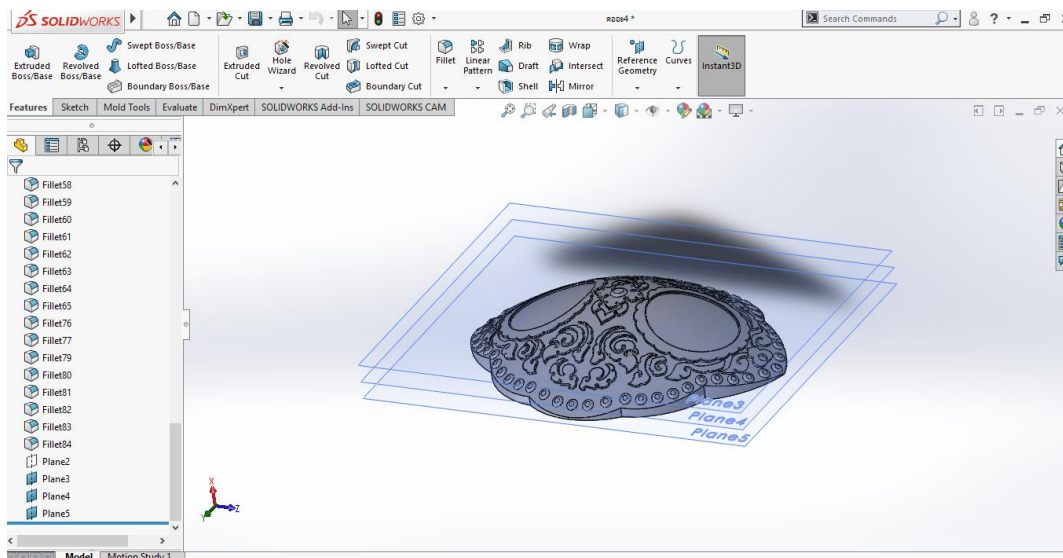
ขั้นตอน การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อดังต่อไปนี้

4.2.1 การออกแบบบล็อกแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัดขึ้นด้วยโปรแกรม Solidworks

ในการผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัดขึ้น ขั้นตอนแรกจะนำชิ้นงานห้วงรัดขึ้น มาทำเป็นบล็อก โดยใช้โปรแกรม SolidWorks จากนั้นนำตัวบล็อกแม่พิมพ์ที่ได้นำไปสร้าง NC Program ด้วยโปรแกรม ArtCAM แล้วนำไปกัดขึ้นรูปตัวแม่พิมพ์ด้วยเครื่องกัดมินิซีเอ็นซี โดยใช้โปรแกรม Mach 3 mill ในการควบคุมการทำงาน ซึ่งอธิบายรายละเอียดขั้นตอนต่าง ได้ดังต่อไปนี้

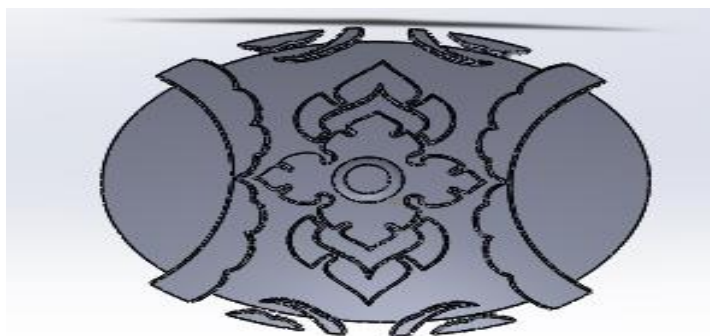


1. เปิดไฟล์ชิ้นงานหัวงัดขึ้น จากนั้นทำการสร้าง Plane บนชิ้นงานหัวงัดขึ้น แสดงดังภาพประกอบ 4.27 โดยแต่ละ Plane ห่างกัน 6 มิลลิเมตร เพื่อให้ง่ายในการกัดชิ้นงาน



