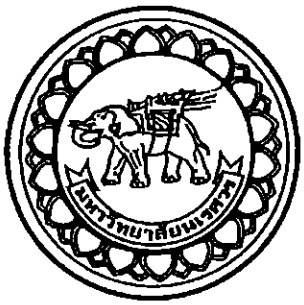


เครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

WOOD FORM MOLDING OF MACHINE FOR MAKING A LURE

นายพรชัย แตงอ่อน รหัส 50361743

นายสมประสงค์ ขำบางโพธิ์ รหัส 50362511

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 10 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 1594052
เลขเรียกหนังสือ ม.ร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร พ231ค
2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	เครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายพรชัย	แตงอ่อน	รหัส 50361743
	นายสมประสงค์	ขำบางโพธิ์	รหัส 50362511
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์ศรีสัจจา	วิทยศักดิ์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2553		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์ศรีสัจจา วิทยศักดิ์)

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์กวิน สนธิเพิ่มพูน)

.....กรรมการ
(อาจารย์พิสุทธิ์ อภิชยกุล)

.....กรรมการ
(อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	เครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายพรชัย	แตงอ่อน	รหัส 50361743
	นายสมประสงค์	ขำบางโพธิ์	รหัส 50362511
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์ศรีสัจจา	วิทยศักดิ์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2553		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม โดยพัฒนาจากเครื่องขึ้นรูปแบบเดิมซึ่งมีหลักการคล้ายกับเครื่องกลึงสามารถขึ้นรูปได้เฉพาะเหยื่อที่มีทรงสมมาตรได้เท่านั้น เครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมใช้หลักการ Copy router ของชิ้นงานต้นแบบ มีระบบส่งกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 แรงม้าใช้กับไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ โดยเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมสามารถขึ้นรูปให้มีรูปร่างใกล้เคียงกับต้นแบบ และยังสามารถขึ้นรูปได้หลากหลายมากกว่าเครื่องแบบเดิม โดยรูปแบบเหยื่อไม่จำเป็นต้องเป็นทรงสมมาตรและไม่ต้องใช้ความชำนาญของคนงาน

นอกจากนี้ยังสามารถขึ้นรูปได้หลากหลายมากกว่าแล้วแต่รูปแบบของต้นแบบเหยื่อที่จะนำมาทำ ซึ่งเหยื่อที่ออกมานั้นสามารถใช้งานได้จริง จากการทดลองการขึ้นรูป 1 ชิ้นใช้เวลาประมาณ 32 นาทีในระยะเวลา 1 วัน สามารถทำได้ทั้งหมด 15 ชิ้น (ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน) เครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมมีต้นทุนในการสร้าง 8,539 บาท ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องใช้เวลา 211 วัน หากคนงาน 1 คนสามารถควบคุมเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมมากกว่า 1 เครื่องจะลดเวลาการว่างงานและทำให้ระยะเวลาการคืนทุนลดลง เครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมสามารถใช้ในอุตสาหกรรมครัวเรือนหรือเป็นทางเลือกให้กับผู้ที่สนใจพัฒนาต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของหลายๆ ฝ่าย โดยเฉพาะอาจารย์ศรีสัจจา วิทยศักดิ์ ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์และคำแนะนำ คำปรึกษาแนะนำวิธีแก้ปัญหา รวมถึงข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนความดูแลเอาใจใส่ ติดตามการดำเนินงานมาโดยตลอด และขอขอบคุณคณะอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่าน ที่ได้ให้วิชาความรู้ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

นอกจากนี้ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมมอุตสาหการ

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้การดูแล อบรมสั่งสอนและให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา ตลอดการดำเนินโครงงานจนสำเร็จการศึกษา

ผู้ดำเนินโครงงาน

นายพรชัย แตงอ่อน

นายสมประสงค์ ขำบางโพธิ์

มีนาคม 2555

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อ.....ข
กิตติกรรมประกาศ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....ฉ
สารบัญรูป.....ช

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....3
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output).....3
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome).....3
1.5 ขอบเขตในการดำเนินงานโครงงาน.....3
1.6 สถานที่ในการดำเนินการโครงงาน.....3
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงานโครงงาน.....3
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน.....4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น.....5
2.1 หลักการออกแบบ.....5
2.2 ตลับลูกปืน.....7
2.3 มอเตอร์.....8
2.4 โซ่กำลัง.....11
2.5 ทฤษฎีการหาอัตราทดสอบของพูลเล่ย์.....15
2.6 หลักการPDC.....16
2.7 ไม้.....16
2.8 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน.....18
2.9 แรงตัด.....21
2.10 การหาค่าความเชื่อถือของข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน.....22
2.11 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานโครงงาน....28

3.1 ศึกษาคุณสมบัติของไม้ และศึกษารูปทรงและการขึ้นรูปเหยื่อปลอม....28

3.2 ออกแบบเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมและจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ ในกาสร้าง....28

3.3 วิธีการสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม....29

3.4 ดำเนินการประกอบและติดตั้ง....30

3.5 ปรับปรุงแก้ไขเครื่องขึ้นรูปไว้สำหรับทำเหยื่อปลอม....30

3.6 ทดสอบและประเมินผลเชิงสถิติ....30

3.7 ขั้นตอนการจัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม....32

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย....33

4.1 การสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้ตามหลักการออกแบบ....33

4.2 วิธีการสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม....34

4.3 ดำเนินการประกอบและติดตั้งจัดสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม....37

4.4 การทดสอบเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับเหยื่อปลอม....42

4.5 ทดสอบและประเมินผลเชิงสถิติ....42

4.6 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์....48

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ....56

5.1 สรุปผล....56

5.2 ข้อเสนอแนะ....56

เอกสารอ้างอิง....58

ภาคผนวก ก....59

ภาคผนวก ข....66

ภาคผนวก ค....71

ภาคผนวก ง....78

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ....83

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน....4
2.1 แสดงตารางแสดงความแข็งแรงและความต้านทานของไม้....18
2.2 แสดงตารางความเชื่อมั่น....23
3.1 แสดงออกแบบการทดสอบ....31
4.1 แสดงการทดสอบของเหยื่อที่ได้....43
4.2 แสดงผลการทดสอบt-test....47
4.3 แสดงการทดสอบของเหยื่อกบที่ได้....48
4.4 ค่าใช้จ่ายในการผลิต....48
5.1 เปรียบเทียบเครื่องแบบใหม่และเครื่องแบบเดิม....57
ง.1 แสดงค่าวิกฤตของการแจกแจง t....79
ง.2 แสดงทฤษฎีเกี่ยวกับการตัด....80

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 สถิติการค้นหา IGFA ในwww.google.com....1

1.2 ตัวอย่างชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูปโดยเครื่องกลึง....2

1.3 ตัวอย่างชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูปโดยเครื่องขึ้นรูปไม้....2

1.4 ตัวอย่างชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูปโดยเครื่องขึ้นรูปไม้....3

2.1 ลักษณะของแบริ่งแบบกลิ้ง....8

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสปลิทเฟสมอเตอร์(Split-phase motor)....8

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับคาปาซิสเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor)....9

2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับรีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion – type motor)....9

2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับยูนิเวอร์แซลมอเตอร์....10

2.6 การติดตั้งโซ่ขับสองจาน....12

2.7 แสดงการใช้ยางเป็นตัวหน่วงในการสั่น....12

2.8 แสดงการใช้รางรับการไถลสำหรับระยะจุดศูนย์กลางที่ห่างไกลกันมาก....13

2.9 การใช้สปริงปรับความตึงของโซ่สั้น....13

2.10 โซ่ลูกกลิ้งแถวเดียว....13

2.11 โซ่ลูกกลิ้งสองแถวและสามแถว....14

2.12 โซ่ปลอก....14

2.13 โซ่เงียบ....14

2.14 ข้อโซ่ที่ยึดติดกับสองฟันของจานโซ่เงียบ....15

2.15 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายคงที่....18

2.16 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายแปรผัน....19

2.17 กราฟแสดงสมการค่าใช้จ่ายรวม....19

2.18 กราฟแสดงส่วนของรายได้....19

2.19 กราฟแสดงจุดคุ้มทุน....20

2.20 การตัดแบบ cutting force....21

2.21 กำหนดค่าสถิติที่จะใช้ทดสอบสมมติฐานของประชากร 1 กลุ่ม....24

2.22 กำหนดค่าสถิติที่จะใช้ทดสอบสมมติฐานของประชากร 2 กลุ่ม....24

2.23 แสดงสมมติฐานสองทางใช้ $\pm Z_{\alpha/2}$ หรือ $\pm t_{\alpha/2}$....25

2.24 แสดงสมมติฐานทางเดียว....25

สารบัญรูป (ต่อ)

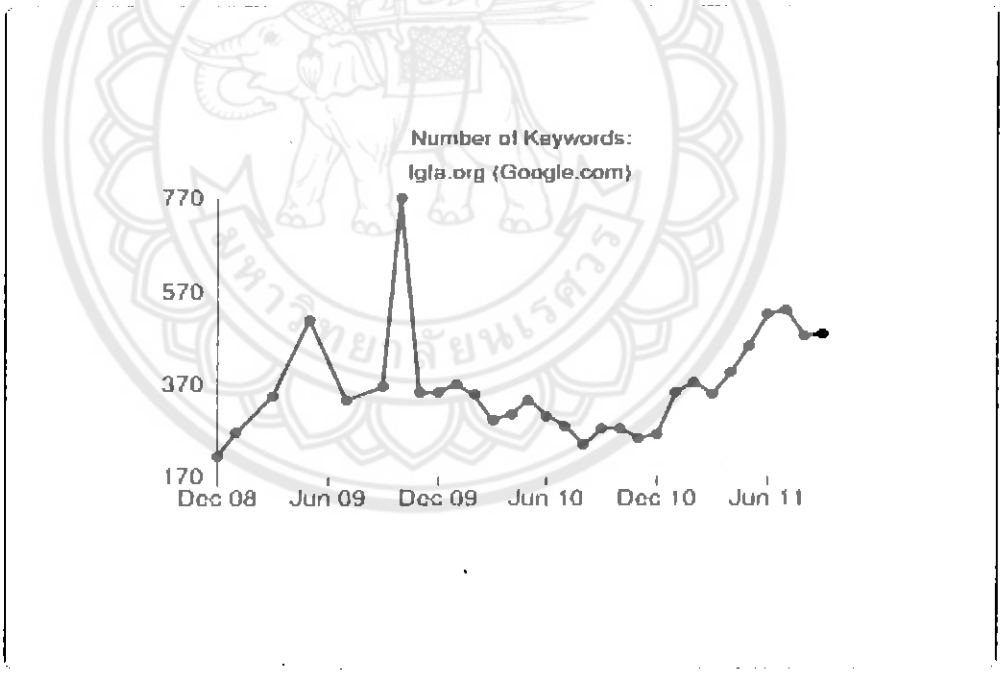
รูปที่ หน้า

3.1 แสดงตำแหน่งการวัดแต่ละจุด....30
3.2 กำหนดค่าสถิติที่จะใช้ทดสอบสมมติฐานของประชากร 1 กลุ่ม....32
4.1 สายพานส่งกำลังและมอเตอร์....34
4.2 ส่วนของโครงสร้างของเครื่อง....37
4.3 เหล็กเพลานำมาเชื่อมติดกับฐาน....38
4.4 สร้างระบบส่งกำลัง....38
4.5 โครงสร้างของตัวจับยึดเครื่องเจียร....39
4.6 ส่วนของแขนลอกแบบ....39
4.7 ตัวจับยึดเครื่องขัด....40
4.8 ส่วนจับยึดไม้ที่ขึ้นรูป....41
4.9 ส่วนที่จับยึดของเหยื่อ....41
4.10 แสดงการสร้างระบบทดรอบของเครื่องขึ้นรูปไม้....42
4.11 แสดงตำแหน่งแต่ละจุดที่ทำการวัด....43
4.12 ทำการเปรียบเทียบเหยื่อปลอมที่เป็นกบ....47
4.13 แสดงระยะคืนทุน(ROI)ของเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม....52
4.14 แสดงการทำงานของคนทำงาน 1 คนต่อเครื่อง 1 เครื่อง....52
4.15 แสดงการทำงานของคนทำงาน1คนต่อเครื่อง 4 เครื่อง....52
4.16แสดงเวลาของการทำงาน....53
4.17 แสดงระยะคืนทุน(ROI) 4 เครื่องของเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม....55
ก.1 คู่มือการใช้งานและวิธีการบำรุงรักษาเครื่องขึ้นรูปไม้....61
ค.1 งานเขียนแบบเครื่องขึ้นรูปไม้....72
ค.2 งานเขียนแบบส่วนโครงด้านข้าง....73
ค.3 งานเขียนแบบส่วนโครงด้านข้างฝั่งมอเตอร์....74
ค.4 งานเขียนแบบส่วนขับเคลื่อนระบบตัดและขัด....75
ค.5 งานเขียนแบบส่วนยึดระบบขัด....76
ค.6 งานเขียนแบบส่วนจับยึดและระบบขัด....77

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

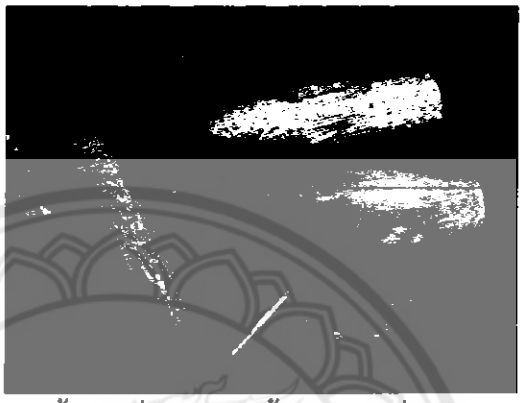
ปัจจุบันการตกปลาได้รับความนิยมจากผู้ที่ชื่นชอบและผู้ที่สนใจ อีกทั้งยังมีแนวโน้มการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ทำให้ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากทั้งในและต่างประเทศ โดยวัดจากการค้นหา IGFA ใน www.google.com ดังรูป1.1 IGFA หรือสมาคมกีฬาตกปลานานาชาติ (International Game Association : IGFA) จัดตั้งขึ้นมาโดย Mr. Michael Lerner ซึ่งรวบรวมสถิติการตกปลาต่างๆทั่วโลก และเกมกีฬาการตกปลา การตกปลาแบบจริยธรรม เป็นต้น ได้รวบรวมสถิติการตกปลาระดับโลกมากว่า 60 ปีแล้ว และเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลก ไม่ว่าจะเป็นการเก็บสถิติการตกปลาทุกชนิด ปลาที่ตกได้จากเกมกีฬาจัดตั้งพิพิธภัณฑ์ที่รวบรวมเกี่ยวกับปลาขึ้นจึงทำให้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางทั่วโลก



รูปที่ 1.1 สถิติการค้นหา IGFA ในwww.google.com
ที่มา : สมาคมกีฬาตกปลานานาชาติ (International Game Association : IGFA)

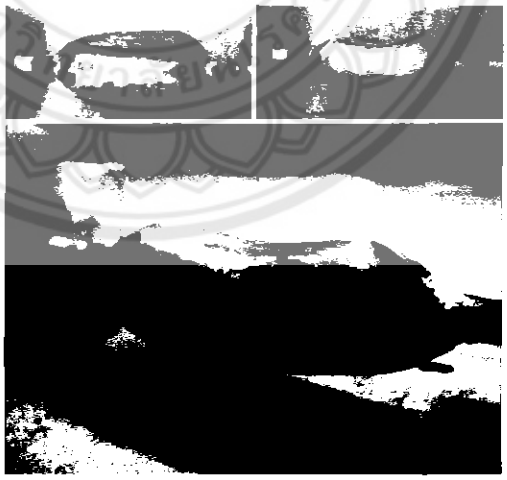
จากจำนวนการตกปลาที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะเกมการตกปลา จึงส่งผลให้ความต้องการอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการตกปลามีความต้องการเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เหยื่อปลอมถือเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการตกปลาชนิดหนึ่ง การใช้เหยื่อปลอมตกปลาหรือเรียกว่าการตีเหยื่อปลอม ใช้สำหรับตกปลาล่าเหยื่อที่มีสัญชาติญาณการล่าเหยื่อ เช่น ปลาช่อน ปลาชะโด ปลากระสูบ ปลากะพง เป็นต้น

ซึ่งเหยื่อปลอมที่มีในปัจจุบันส่วนมากทำมาจากไม้ เรซิน และพลาสติก เป็นต้น เหยื่อปลอมที่ทำมาจากไม้ได้รับความนิยมในระดับหนึ่ง เพราะขึ้นรูปง่าย แต่ต้องใช้ฝีมือในการทำสูงเนื่องจากเป็นงานฝีมือ ใช้ขั้นตอนในการทำหลายขั้นตอน ขั้นตอนที่สามารถลดเวลาการทำลงได้ คือ ลดเวลาการขึ้นรูป จึงทำให้มีผู้ที่คิดค้นเครื่องที่ช่วยในการขึ้นรูปขึ้นมาซึ่งมีหลักการคล้ายกับเครื่องกลึง แต่สามารถขึ้นรูปได้เฉพาะทรงหรือรูปแบบที่จำกัด ดังรูปที่ 1.2

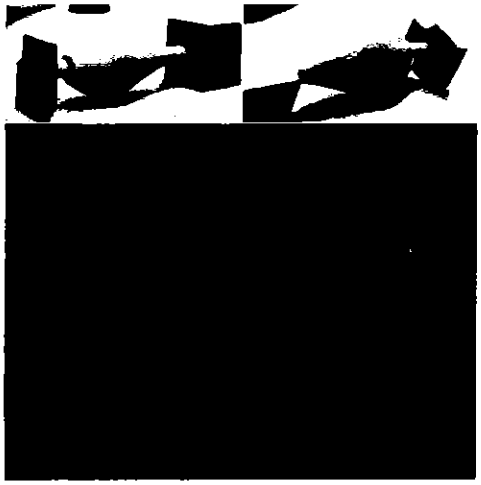


รูปที่ 1.2 ตัวอย่างชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูปโดยเครื่องแบบเดิม

ดังนั้น ผู้จัดทำโครงงานจึงทำการพัฒนาเครื่องขึ้นรูปเหยื่อปลาให้สามารถขึ้นรูปได้หลายรูปแบบดังตัวอย่างใน รูปที่ 1.3 และรูป 1.4



รูปที่ 1.3 ตัวอย่างชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูปโดยเครื่องขึ้นรูปไม้



รูปที่ 1.4 ตัวอย่างชิ้นงานที่ได้จากการขึ้นรูปโดยเครื่องขึ้นรูปไม้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องช่วยในการขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

เครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

1.4.1 มีรูปร่างใกล้เคียงกันมากกว่าการผลิตจากเครื่องแบบเดิม

1.4.2 สามารถขึ้นรูปเหยื่อที่มีลักษณะเป็นวงรีได้

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

1.5.1 ขึ้นรูปได้ในไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็ง

1.5.2 ความยาวของแบบไม่เกิน 15 เซนติเมตร

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

อาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

1 ตุลาคม 2553 ถึง 31 พฤศจิกายน 2554

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงาน	2553			2554										
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1. ศึกษาคุณสมบัติของไม้ และศึกษารูปทรงและการขึ้นรูปเหยื่อปลอม	←	—	→											
2. ออกแบบเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมและจัดหาวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้าง		←	—	→										
3. ทำการสร้างชิ้นส่วนตามที่ออกแบบไว้					←	—	—	—	—	→				
4. ทดสอบและประเมินผล									←	—	—	→		
5. แก้ไขปรับปรุง รวมรวมข้อมูลและสรุปผลเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลาปลอม													←	→