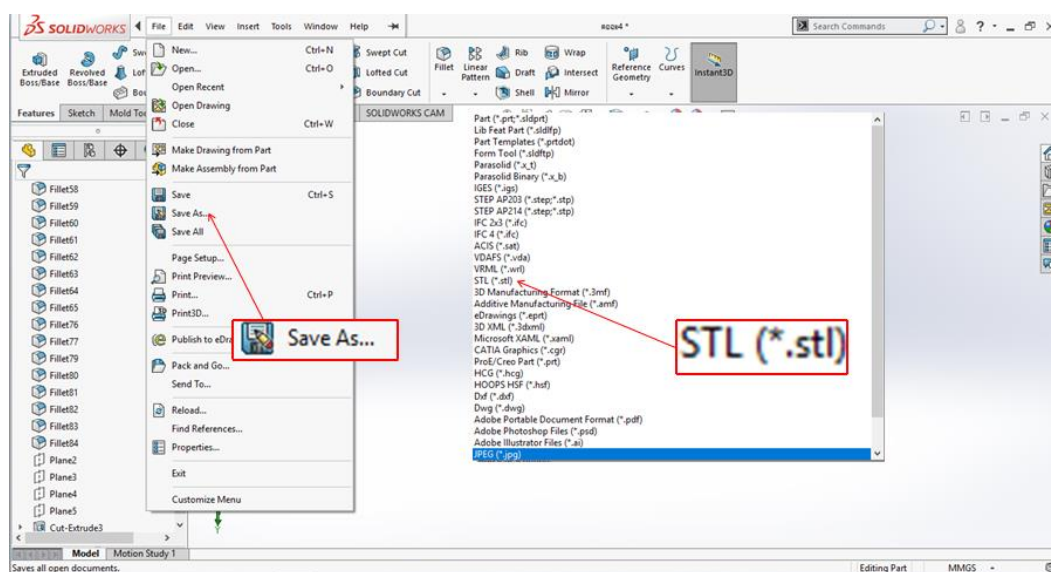
ภาพประกอบ 4.27 การสร้าง Plane บนชิ้นงานหัวงัดขึ้น

2. ทำการ Extruded cut ที่ละชิ้น เริ่มจาก Plane1 ดังภาพประกอบ 4.28 (ก) โดยการ Extruded cut ส่วนที่ไม่ต้องการออก จากนั้นทำการบันทึกไฟล์ด้วยคำสั่ง Save as โดยเลือกบันทึกเป็นนามสกุล STL (*.stl) แสดงดังภาพ 4.28 (ข) เพื่อที่จะนำไฟล์ไปสร้าง G-Code ในโปรแกรม ArtCAM ในลำดับต่อไป



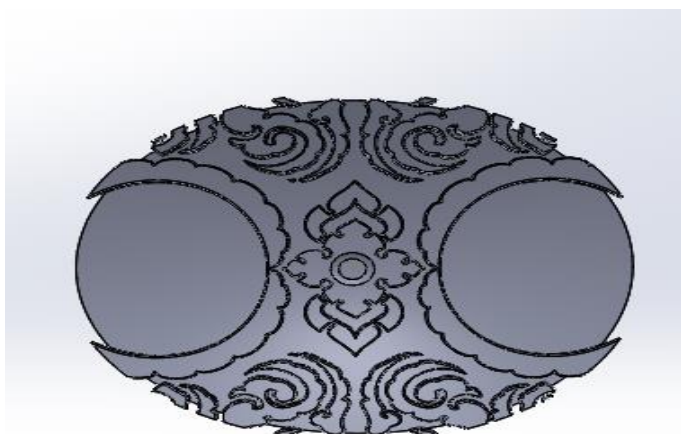
(ก) ชิ้นงานที่ได้จากการ Extruded cut ครั้งที่ 1





(ข) การบันทึกเป็นนามสกุล STL (*. stl)
ภาพประกอบ 4.28 ชิ้นงานที่1 และการบันทึก

3. ทำการ Extruded cut Plane2 ดังภาพประกอบ 4.29 โดยการ Extruded cut ส่วนที่ไม่ต้องการออก จากนั้นทำการบันทึกไฟล์ด้วยคำสั่ง Save as โดยเลือกบันทึกเป็นนามสกุล STL (*. stl)



ภาพประกอบ 4.29 ทำการ Extruded cut Plane2



4. ทำการ Extruded cut Plane3 ดังภาพประกอบ 4.30 โดยการ Extruded cut ส่วนที่ไม่ต้องการออก จากนั้นทำการบันทึกไฟล์ด้วยคำสั่ง Save as โดยเลือกบันทึกเป็นนามสกุล STL (*. stl)



ภาพประกอบ 4.30 ทำการ Extruded cut Plane3

5. ทำการบันทึกไฟล์ชิ้นงานห้วงรัตจีน ด้วยคำสั่ง Save as โดยเลือกบันทึกเป็นนามสกุล STL (*. stl) จะได้ชิ้นงานดังภาพประกอบ 4.31 เพื่อที่จะนำไปเขียนโค้ดให้สมบูรณ์



ภาพประกอบ 4.31 ชิ้นงานห้วงรัตจีน



4.2.2 การสร้าง NC Program

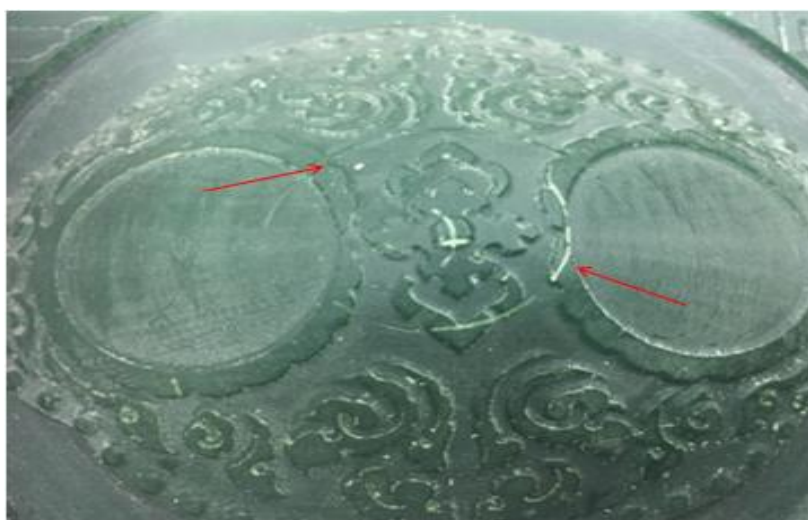
ขั้นตอนในการสร้าง NC Program ของต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัดขึ้น มีขั้นตอนเหมือนกับการสร้าง NC Program ของต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มชิ้นงานห้วงรัดขึ้นในหัวข้อที่ 4.1.2 โดยขนาดความกว้าง × ยาวของชิ้นงานเท่ากับ 110 × 147 มิลลิเมตร และความหนาเท่ากับ 40 มิลลิเมตร

4.2.3 การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อ ชิ้นงานห้วงรัดขึ้น ด้วยเครื่องกัดมินิซีเอ็นซี

การกัดขึ้นรูปต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัดขึ้น ด้วยเครื่องกัด Mini CNC โดยใช้โปรแกรม Mach 3 ในการควบคุม เริ่มจากเปิดโปรแกรม Mach 3 mill จากนั้นทำการ Load G-Code ที่ได้จากหัวข้อ 4.2.2 เพื่อใช้ควบคุมการเดินกัดชิ้นงาน จากนั้นใช้ปากกาจับชิ้นงานในการจับยึดชิ้นงานเข้ากับเครื่อง Mini CNC ในขั้นตอนนี้จะใช้ระดับน้ำกลวัดระดับของชิ้นงาน เพื่อให้ผิวหน้าชิ้นงานอยู่ในระดับเดียวกัน ซึ่งขั้นตอนการผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัดขึ้นทั้งหมด เหมือนกับการผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มชิ้นงานห้วงรัดขึ้นในหัวข้อ 4.1.3

ผลการทดลอง สรุปได้ดังนี้

ในการทดลองกัดชิ้นงานครั้งที่ 1 ได้เลือกใช้วัสดุในการกัดคือ เทียนไขขาว (wax) มีขนาดความกว้างเท่ากับ 90 มิลลิเมตร ความยาวเท่ากับ 110 มิลลิเมตร และหนา 40 มิลลิเมตร ดอกที่ใช้ในการกัดคือดอก Engrave ขนาด 0.2 มิลลิเมตร กำหนดทิศทางการกัดชิ้นงานเป็นวงกลมตามเข็มนาฬิกา ในการกัดครั้งนี้ ศูนย์ของเครื่องกัด Mini CNC มีการเคลื่อนออกไปจากจุดที่กำหนดไว้ซึ่งเกิดความผิดพลาดของเครื่อง ทำให้ชิ้นงานเกิดรอย ดังภาพประกอบ 4.32