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 หลักการออกแบบ

ผลิตภัณฑ์ที่ดีย่อมเกิดจากการผลิตที่ดี ความตั้งใจ ความเอาใจใส่ คนทำต้องคำนึงถึงหลักการทำที่ถูกวิธีหรือตามแบบที่เขียนไว้ เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่ดีเอาไว้ควรมีองค์ประกอบอะไรบ้าง แล้วใช้ความคิดสร้างสรรค์ วิธีการต่างๆที่ได้กล่าวมาเสนอแนวคิดให้เป็นผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมตามหลักการออกแบบ โดยหลักการออกแบบควรคำนึงนั้นมีอยู่ 8 ประการ คือ

2.1.1 หน้าที่ใช้สอย (Function)

หน้าที่ใช้สอยเป็นหลักการออกแบบที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกที่ต้องคำนึงถึงผลิตภัณฑ์ทุกชนิด ต้องมีหน้าที่ใช้สอยตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสะดวกสบาย ผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์นั้นถือว่ามีประโยชน์ใช้สอยที่ดี แต่หากผลิตภัณฑ์นั้น ไม่สามารถสนองความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์นั้นถือว่ามีประโยชน์ใช้สอยไม่ดีเท่าที่ควร เรื่องหน้าที่ใช้สอยนับว่าเป็นสิ่งที่ละเอียดอ่อนซับซ้อนมาก บางผลิตภัณฑ์มีประโยชน์ใช้สอยตามที่ผู้คนทั่วๆไป ทราบเบื้องต้นว่า มีหน้าที่ใช้สอยแบบนี้ แต่ความละเอียดอ่อนที่นักออกแบบได้คิดออกมานั้นได้ตอบสนองความสะดวกสบายอย่างเต็มที่

2.1.2 ความปลอดภัย (Safety)

สิ่งที่อำนวยประโยชน์ได้มากเพียงไร ย่อมมีโทษเพียงนั้น การออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้ ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ต้องแสดงเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจนหรือมีคำอธิบายไว้

2.1.3 โครงสร้าง (Construction)

ผลิตภัณฑ์ต้องมีความแข็งแรงในตัวของผลิตภัณฑ์และโครงสร้างเป็นความเหมาะสมในการที่นักออกแบบรู้จักใช้คุณสมบัติของวัสดุและจำนวน หรือปริมาณของโครงสร้างในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ต้องการรับน้ำหนัก ต้องเข้าใจโครงสร้าง และการรับน้ำหนัก ส่วนความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์เองนั้นก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบรูปร่าง และวัสดุและการประกอบกับการศึกษาข้อมูลการใช้ผลิตภัณฑ์ต้องรับน้ำหนักหรือกระทบกระแทกอะไรหรือไม่ ขณะใช้งานก็ต้องทดลองประกอบการออกแบบไปด้วย แต่อย่างไรก็ตามเหมาะสมแล้วยังต้องคำนึงถึงความประหยัดควบคู่ไปด้วย

2.1.4 ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics)

นักออกแบบต้องศึกษาวิชากายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับสัดส่วน ขนาดและขีดจำกัดที่เหมาะสำหรับอวัยวะส่วนต่างๆในร่างกาย ซึ่งประกอบด้วยความรู้ทางด้านขนาดสัดส่วนต่างๆของมนุษย์ด้านสรีรศาสตร์ จะทำให้ทราบขีดจำกัด ความสามารถของอวัยวะต่างๆในร่างกายมนุษย์เพื่อใช้ประกอบการออกแบบ หรือศึกษาด้านจิตวิทยา ซึ่งความรู้ด้านต่างๆที่กล่าวมานั้น จะทำให้นักออกแบบกำหนดขนาด ส่วนโค้งเว้า ส่วนตรง ส่วนแคบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมกับร่างกาย หรืออวัยวะที่มนุษย์ใช้ ก็จะเกิดความสะดวกสบายในวิชาดังกล่าว ก็จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ใช้ต้องใช้อวัยวะร่างกายไปสัมผัสเป็นเวลานาน นักออกแบบจึงต้องศึกษาสัดส่วนร่างกายชนชาติหรือเผ่าพันธุ์ที่ใช้ผลิตภัณฑ์

2.1.5 ความสวยงาม (Beauty)

ผลิตภัณฑ์ในยุคปัจจุบันนี้ความสวยงามนับว่ามีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าหน้าที่ใช้สอยเลย ความสวยงามจะทำให้เกรดการตัดสินใจซื้อเพราะประทับใจ ส่วนหน้าที่การใช้สอยจะดีหรือไม่ต้องใช้เวลาอีกระยะหนึ่งคือใช้ไปเรื่อยๆ ก็จะเกิดความบกพร่องในหน้าที่ใช้สอยให้เห็นภายหลังผลิตภัณฑ์บางอย่างความสวยงามก็คือ หน้าที่ใช้สอยนั่นเอง

2.1.6 ราคา (Cost)

ผลิตภัณฑ์นั้นย่อมมีข้อมูลด้านผู้บริโภคและด้านการตลาดที่ได้ค้นคว้า และสำรวจแล้ว ผลิตภัณฑ์ย่อมจะต้องมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้ว่าเป็นคนกลุ่มใด อาชีพฐานะเป็นอย่างไร มีความต้องการใช้สินค้าเพียงใด นักออกแบบก็จะเป็นผู้กำหนดแบบผลิตภัณฑ์ ประมาณราคาขายให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่จะซื้อได้ การจะได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีราคาเหมาะสมกับผู้ซื้อนั้น ก็อยู่ที่การเลือกวัสดุและเกรดของวัสดุ และเลือกวิธีการผลิตง่ายรวดเร็ว เหมาะสม อย่างไรก็ดี ถ้าประมาณการออกแบบมาแล้ว ปรากฏว่า ราคาค่อนข้างสูงกว่าที่กำหนดไว้ก็อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาองค์ประกอบด้านต่างๆกันใหม่ แต่ก็ยังคงไว้ซึ่งคุณค่าของผลิตภัณฑ์นั้น เรียกว่าเป็นการลดค่าใช้จ่าย

2.1.7 การซ่อมบำรุงรักษาง่าย (Easy of maintenance)

หลักการที่คงใช้กับผลิตภัณฑ์ เครื่องจักรกล เครื่องยนต์ จะต้องศึกษาถึงตำแหน่งในการจัดวางกลไกแต่ละชิ้น เพื่อที่จะออกแบบส่วนต่างๆของเครื่อง ให้สะดวกในการถอดซ่อมแซมหรือเปลี่ยนได้ ผลิตภัณฑ์เมื่อนำไปใช้งานเมื่อได้รับความเสียหาย ควรสามารถแก้ไขและซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อมีการชำรุดเสียหาย

2.1.8 วัสดุและวิธีการผลิต (Materials and production)

อาจมีกรรมวิธีเลือกใช้วัสดุและวิธีการผลิตได้หลายแบบ แต่แบบหรือวิธีใดถึงจะเหมาะสมที่สุด ที่จะไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ประมาณไว้ ฉะนั้น นักออกแบบจะต้องศึกษาเรื่องวัสดุและวิธีการผลิตให้ลึกซึ้ง โดยเฉพาะวัสดุ ก็ต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่พึงมีในยุคสมัยนั้น มีการรณรงค์ช่วยกันพิทักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการใช้วัสดุที่นำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ได้

2.2 ตลับลูกปืน

ตลับลูกปืนเป็นลักษณะของแบริ่งที่รับแรง โดยอาศัยลักษณะของแบริ่งที่มีผิวสัมผัสแบบกลิ้ง (Rolling Contact) ประกอบด้วยร่องลึกเป็นทางกลิ้งสำหรับลูกกลิ้งทรงกลม เป็นลักษณะแบริ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ใช้ปริมาณสารหล่อลื่นน้อย ติดตั้งง่ายและสามารถเปลี่ยนเมื่อเกิดการชำรุดได้สะดวก สามารถที่จะรับแรงได้ทั้งแรงรุน (Thrust Load) กับแรงในแนวรัศมี (Radial Load) ได้พร้อมกัน ข้อดีอีกประการหนึ่งของการใช้ตลับลูกปืนคือ ใช้พื้นที่ในแนวแกน (Axial Space) น้อย เหมาะกับชุดตัดเฉือนที่ค่อนข้างจะมีพื้นที่ในการใช้สอยน้อยและยังรวมข้อดีในเรื่องค่าความเสียดทานในการเริ่มสตาร์ทน้อย (Low Starting Friction Torque) ถึงแม้อายุการใช้งานของตลับลูกปืนเองค่อนข้างสั้น แต่หากพิจารณาในด้านความปลอดภัยก็ถือว่าเหมาะสม

แบริ่งแบบกลิ้ง (Rolling bearing) หรือตลับลูกปืน เป็นชิ้นส่วนที่ใช้รองรับเพลาและส่งถ่ายโหลดจากเพลาผ่านลูกกลิ้ง (Rolling element) ซึ่งอยู่ระหว่างวงแหวนในและวงแหวนนอก ตลับลูกปืนแบบกลิ้ง ประกอบด้วยวงแหวนในและวงแหวนนอก (วงแหวนในใช้สวมเข้ากับเพลาและวงแหวนนอกยึดอยู่กับตัวเรือนแบริ่ง) มีลูกกลิ้งแบบเม็ดกลมหรือเม็ดทรงกระบอกจะกลิ้งอยู่ในรางแหวนซึ่งทำให้ความเสียดทานระหว่างเพลาลดลงมาก แต่เนื่องจากผิวสัมผัสระหว่างรางและลูกกลิ้งน้อย (โหลดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่มีค่าสูง) ลูกกลิ้งและวงแหวนจึงต้องทำจากเหล็กกล้าที่มีความแข็งและความต้านแรงสูง

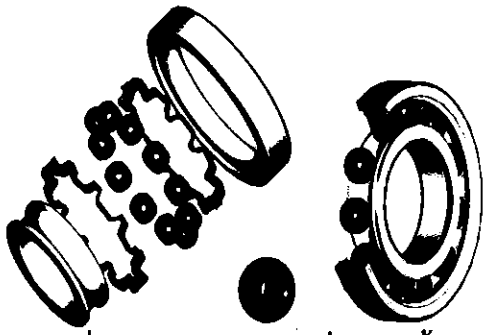
คุณสมบัติทั่วไปของแบริ่งแบบกลิ้ง มีดังนี้