ภาพประกอบ 4.32 ต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัดขึ้น ที่ได้จากการกัดครั้งที่ 1



ในการทดลองกัดชิ้นงานครั้งที่ 2 ได้เลือกใช้วัสดุอะคริลิกในการกัดชิ้นงาน ขนาดเท่าเดิม ดอกที่ใช้ในการกัดคือดอก Endmill ขนาด 3 มิลลิเมตร ในการกัดหยาบ กำหนดทิศทางการกัดไปตามแนวแกน X แสดงดังภาพ 4.33 (ก) และดอก Engrave ขนาด 0.2 มิลลิเมตร ในการกัดละเอียด กำหนดทิศทางการกัดชิ้นงานเป็นวงกลมตามเข็มนาฬิกา แสดงดังภาพ 4.33 (ข) ในการกัดครั้งนี้ ชิ้นงานที่ได้มีลายที่คมชัด สวยงาม ขนาดได้ตามแบบ แสดงดังภาพ 4.33 (ค)



(ก) การกัดหยาบต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัดขึ้น



(ข) การกัดละเอียดต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัดขึ้น



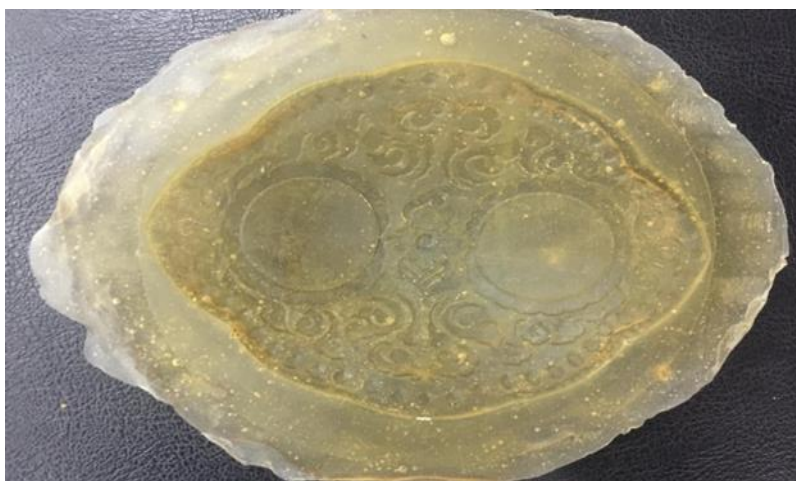


(ค) ต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัตจีน

ภาพประกอบ 4.33 ขั้นตอนการกัดหยาบ กัดละเอียด และต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัตจีน ที่สมบูรณ์

4.2.4 การทดสอบลวดลายต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัตจีน

จากการที่ได้ผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานห้วงรัตจีน ด้วยเครื่องกัด Mini CNC แล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดสอบลวดลายของต้นแบบแม่พิมพ์ ด้วยการนำเอาขี้ผึ้งมาทาบบนต้นแบบแม่พิมพ์ที่ได้จากการกัดจากนั้นนำไปตากแดดให้ขี้ผึ้งแข็ง แสดงดังภาพ 4.34 (ก) จากนั้นนำปูนปลาสเตอร์มาเทลงยังแม่พิมพ์ขี้ผึ้งขี้ผึ้งแข็งเพื่อตรวจสอบลวดลายที่ได้ พบว่าลายที่ได้เป็นลายที่สมบูรณ์ ผิวเรียบ คมชัด และสวยงาม แสดงดังภาพ 4.34 (ข)



(ก) แม่พิมพ์ขี้ผึ้ง





(ข) ปูนปลาสเตอร์ที่ได้จากการเทลงบนแม่พิมพ์ยางพารา
ภาพประกอบ 4.39 แม่พิมพ์ยางพารา และปูนปลาสเตอร์ต้นแบบแม่พิมพ์
หล่อชิ้นงานห่อรังผึ้ง



บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ศึกษาและผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป และต้นแบบแม่พิมพ์หล่อขึ้นงานห่อวงรัดขึ้น ซึ่งได้นำเอาชิ้นงานต้นแบบห่อวงรัดขึ้น 3 มิติ ที่ออกแบบด้วยโปรแกรม Solidworks จากปริญญานิพนธ์ของ พิพัฒน์ผล นาสมรูป และอนันต์ จงสิทธิ์ (2560) มาใช้ในการออกแบบ ต้นแบบแม่พิมพ์ทั้ง 2 ข้างต้น โดยใช้โปรแกรม Solidworks แล้วสร้าง NC Program ด้วยโปรแกรม ArtCAM และผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก จากนั้นนำต้นแบบแม่พิมพ์ที่ได้ไปทดสอบหล่อด้วยยางพารา และปูนปลาสเตอร์

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 การผลิตและทดสอบหล่อต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊ม ขึ้นงานห่อวงรัดขึ้น

1. การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊ม ขึ้นงานห่อวงรัดขึ้น

ในการทดลองผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊ม ขนาดความกว้าง 110 มิลลิเมตร ยาว 147 มิลลิเมตร และลึก 40 ได้สรุปดังตาราง 5.1

ตาราง 5.1 การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊ม ขึ้นงานห่อวงรัดขึ้น

การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊ม ขึ้นงานห่อวงรัดขึ้น					
รายการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
วัสดุที่ใช้ขึ้นรูป ต้นแบบแม่พิมพ์	wax	wax	wax	อะคริลิก	อะคริลิก
ขนาดของบล็อก ต้นแบบแม่พิมพ์	90x110x30	90x110x30	110x147x40	110x147x40	110x147x40
ชนิดของมีดกัด	Endmill	Engrave	Engrave	Engrave	Engrave
ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางของมีดกัด	3 มม.	0.2 มม.	0.2 มม.	0.2 มม.	0.2 มม.
ทิศทางการเดินของ มีด	เดินตาม แนวแกน x	เดินตาม แนวแกน x	เดินตามเข็ม นาฬิกา	เดินตามเข็ม นาฬิกา	เดินตามเข็ม นาฬิกา



ตาราง 5.1 การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊ม ขึ้นงานห้วงรัดขึ้น (ต่อ)

การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊ม ขึ้นงานห้วงรัดขึ้น					
รายการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
เวลาในการผลิต	2 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง 30 นาที	24 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
ชิ้นงานแม่พิมพ์ที่ได้	มุมของ ลวดลาย ไม่ได้ตาม แบบ	ลวดลาย ผิวนุ่ม และมุมของ ชิ้นงานมี ความสวยงาม	ลวดลาย ผิวนุ่ม และมุมของ ชิ้นงานมีความ สวยงาม	ลวดลาย ผิวนุ่ม และมุมของ ชิ้นงานไม่ ชัดเจน	ลวดลาย ผิวนุ่ม และมุมของ ชิ้นงานมีความ สวยงาม

2. ผู้วิจัยได้นำเอาชิ้นงานอะคริลิกมาทดสอบลวดลายด้วยการนำเอาอย่างพารามาเทลงบนชิ้นงานอะคริลิกที่กัดเสร็จ นำไปตากแดดเพื่อให้ยางพาราแห้ง จะได้แม่พิมพ์ยางพาราออกมาพบว่าแม่พิมพ์ยางพารา มีลวดลายที่คมชัด สวยงาม และรายละเอียดชัดเจน ดังนั้นการออกแบบ และผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานห้วงรัดขึ้น ถือว่าเสร็จสมบูรณ์

5.1.2 การผลิตและทดสอบลายต้นแบบแม่พิมพ์หล่อ ขึ้นงานห้วงรัดขึ้น

1. การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อ ขึ้นงานห้วงรัดขึ้น

ในการผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อ ของชิ้นงานห้วงรัดขึ้น มีขั้นตอนคล้ายคลึงกับการผลิตต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป แต่มีขนาดแม่พิมพ์ใหญ่กว่า ผลการศึกษาสรุปได้ดังตาราง 5.2