2.2.1 ต้องการการหล่อลื่นและการบำรุงรักษาน้อย

2.2.2 ใช้เนื้อที่ตามแนวแกนน้อย แต่แนวรัศมีใช้เนื้อที่มากกว่าเจอร์นัลแบริ่ง (Journal bearing)

2.2.3 มีเสียงดัง และแพงกว่าเจอร์นัลแบริ่ง (Journal bearing)

2.2.4 มีอายุการใช้งานจำกัด (รางหรือลูกกลิ้งมักเสียหายเนื่องจากการสึกหรอหรือความล้าที่ผิว)



รูปที่ 2.1 ลักษณะของแบริ่งแบบกลิ้ง

ที่มา : อนงค์ ที่สงัด (2537)

2.3 มอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor) เป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกลมีทั้งพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับและพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง

2.3.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1เฟสหรือเรียกว่าเชิงกล เฟสมอเตอร์ (A.C. SingPhase)

2.3.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสปลิทเฟสมอเตอร์ (Split-phase motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเฟสเดียว แบบสปลิทเฟสมอเตอร์ มีขนาดแรงม้าขนาดตั้งแต่ 1/4 แรงม้า,1/3 แรงม้า,1/2 แรงม้า แต่จะมีขนาดไม่เกิน 1 แรงม้า บางทีนิยมเรียกสปลิทเฟสมอเตอร์นี้ว่าอินดักชั่นมอเตอร์ (Induction motor) มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้งานมากในตู้เย็น เครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก เครื่องซักผ้า เป็นต้น

รูปที่ 2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสปลิทเฟสมอเตอร์ (Split-phase motor)

ที่มา : ดุสิต สูรย์ราช (2538)

2.3.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับคาปาซิสเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor)

คาปาซิสเตอร์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ1เฟสที่มีลักษณะคล้ายสปลิทเฟสมอเตอร์มากต่างกันตรงที่คาปาซิสเตอร์นี้มีคุณสมบัติพิเศษกว่าสปลิทเฟสมอเตอร์ คือ มีแรงบิดขณะสตาร์ทสูง ใช้กระแสขณะสตาร์ทน้อย มอเตอร์ชนิดนี้มีขนาดตั้งแต่1/20แรงม้าถึง10แรงม้า มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้งานเกี่ยวกับ ปั๊มน้ำ เครื่องอัดลม ตู้แช่ ตู้เย็น ฯลฯ

รูปที่ 2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับคาปาซิสเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor)

ที่มา : ดุสิต สูรย์ราช (2538)

2.3.1.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับรีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion – type motor)

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันแพร่หลายในโรงงานต่างเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆ ในงานอุตสาหกรรมมอเตอร์มีหลายแบบหลายชนิดที่ใช้ให้เหมาะสมกับงานนั้น เราจึงต้องทราบถึงความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า ตลอดจนคุณสมบัติใช้งานของมอเตอร์แต่ละชนิดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานของมอเตอร์นั้นๆ

รูปที่ 2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับรีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion – type motor)

ที่มา : ดุสิต สูรย์ราช (2538)

2.3.1.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)

เป็นมอเตอร์ขนาดเล็กมีขนาดกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 1/200 แรงม้าถึง 1/30 แรงม้า นำไปใช้ได้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และใช้ได้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส มอเตอร์ชนิดนี้มีคุณสมบัติที่โดดเด่น คือให้แรงบิดเริ่มหมุนสูง นำไปปรับความเร็วได้ ทั้งปรับความเร็วได้ง่ายทั้งวงจรลดแรงดันและวงจรควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ นิยมนำไปใช้เป็นตัวขับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เช่น เครื่องบดและผสมอาหาร มีดโกนหนวดไฟฟ้า เครื่องนวดไฟฟ้า มอเตอร์จักรเย็บผ้า สว่านไฟฟ้า เป็นต้น

รูปที่ 2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

ที่มา : ดุสิต สูรย์ราช (2538)

2.3.2 การเลือกมอเตอร์

ในการเลือกจะต้องพิจารณาสภาพต่างๆ ของเครื่องจักรโหลด จะต้องหาค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้ด้วย สภาพแวดล้อมของสถานที่ที่จะติดตั้งเครื่องจักรโหลด (ว่ามีลักษณะของก๊าซไวระเบิด ก๊าซหรือของเหลวที่เป็นกรดกัด หรือมีความชื้นสูง หรือจะต้องคำนึงถึงเสียงดังหรือมีน้ำหยด หรือฝุ่นละอองมากหรือว่าจะติดตั้งภายในหรือภายนอกอาคาร) กรรมวิธีการต่อประกับของมอเตอร์ (ต่อประกับเพลาโดยตรง, ใช้เกียร์, หรือใช้สายพาน)

วิธีการติดตั้งจะต้องพิจารณาถึง

ก. ชนิดของโครงครอบป้องกัน

ข. ชนิดของเพลา

ค. ชนิดติดตั้งตามแนวนอนหรือตามแนวตั้งหรือต้องการหน้าประกับยึดหรือเปล่า

ง. อุปกรณ์ประกอบต่างๆ (เช่น ฐานและพูลเลย์)

2.4 โซ่ส่งกำลัง (Transmission Chain)

การขับส่งกำลังด้วยโซ่ดังแสดงในรูป ประกอบด้วยโซ่ที่คล้องรอบจานโซ่ตั้งแต่สองอันขึ้นไป จานโซ่เป็นล้อที่มีฟันรูปร่างพิเศษ ในการขับด้วยโซ่นั้นข้อโซ่จะขบกับฟันของจานโซ่ จึงไม่มีการลื่นไถล ทำให้การส่งกำลังมีอัตราทดคงที่เช่นเดียวกับการขับด้วยเฟือง โซ่จะทำหน้าที่ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ขนานกันเท่านั้น การขับด้วยโซ่ใช้กันอย่างกว้างขวางในเครื่องจักรต่างๆ

2.4.1 ข้อดีของการส่งกำลังด้วยโซ่

2.4.1.1. สามารถส่งกำลังในระยะที่ห่างระหว่างเพลาขับกับเพลาตามได้ไกล

2.4.1.2. การติดตั้งสะดวก ไม่ต้องกังวลเรื่องการเยื้องศูนย์มากนัก

2.4.1.3. สามารถส่งกำลังได้สูง และประสิทธิภาพค่อนข้างสูง

2.4.1.4. ไม่เกิดการลื่นไถล ทำให้การส่งกำลังมีอัตราทดที่คงที่

2.4.1.5. สามารถส่งกำลังในที่ที่มีความชื้นและฝุ่นละอองได้

2.4.1.6. สามารถส่งกำลังจากตัวส่งกำลังขับตั้งต้นไปขับเพลาได้หลายตัวในเวลาเดียวกัน

2.4.1.7. ราคาถูกกว่าระบบส่งกำลังแบบอื่นๆ

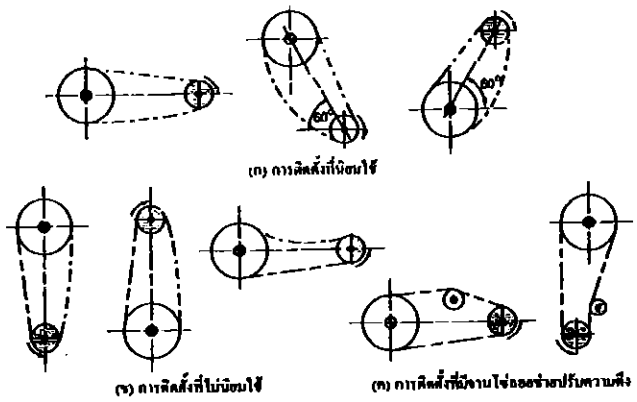
2.4.2 ข้อเสียของการส่งกำลังด้วยโซ่

2.4.2.1. ระยะพิตช์ของโซ่เพิ่มขึ้น (โซ่ยืดออก) เนื่องจากการสึกหรอของข้อต่อซึ่งทำให้ต้องใช้ตัวปรับความตึง เพื่อป้องกันไม่ให้โซ่หลุดจากจานโซ่

2.4.2.2. การบำรุงรักษายุ่งยากกว่าสายพานจะต้องคอยใส่น้ำมันหล่อลื่นระหว่างใช้งาน

2.4.2.3. เกิดเสียงดังและการสั่นในขณะใช้งาน เนื่องจากการกระแทกระหว่างโซ่กับโคนฟันของจานโซ่และความเร็วไม่คงที่

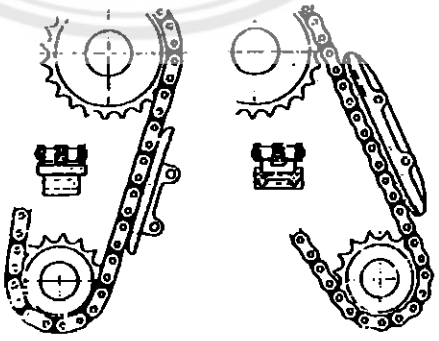
การติดตั้งโซ่โดยปกตินิยมติดตั้งให้แนวจุดศูนย์กลางของจานโซ่ทั้งคู่ในแนวระดับ หรือทำมุมกับแนวระดับไม่เกิน 60 องศา และจะต้องให้ด้านล่างเป็นด้านหย่อน ดังรูปที่ 2.6 ไม่นิยมการติดตั้งให้แนวจุดศูนย์กลางของจานโซ่ทั้งคู่อยู่ในแนวดิ่ง หรือด้านบนเป็นด้านหย่อน เนื่องจากโซ่มักจะหลุดจากจานโซ่ได้ง่าย เมื่อโซ่เกิดการยืดเพียงเล็กน้อย ถ้าจำเป็นอาจติดตั้งจานโซ่ไอเดิล (idle sprocket) ช่วยรองรับด้านหย่อน



รูปที่ 2.6 การติดตั้งโซ่ขับสองจาน

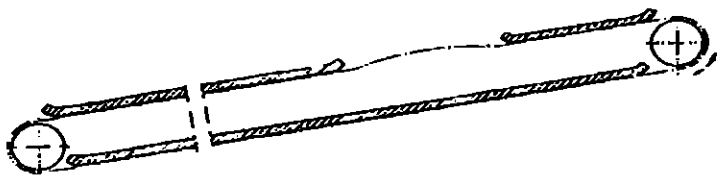
ที่มา : รศ.วุฒิชัย กปิลกาญจน์ (2548)

เราสามารถขยายขอบเขตการใช้งานของโซ่ขับ โดยการใช้อุปกรณ์ช่วยพิเศษ ได้แก่ ตัวหน่วงการสั่นสะเทือน (vibration damper) ดังรูปที่ 2.7 เพื่อจำกัดการสั่นสะเทือนของโซ่เมื่อมีการกระแทกอย่างแรงเป็นระยะๆและความเร็วสูงๆ การติดตั้งล้อช่วยรองรับหรือรางรับการไถล (sliding rail) เมื่อระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของจานโซ่ห่างกันมาก ดังรูปที่ 2.8 เพื่อลดความเค้นที่เกิดจากน้ำหนักของโซ่ หรือการใช้อุปกรณ์ปรับความตึงของโซ่ด้านหย่อน เมื่อจานโซ่ตัวตามอยู่เหนือจานโซ่ตัวขับ ดังรูปที่ 2.9 เพื่อให้เกิดความตึงเบื้องต้นที่จำเป็นในด้านหย่อนของโซ่เราสามารถแบ่งชนิดของโซ่ตามลักษณะการทำงานได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ โซ่ขับหรือโซ่ส่งกำลัง โซ่ลำเลียง (conveyor chain) และโซ่ดึง แต่ละกลุ่มยังแบ่งย่อยออกเป็นประเภท ตามรายละเอียดของการออกแบบในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะโซ่ส่งกำลังเท่านั้น



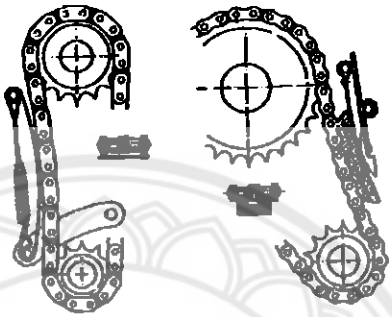
รูปที่ 2.7 แสดงการใช้ยางเป็นตัวหน่วงในการสั่น

ที่มา : รศ.วุฒิชัย กปิลกาญจน์ (2548)



รูปที่ 2.8 แสดงการใช้รางรับการไถลสำหรับระยะจุดศูนย์กลางที่ห่างไกลกันมาก

ที่มา : รศ.วุฒิชัย กปิลกาญจน์ (2548)

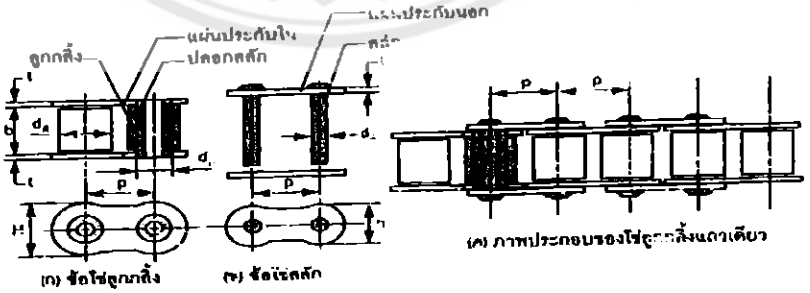


รูปที่ 2.9 การใช้สปริงปรับความตึงของโซ่สั้น

ที่มา : รศ.วุฒิชัย กปิลกาญจน์ (2548)

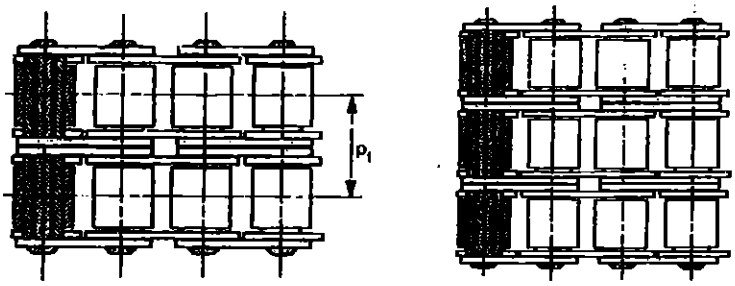
2.4.1 โซ่ลูกกลิ้ง (roller chain)

ประกอบด้วย สลัก ปอกสลัก ลูกกลิ้ง แผ่นประกับใน (inner plate) **และแผ่นประกับนอก** (outer plate) ปลอกสลัก (bush) จะสวมอัดแน่นกับแผ่นประกับใน มีลูกกลิ้ง (roller) กลวงหมุนได้อิสระสวมอยู่ด้านแนวนอนของปลอกสลัก แผ่นประกับนอกยึดอยู่กับสลัก (pin) ดังรูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างของโซ่ลูกกลิ้งแถวเดียว



รูปที่ 2.10 โซ่ลูกกลิ้งแถวเดียว

ที่มา : รศ.วุฒิชัย กปิลกาญจน์ (2548)

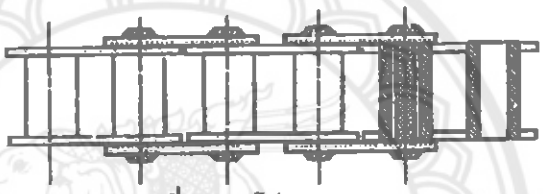


รูปที่ 2.11 โซ่ลูกกลิ้งสองแถวและสามแถว

ที่มา : รศ.วุฒิชัย กปิลกาญจน์ (2548)

2.4.2 โซ่ปลอก (brush chain)

โซ่ปลอกแตกต่างไปจากโซ่ลูกกลิ้งตรงที่ไม่ต้องมีลูกกลิ้ง ดังรูปที่ 2.12



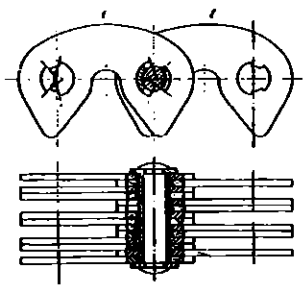
รูปที่ 2.12 โซ่ปลอก

ที่มา : รศ.วุฒิชัย กปิลกาญจน์ (2548)

จึงสามารถออกแบบปลอกสลักและสลักของโซ่ปลอกหนาขึ้นได้ ดังนั้นโซ่ปลอกจะสามารถรับโหลดที่จะทำให้โซ่ขาดได้สูงกว่าลูกกลิ้งสำหรับพิตช์ที่เท่ากัน แต่อย่างไรก็ตามโซ่ปลอกจะเกิดเสียงดังและเกิดการสึกหรอมากกว่าโซ่ลูกกลิ้ง จึงนิยมใช้โซ่ลูกกลิ้งมากกว่าโซ่ปลอก

2.4.3 โซ่เงียบ (silent chain) หรือ โซ่ฟัน (toothed chain)

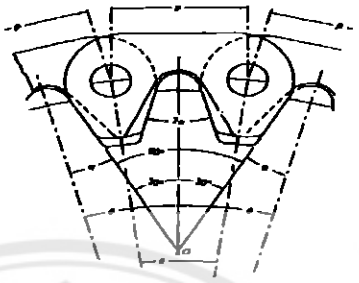
ประกอบด้วยแผ่นประกับหลายแผ่นจัดเรียงตามกันไป โดยมีการสลับแผ่นไปยึดกับสลักข้อโซ่ถัดไป ดังรูปที่2.13



รูปที่ 2.13 โซ่เงียบ

ที่มา : รศ.วุฒิชัย กปิลกาญจน์ (2548)

แต่ละแผ่นประกับจะมีฟันสองฟันที่มีร่องบากเพื่อให้แผ่นประกับหมุนขบเข้ากับฟันของจานโซ่ แผ่นประกับของโซ่เงียบส่วนใหญ่จะมีรูปร่างแบบคมมีด ทำให้ข้อโซ่ที่ยึดติดกันหมุนแนบเต็มร่องฟันเหมือนกับเป็นส่วนหนึ่งของจานโซ่ โดยแผ่นประกับทำมุม 60 องศาซึ่งกันและกัน ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ข้อโซ่ที่ยึดติดกับสองฟันของจานโซ่เงียบ
ที่มา : รศ.วุฒิชัย กปิลกาญจน์ (2548)

แสดงข้อโซ่ของแผ่นประกับที่ยึดกันจับกับฟันสองฟันของจานโซ่ ดังนั้นข้อโซ่จึงเกิดการสึกหรอน้อย และเนื่องจากสลักของข้อโซ่แบบคมมีดจะยอมให้แผ่นประกับทำมุมกันได้ประมาณ 30 องศา จึงต้องการจำนวนฟันต่ำสุดของจานโซ่เท่ากับ 12 ฟัน โซ่เงียบสามารถใช้งานที่ความเร็วสูงกว่าโซ่ลูกกลิ้ง แต่มีน้ำหนักมากกว่าและแพงกว่าโซ่ลูกกลิ้ง

2.5 ทฤษฎีการหาอัตราทดรอบของพูลเล่ย์

การทดรอบ หมายถึง การทำให้ความเร็วของการเคลื่อนที่ หรือการส่งกำลังจากต้นกำลังช้าลง ซึ่งการการคำนวณหาอัตราทดสามารถหาได้

จากสมการ $$D_p = m_w \times d_p \qquad (2.1)$$

เมื่อ D_p = เส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลใหญ่ (mm)

d_p = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเล่เล็ก (mm)

m_w = ขนาดของอัตราทด

สมการที่ใช้ในการหาความเร็วรอบที่ทดแล้ว

$$V_w = \frac{V}{m_w} \qquad (2.2)$$

เมื่อ v_w = ความเร็วรอบที่ทดรอบแล้ว (rpm)