ตาราง 5.2 การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อ ขึ้นงานห้วงรัดขึ้น

การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อ ขึ้นงานห้วงรัดขึ้น		
รายการ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
วัสดุที่ใช้ขึ้นรูปแม่พิมพ์	อะคริลิก	อะคริลิก
ขนาดของบล็อกแม่พิมพ์	110x147x40	110x147x40
ขนาดสัดส่วนของแบบที่นำมากัด	1/1	1/1



ตาราง 5.2 การผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อ ชิ้นงานห่วงรัดขึ้น (ต่อ)

ชนิดของมิดกัต	Engrave	Engrave
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมิดกัต	0.2 มม.	0.2 มม.
ทิศทางการเดินของมิด	เดินตามเข็มนาฬิกา	เดินตามเข็มนาฬิกา
เวลาในการผลิต	24 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
ชิ้นงานแม่พิมพ์ที่ได้	ลวดลายไม่ชัดเจน	ลวดลายมีความสวยงาม และ พื้นผิวเรียบเนียนดี ขนาดที่ได้มี ความใกล้เคียงกับแบบ

ในการทดลองกัดต้นแบบแม่พิมพ์หล่อครั้งแรกพบว่าลวดลายของชิ้นงานไม่ชัดเจน เนื่องจากใช้ดอกกัด Engrave 0.2 มิลลิเมตร ที่ใช้งานมาแล้ว ทำให้ดอกกัดเกิดการสึกหรอ ต่อมาได้ทำการเปลี่ยนดอกกัดใหม่โดยใช้ดอกกัดขนาดเดิม ในการทดลองกัดครั้งที่สอง ทำให้ได้ชิ้นงานออกมาตามแบบที่ต้องการ ลวดลายชัดเจน และสวยงาม

2. ผู้วิจัยได้นำเอาชิ้นงานอะคริลิกมาทดสอบลวดลายด้วยการนำเอายางพารามาเทลงบนชิ้นงานอะคริลิกที่กัดเสร็จ นำไปตากแดดเพื่อให้ยางพาราแห้ง ก็จะได้แม่พิมพ์ยางพาราออกมา จากนั้นเทปูนปลาสเตอร์ลงในแม่พิมพ์ยางพารา เพื่อตรวจสอบลวดลาย พบว่าปูนปลาสเตอร์ที่ได้ มีลวดลายที่คมชัด สวยงาม และรายละเอียดชัดเจน ดังนั้นการออกแบบ และผลิตต้นแบบแม่พิมพ์หล่อ ชิ้นงานห่วงรัดขึ้น ถือว่าเสร็จสมบูรณ์

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ในการศึกษานี้มีอุปสรรค คือ ปัญหาแรกเกิดจากลองผิดลองถูกในการคัดลอกลายต้นแบบห่วงรัดขึ้นเพราะว่าลวดลายมีขนาดเล็ก และซับซ้อน ซึ่งภายหลังได้ใช้คำสั่ง Cavity ปัญหาต่อมา คือ การเขียน G - Code ในโปรแกรม ArtCAM ไม่สามารถกำหนดความลึกในการกัดชิ้นงานได้เนื่องจากเป็นข้อจำกัดของโปรแกรม ปัญหานี้ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขโดยการ ตัดชิ้นงานออกเป็น 4 ชั้น เพื่อให้ได้ความลึกที่เหมาะสม แล้วค่อยกัดชิ้นงานตามแบบ และปัญหาสุดท้าย คือ เครื่องกัด Mini CNC มีปัญหา เมื่อกัดชิ้นงานเป็นเวลานานเครื่องมีการ error ทำให้ใช้เวลาในการกัดชิ้นงานนานขึ้น ภายหลังได้ทำการแก้ไขโดยการพักเครื่อง แล้วค่อยกัดชิ้นงานต่อจนได้ตามแบบ จึงทำให้เสียเวลาในการทำงานค่อนข้างมาก



5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ถ้าต้องการใช้โปรแกรม SolidWorks มาช่วยในการออกแบบ ควรเลือกใช้โปรแกรมที่มีการอัปเดตเวอร์ชันล่าสุด ซึ่งจะมามีคำสั่งใหม่ๆ ขึ้นมา เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนแบบที่ซับซ้อน