V = ความเร็วรอบก่อนทดรอบ (rpm)

m_w = ขนาดของอัตราทด

2.6 หลัก PDCA

คือ วงจรการบริหารงานคุณภาพ ประกอบด้วย

P = Plan คือ การวางแผนจากวัตถุประสงค์ และเป้าหมายที่ได้กำหนดขึ้น

D = Do คือ การปฏิบัติตามขั้นตอนในแผนงานที่ได้เขียนไว้อย่างเป็นระบบและมีความต่อเนื่อง

C = Check คือ การตรวจสอบผลการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนของแผนงานว่ามีปัญหาอะไรเกิดขึ้น จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขแผนงานในขั้นตอนใดบ้าง

A = Action คือ การปรับปรุงแก้ไขส่วนที่มีปัญหา หรือถ้าไม่มีปัญหาใดๆ ก็ยอมรับแนวทางการปฏิบัติตามแผนงานที่ได้ผลสำเร็จ เพื่อนำไปใช้ในการทำงานครั้งต่อไป

เมื่อได้แผนงาน (P) นำไปปฏิบัติ (D) ระหว่างปฏิบัติก็ดำเนินการตรวจสอบ (C) พบปัญหาก็ทำการแก้ไขหรือปรับปรุง (A) การปรับปรุงก็เริ่มจากการวางแผนก่อน วนไปเรื่อยๆ จึงเรียกวงจร PDC

2.7 ไม้

ไม้ (Wood) เป็นวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในการสร้างที่อยู่อาศัย ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่วงกบประตูหน้าต่าง บานประตูหน้าต่าง แม่บันได ขั้นบันได พื้นไม้ ฝา ใช้ทำเครื่องเรือน และเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ ส่วนประกอบของไม้ ไม้จัดเป็นอินทรีย์สารชนิดหนึ่ง ไม้ประกอบด้วย เปลือกเป็นส่วนนอกสุดประกอบด้วยเซลล์ที่ตายแล้ว กระพี้เป็นส่วนที่ถัดจากเปลือกเข้าไปมีสารที่จำเป็นแก่การดำรงชีวิตของพืช ได้แก่ แป้ง น้ำตาล และโปรตีน ทำให้ไม้เกิดเชื้อราได้ง่าย แก่นไม้เป็นส่วนที่ถัดจากกระพี้ และใจไม้ ใจกลางของไม้จะมีจุดหยุ่น ๆ

2.7.1 ประเภทของไม้

ไม้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท โดยถือเอาค่าความแข็งแรงในการดัดของไม้แห้ง และความทนทานตามธรรมชาติของไม้ชนิดนั้น ๆ เป็นเกณฑ์ได้แก่

2.7.1.1 ไม้เนื้อแข็ง มีความแข็งแรงสูงกว่า 1000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีความทนทานสูงกว่า 6 ปี ได้แก่ ไม้เคี่ยม ไม้แอ๊ก ไม้หลุมพอ ไม้เสลา ไม้สักขี้ควาย ไม้เลียงมัน ไม้รัง ไม้ยมหิน ไม้มะค่าโมง ไม้มะเกลือเลือด ไม้ประดู่ ไม้เต็ง ไม้ตะบูนดำ ไม้ตะคร้อหนาม ไม้ตะคร้อไข่ ไม้แดง ไม้กันเกรา

2.7.1.2 ไม้เนื้อแข็งปานกลาง มีความแข็งแรง 600 ถึง 1000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีความทนทาน 6 ปี ได้แก่ ไม้เหียง ไม้รกฟ้า ไม้ยูง ไม้มะค่าแต้ ไม้พลวง ไม้นนทรี ไม้ตาเสือ ไม้ตะแบก ไม้ตะเคียนหนู ไม้ตะเคียนทอง

2.7.1.3 ไม้เนื้ออ่อน มีความแข็งแรงต่ำกว่า 600 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีความทนทานต่ำกว่า 2 ปี ได้แก่ ไม้อินทนิล ไม้สัก ไม้ยางแดง ไม้พะยอม ไม้ทำมัง ไม้ตะบูนขาว ไม้กระบาก ไม้กระเจา ไม้กวาด

2.7.2 การปรับปรุงคุณภาพไม้

เนื่องจากไม้ในปัจจุบันมีคุณภาพต่ำลง มีการหดตัว แตกร้าว หรือบิดงอง่าย ทำให้เกิดความเสียหายในสิ่งก่อสร้าง ครัวเรือนเครื่องใช้ไม้สอย โดยทั่ว ๆ ไปจึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพไม้เพื่อให้ไม้มีคุณภาพที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นการปรับปรุงทางด้านสี ความแข็งแรง การหดตัว การพองตัวและความทนทาน มีหลายวิธีได้แก่

2.7.2.1 การกองไม้ เป็นการกองไม้ให้โปร่งไม่ชิดติดต่อกัน นอกจากจะทำให้ไม้แห้งเร็วแล้วยังป้องกันการเกิดเชื้อราที่ทำให้ไม้ผุได้เป็นอย่างดีด้วย ส่วนไม้ที่เป็นกระพี้หรือไม้ที่ไม่ทนทาน ในขณะที่แปรรูปสดๆ แล้วกองไม้ชิดติดกันเพียงวันสองวัน ก็จะเกิดราขึ้นเต็ม อาจเสียหายถึงกับทำให้ไม้ใช้การไม่ได้ตลอดไป

2.7.2.2 การแช่น้ำ การแช่น้ำเป็นระยะเวลานาน ๆ จะทำให้แป้งและน้ำตาลที่มีในไม้สลายตัวไป เมื่อนำไม้มาใช้งาน ถึงแม้จะมีกระพี้ติดอยู่ มอดก็จะไม่เข้ารบกวน

2.7.2.3 การอบหรือนึ่ง จะทำให้สารประกอบทางเคมีบางประเภทซึ่งดูดและคายน้ำได้มากสลายตัวไป ทำให้การพองและการหดตัวของไม้ลดลง

2.7.2.4 การอบหรือผึ่ง โดยการใส่ไม้ที่จะอบในเตาอบ ซึ่งสามารถทำให้ไม้แห้งได้เร็วไม่ทำให้ไม้เสียหายจากการหดตัว ส่วนการผึ่งในอากาศไม้จะแห้งเร็วหรือแห้งช้าขึ้นอยู่กับความชื้นในอากาศ ถ้าอากาศมีความชื้นต่ำ ไม้ก็แห้งเร็ว และถ้าอาคารมีความชื้นมากไม้ก็แห้งช้า

2.7.2.5 การอัดไม้ด้วยความร้อน ทำให้ไม้มีปริมาตรเล็กลงและคงรูปได้ภายหลังการอัดและทำให้ไม้แข็งและทนทานขึ้น

2.7.2.6 การอัดพลาสติก โดยการอัดสารที่เป็นพลาสติกเหลวเข้าไปในเนื้อไม้ แล้วทำให้มันรวมตัวจับกันเป็นเนื้อพลาสติก กลายเป็นของแข็งในภายหลัง อาจทำได้โดยอาศัยตัวเร่งทางเคมีหรือฉายรังสี

2.7.2.7 การอบน้ำยา เป็นการทา ชุบ แช่ หรืออัดน้ำยาเข้าไปในไม้ด้วยแรงอัดสูง ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการนำไม้เข้าห้องปิดฝาจนสนิททำการดูดอากาศในไม้และในห้องอบออกจนหมด แล้วจึงปล่อยน้ำยาเข้าไป ขณะเดียวกันก็จะเพิ่มความกดดันของอากาศในท่อให้สูงขึ้นถึงระดับที่ต้องการ ทิ้งไว้ระยะหนึ่งแล้วจึงลดความดันลง ไม้ที่ทำการอาบน้ำยาแล้วจะมีความทนทานสูงกว่าไม้ธรรมชาติหลายเท่า

2.7.3 การจำแนกประเภทของไม้

ความแข็งแรงและความต้านทานของไม้

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความแข็งแรงและความต้านทานของไม้

ประเภทของไม้	ความแข็งแรง(kg.cm^2)	ความทนทาน(ปี)
ไม้เนื้อแข็ง	> 1000	> 10
ไม้เนื้อแข็งปานกลาง	600 - 1000	2 -10
ไม้เนื้ออ่อน	< 600	< 2

2.8 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

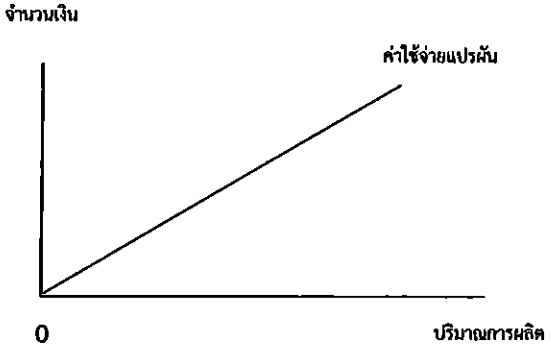
2.8.1 ส่วนของค่าใช้จ่าย (Total Cost ;TC)

2.8.1.1 ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fix Cost ;FC) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ไม่แปรผันตามปริมาณการผลิต เช่น ค่าที่ดิน ค่าเช่า เงินลงทุนเริ่มต้น ค่าใช้จ่ายรายปี เป็นต้น

รูปที่ 2.15 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายคงที่

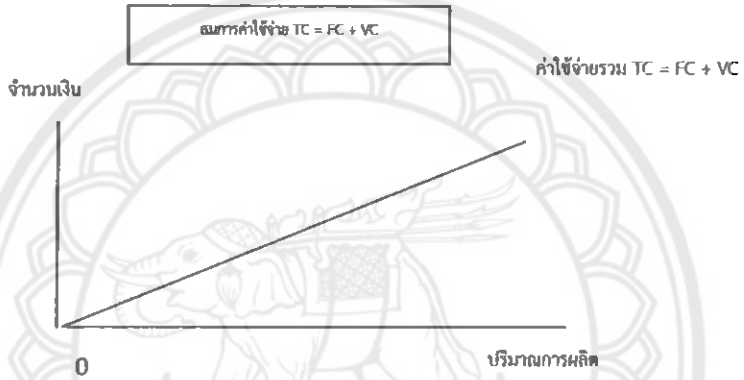
ที่มา : กานต์ (2549)

2.8.1.2 ค่าใช้จ่ายแปรผัน (Variable Cost ; VC) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่แปรผันปริมาณการผลิต เช่น ค่ากระดาษในร้านถ่ายเอกสาร ถ้าถ่ายเอกสารมากก็จะใช้กระดาษมาก ค่ากระดาษก็จะเพิ่มขึ้นตาม หรือค่าแรงต่อหน่วย เป็นต้น



รูปที่ 2.16 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายแปรผัน

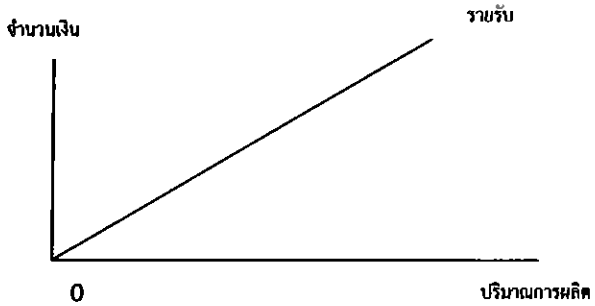
ที่มา : กานต์ (2549)



รูปที่ 2.17 กราฟแสดงสมการค่าใช้จ่ายรวม

ที่มา : กานต์ (2549)

2.8.2 ส่วนของรายได้ (Revenue ; R) หมายถึง ส่วนที่เป็นรายรับหรือรายได้จากการขายจะได้จากราคาขายคูณปริมาณการผลิต

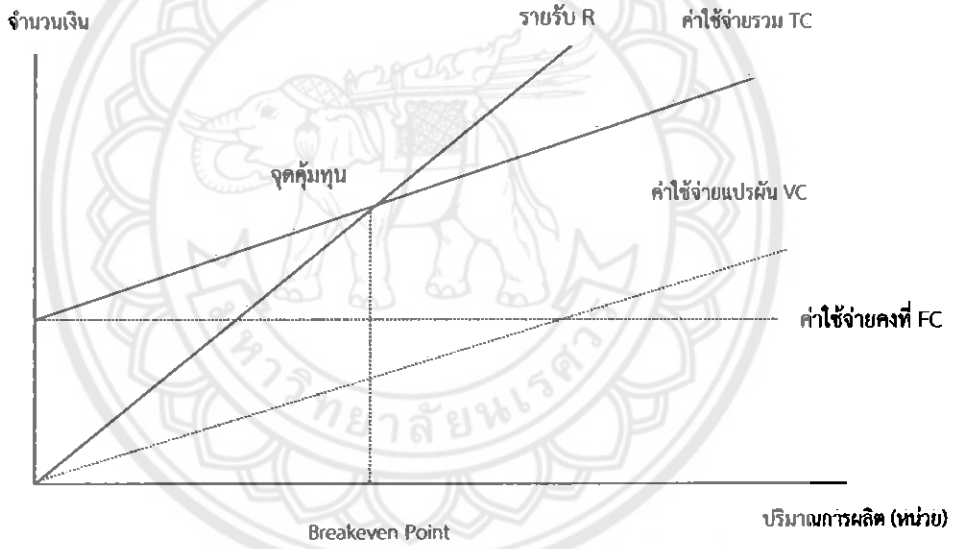


รูปที่ 2.18 กราฟแสดงส่วนของรายได้

ที่มา : กานต์ (2549)

2.8.3 แผนภูมิจุดคุ้มทุน

แผนภูมิของจุดคุ้มทุน เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรายรับและค่าใช้จ่าย กับปริมาณการผลิต โดยมีแกนในแนวนอนแทนปริมาณการผลิต ส่วนแกนในแนวตั้งแทนค่าใช้จ่ายและรายได้ โดยในส่วนของค่าใช้จ่ายจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนคงที่และส่วนของต้นทุนแปรผัน ค่าใช้จ่าย หรือต้นทุนคงที่จะเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่แปรผันตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิต หมายความว่าจะเป็นค่าใช้จ่ายที่คงที่ไม่ว่าจะผลิตมากน้อยเพียงใด ในแผนภูมิส่วนของต้นทุนคงที่นี้จะเป็นเส้นตรงในแนวนอนเหนือแกนนอนขึ้นมาตามจำนวนเงินต้นทุน ส่วนค่าใช้จ่ายแปรผันจะเป็นค่าใช้จ่ายที่เป็นสัดส่วนโดยตรงตามปริมาณการผลิต และจะเขียนเส้นตรงมีแนวสูงขึ้นตามปริมาณที่มากขึ้นในแนวนอน ส่วนเส้นรายได้จะแปรผันตามสัดส่วนปริมาณการขาย โดยจะเขียนเป็นเส้นตรงมีแนวสูงขึ้นตามปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น และจุดตัดระหว่างเส้นตรง ของรายได้และเส้นตรงของค่าใช้จ่ายรวมจะเรียกว่า “จุดคุ้มทุน” (Breakeven Point)



รูปที่ 2.19 กราฟแสดงจุดคุ้มทุน

ที่มา : กานต์ (2549)

2.8.4 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนกรณีโครงการเดียว

กรณีโครงการเดียว จุดคุ้มทุนจะเกิดจากเส้นรายรับ (R) ตัดกับเส้นค่าใช้จ่าย (TC) ซึ่งจุดนี้สามารถคำนวณได้จากสมการ ค่าใช้จ่ายรวม TC = ค่าใช้จ่ายคงที่ FC + ค่าใช้จ่ายแปรผัน VC โดยที่

$$TC = FC + VC \qquad (2.2)$$

2.8.5 คำอธิบายเพิ่มเติม

2.5.5.1 **จุดคุ้มทุน** (Breakeven point) **จุดที่รายรับมีค่าเท่ากับรายจ่ายหรือหมายถึงจุดที่ไม่ก่อให้เกิดกำไรและไม่ขาดทุน ในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนจะเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางเศรษฐศาสตร์ของสถานะต่างๆ ในระยะสั้น และข้อมูลจะต้องค่อนข้างแน่นอน เพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้อง**

2.5.5.2 **อัตราผลตอบแทนที่ต่ำสุดที่พึงจะทำให้เกิดความพอใจ** (Minimum Attractive Rate of Return;MARR%) **อัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่พึงพอใจ หมายถึง อัตราผลตอบแทนที่ต่ำที่สุดที่เราพอใจซึ่งเป็นอัตราผลตอบแทนที่ประเมินขึ้นหรือตั้งขึ้นมา ทั้งนี้จะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับนโยบายของแต่ละโครงการว่าหวังผลตอบแทนจากโครงการมากน้อยแค่ไหน**

2.5.5.3 มูลค่าเทียบเท่า ณ ช่วงเวลาต่างๆ

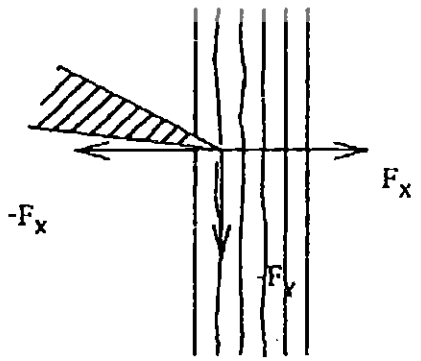
ก. มูลค่าเทียบเท่าปีปัจจุบัน (Present Worth;PW) หมาย**ถึงมูลค่าที่เทียบเท่าปัจจุบัน**มูลค่าเมื่อเทียบเท่าของเงินทั้งระบบ ณ ปีที่ 0

ข. มูลค่าเทียบเท่าอนาคต (Future Worth;FW) หมายถึง**มูลค่าเมื่อเทียบเท่าของเงินทั้งระบบ ณ ปีที่ n (ปีสุดท้ายของแผนผังการไหลของเงิน)**

ค. มูลค่าเมื่อเทียบเท่ารายปี (Annual Worth;AW) หมาย**ถึงมูลค่าที่เราจะคิดเมื่อเทียบเท่าของเงินทั้งระบบกระจายในปีต่างๆ ด้วยจำนวนที่เท่าๆ กัน ในแผนผังกระแสเงินสดตั้งแต่ปีที่ 1 ถึงปีที่ n** (กานต์, 2552)

2.9 แรงตัด

แรงตัด (Cutting Force) **เป็นผลคูณของความเค้นบนไม้ที่ทำโดยใบมีดกับพื้นที่กระทำดังรูปที่** 2.15 **แรงตัด คือ** F_x **และไม้ก็จะมีแรงปฏิกิริยากระทำกับใบมีดในทิศทางตรงกันข้าม**



รูปที่ 2.20 การตัดแบบ cutting force
ที่มา : ทศพล อินไข (2535)

สมการที่ใช้ในการหาแรงตัดเฉือน

$$FOCMX = FOCSA \times [AES/1000] \quad (2.3)$$

เมื่อ FOCMX = **แรงตัดเฉือนสูงสุด**, (KN)

FOCSA = **แรงตัดจำเพาะพื้นที่หน้าตัด** / (Specific cutting force per cut area), (N/mm^2)

AES = **พื้นที่หน้าตัดของไม้ที่ถูกตัด** (Solid cross – sectional area), (mm^2)

2.9.1 ความเร็วขอบ (Surface speed)

คือ ความเร็วแล่นของจุดใดจุดหนึ่งบนผิวงาน ซึ่งมีใช้ในการหมุนของ**มูเล่** (Flywheel) **ล้อหินเจียระไน** มีหน่วยวัดเป็นเมตรต่อวินาที ซึ่งงานเหล่านี้จะต้องหมุนเร็วมาก

แต่ความเร็วขอบเมื่อมาใช้กับงานกัด งานกลึง งานใส จะเรียกว่าความเร็วตัด มีหน่วยวัดเป็นเมตรต่อนาที