5.3.2 ถ้าต้องการกัดชิ้นงานที่มีความซับซ้อน หรือความละเอียดของลายสูง ควรใช้ดอกกัด Engrave ซึ่งจะทำให้ลวดลายของชิ้นงานที่ออกมามีความคมชัด เรียบ และสวยงาม

5.3.3 ควรนำต้นแบบแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป (Die) และต้นแบบแม่พิมพ์หล่อชิ้นงานหว่านรัดขึ้น ไปสร้างเป็นแม่พิมพ์จริง เพื่อใช้ในการผลิตหว่านรัดขึ้นต่อไป



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- การทำงานของ Controller พ.ศ. 2558; สืบค้นเมื่อวันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2562; ได้จาก:
<https://www.uswcnc.com/16993483/cnc-machine>
- เครื่องประดับไทยสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่ม 34 พ.ศ. 2554; สืบค้นเมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2562; ได้จาก:<https://library.kku.ac.th/ulib/dublin.php?ID=23523#.XO0a68gzblV>
- ทัศนีย์ วงศ์เดชา และจรรยา นามบุญศรี. การผลิตต้นแบบเครื่องประดับ ด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก. ปริญญานิพนธ์, วศ.ม (การผลิต) :มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,2560
- ธนากร สีทะนาร์ตัน และธีรวิทย์ กิตติวงศ์โสภณ.การผลิตต้นแบบเครื่องประดับด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติ ปริญญานิพนธ์ วศ.บ: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,2560.
- ธรรมธชาติ วันแต่ง, หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ และ สุวิมล เทียกทุม.การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ปั๊ม โลหะ เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าของที่ระลึกพวงกุญแจโลหะรูปฝักมะขาม กลุ่มสตรี ก้าวหน้า อ.ห่มสั ก.เพชรบูรณ์ และสำรวจความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์. วารสารวิชาการคณะ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง 2558;8(1);24-33
- ธีรยุทธ จีระพงษ์อุดม และ วรพงษ์ สว่างศรี.ทำการศึกษาเรื่องกรรมวิธีการขึ้นรูปและผลิตชิ้นงานต้นแบบ ด้วยวิธีการขึ้นรูปในระดับไมโครสเกล เพื่อพัฒนากรรมวิธีการขึ้นรูปในการผลิตชิ้นงานโลหะ ขนาดเล็ก วิทยานิพนธ์ วศ.บ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2559.
- พิพัฒน์พล นามสมรูป และอนันต์ จงสิทธิ์. การออกแบบต้นแบบเครื่องประดับด้วยโปรแกรม Solidworks ปริญญานิพนธ์, วศ.ม(การผลิต) :มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,2560
- อนิเทพ ปันเจริญ; ข้อดีและข้อเสียของซีเอ็นซี (CNC) พ.ศ. 2555 ; สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2562; ได้จาก: <https://www.gotoknow.org/posts/332966>
- อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับไทยปรับตัวสู่วิกฤต พ.ศ.2558; สืบค้นเมื่อวันที่28 กุมภาพันธ์ 2562; ได้จาก : <https://www.smethailandclub.com/news-5411-id.html>



ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นายรัชชานนท์ โชติมา
วันเกิด	17 เมษายน 2539
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 342 หมู่ที่ 5 ตำบลโนนสะอาด อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น รหัสไปรษณีย์ 40290
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2554	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนโนนหันวิทยายน อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ. 2557	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม อำเภอศรีธาตุ จังหวัดอุดรธานี
พ.ศ. 2561	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นายวุฒิพงษ์ แก้วคำ
วันเกิด	25 ธันวาคม 2539
สถานที่เกิด	อำเภอนากลาง จังหวัดหนองบัวลำภู
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 164 หมู่ 5 ตำบลดงสวรรค์ อำเภอนากลาง จังหวัดหนองบัวลำภู รหัสไปรษณีย์ 39350
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2554	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนดงสวรรค์วิทยา อำเภอนากลาง จังหวัดหนองบัวลำภู
พ.ศ. 2557	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกุดดินจี่พิทยาคม อำเภอนากลาง จังหวัดหนองบัวลำภู
พ.ศ. 2561	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