สูตรที่ใช้คำนวณความเร็วขอบก็คือสูตรคำนวณความเร็วตัดนั่นเองแต่คูณด้วย 60 **เพื่อเปลี่ยนเวลาเป็นวินาที**

$$\text{ความเร็วขอบ(V)(ม./วินาที)} = \frac{\pi \times d\ (\text{มม.}) \times n\ (\text{รอบ/นาที})}{1000 \times 60} \quad (2.4)$$

เมื่อ v = ความเร็วขอบ (m/s)

N = ความเร็วรอบ (m/min)

d = เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)

2.10 การหาค่าความเชื่อถือของข้อมูลและการทดสอบสมมติฐาน

2.10.1 การหาค่าความเชื่อถือ

$$n = \left(\frac{K}{S}\frac{\sqrt{n'\sum x_i^2-(\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right)^2 \quad (2.5)$$

โดยที่ K = ตัวประกอบของความเชื่อมั่น

S = ความคลาดเคลื่อน

n = จำนวนที่ต้องวัดขนาด

n' = จำนวนที่วัดขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 2.2 แสดงความเชื่อมั่น

ระดับความเชื่อมั่น	ค่า K
68.3	1
95.5	2
99.7	3

2.10.2 การตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน หมายถึง เกณฑ์หรือข้อตกลงที่ตั้งขึ้นเพื่อการพิสูจน์ให้เกิดการยอมรับหรือการปฏิเสธ ซึ่งการยอมรับหรือการปฏิเสธจะเกิดจากผลของการสุ่มตัวอย่างและการทดสอบสมมติฐานตามเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นนั้น สมมติฐาน จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

2.10.2.1. สมมติฐานหลัก (NullHypothesis ; H_0) เป็นสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเกี่ยวกับพารามิเตอร์ที่ทราบค่าแน่นอน มักจะเป็นสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเพื่อต้องการปฏิเสธ

$$H_1 : \mu_1 = 20,000$$

2.10.2.2. สมมติฐานรอง (Alternative Hypothesis ; H_1) เป็นสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเพื่อขัดแย้งกับสมมติฐานหลัก มักจะเป็นสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเพื่อต้องการยอมรับ สมมติฐานรอง มี 2ลักษณะ คือ

ก. สมมติรองแบบทางเดียว เป็นสมมติฐานที่ตั้งขึ้นโดยกำหนดทิศทาง เช่น

$H_1 : \mu_1 < 20,000$ หรือ $H_1 : \mu_1 > 20,000$

ข. สมมติรองแบบสองทาง เป็นสมมติฐานที่ตั้งขึ้นโดยไม่กำหนดทิศทาง เช่น

$$H_1 : \mu \neq 20,000$$

ในการทดสอบสมมติฐาน จะพยายามป้องกันความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นทั้ง 2 ชนิด แต่วิธีการที่ยอมรับกันว่าดีในหมู่นักสถิติ คือ การกำหนดขนาดความน่าจะเป็นในการเกิดความคลาดเคลื่อนแบบกำหนด α การกำหนดขนาดความน่าจะเป็นในการเกิดความคลาดเคลื่อนนั้นขึ้นอยู่กับความเสียหายที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นจริง ถ้าความคลาดเคลื่อนก่อให้เกิดความเสียหายมากก็จะกำหนดระดับนัยสำคัญให้น้อยๆ เช่น กำหนดไว้ที่ 0.01 , 0.001 , 0.005 เป็นต้น และถ้าความคลาดเคลื่อนก่อให้เกิดความเสียหายไม่มากก็จะกำหนดระดับนัยสำคัญให้มากขึ้น เช่น กำหนดไว้ที่ 0.1,0.5 เป็นต้น หรือ อาจกล่าวได้ว่าการกำหนดระดับนัยสำคัญก็ คือการกำหนด

ขนาดของความคลาดเคลื่อนว่าจะยอมรับให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้มากน้อยอย่างไร ในการกำหนดช่วงของการยอมรับและเขตวิกฤต จะเริ่มจากการกำหนดค่าระดับนัยสำคัญ(α)จากนั้นก็เปิดตารางหาค่า Z สร้างเป็นเขตวิกฤตขึ้นมา

2.10.2.1 การทดสอบสมมติฐาน

ก. ตั้งสมมติฐานหลัก $H_1 : \mu = \mu_0$

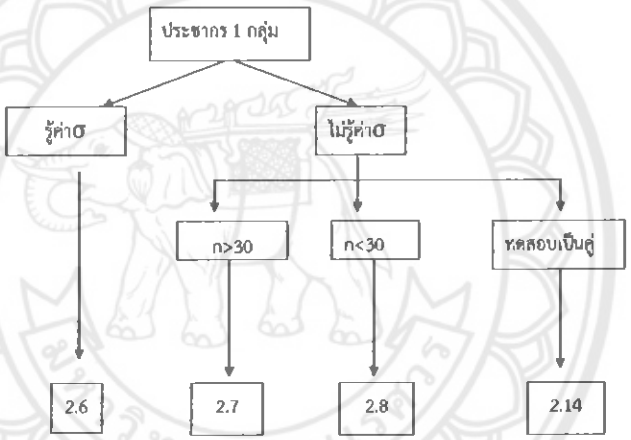
ข. ตั้งสมมติฐานรอง กรณีทดสอบสองทาง $H_1 : \mu \neq \mu_0$

กรณีทดสอบทางเดียวด้านบน $H_1 : \mu > \mu_0$

กรณีทดสอบแบบทางเดียวด้านล่าง $H_1 : \mu < \mu_0$

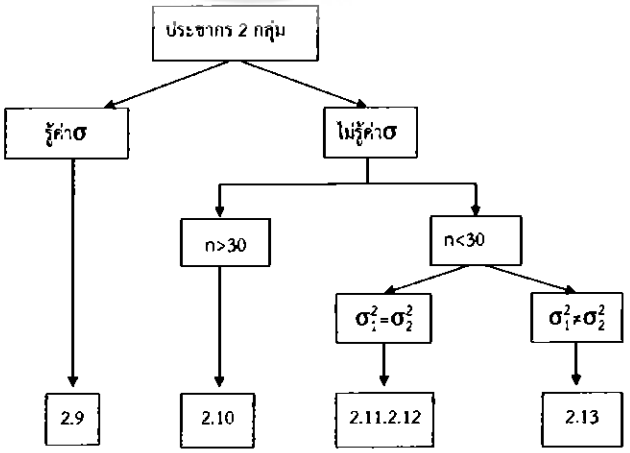
ค. กำหนดระดับนัยสำคัญ α

ง. กำหนดค่าสถิติที่จะใช้ทดสอบสมมติฐาน (เลือกสูตรจากแผนผัง)



รูปที่ 2.21 กำหนดค่าสถิติที่จะใช้ทดสอบสมมติฐานของประชากร 1 กลุ่ม

ที่มา : กานต์ (2549)



รูปที่ 2.22 กำหนดค่าสถิติที่จะใช้ทดสอบสมมติฐานของประชากร 2 กลุ่ม

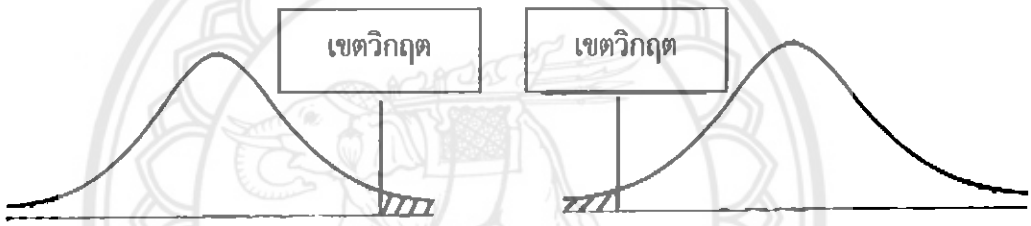
ที่มา : กานต์ (2549)

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

จ. สร้างเขตวิกฤตตามค่าสถิติที่ใช้และค่าระดับนัยสำคัญ ดูว่าใช้ค่าสถิติใด ดูว่าเป็นกี่ทาง ถ้า1 ทางใช้Z_{α}และ 2 ทางก็ใช้ $Z_{\alpha/2}$ เป็นต้น

รูปที่ 2.23 แสดงสมมติฐานสองทางใช้± $Z_{\alpha/2}$หรือ± $t_{\alpha/2}$

ที่มา : กานต์ (2549)



รูปที่ 2.24 แสดงสมมติฐานทางเดียว

ที่มา : กานต์ (2549)

ฉ. คำนวณค่าสถิติในข้อ ง.

ฉ.1 การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง $\bar{x}$

กรณีรู้ค่า σ^2 $$z = \frac{\bar{x} - \mu_{\bar{x}}}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad (2.6)$$

กรณีไม่รู้ค่า σ^2

-n > 30 $$z = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad (2.7)$$

-n < 30 $$t = \frac{x - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \text{ และ } v = n - 1 \quad (2.8)$$

ig940552
ปร.
W2319
2553

ฉ.2 การทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ($\bar{x}_1 - \bar{x}_2$)

กรณีรู้ค่า σ_1^2 และ σ_2^2

$$= \frac{\left(\bar{x}_1 - \bar{x}_2\right) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_{1+}^2 \sigma_2^2}{n_{1+n_2}}}} \qquad (2.9)$$

กรณีไม่รู้ค่า σ_1^2 และ σ_2^2

$n > 30$ $\quad Z = \dfrac{\left(\bar{x}_1 - \bar{x}_2\right) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{n_1 + n_2}}}$ (2.10)

$n < 30$; $\sigma^2_1 = \sigma_1^2$

$$t = \frac{\left(\bar{x}_1 - \bar{x}_2\right) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_p \sqrt{\frac{1+1}{n_1 + n_2}}} \qquad (2.11)$$

$$s_p = \sqrt{\frac{\left(n_1 - 1\right)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \qquad (2.12)$$

$n < 30$; $\sigma^2_1 \neq \sigma_1^2$

$$t = \frac{\left(\bar{x}_1 - \bar{x}_2\right) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} \frac{s_2^2}{n_2}}} \qquad (2.13)$$

ฉ.3 ทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยเมื่อสังเกตเป็นคู่ๆ

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_D}{s_D \sqrt{n}} \quad ; v = n - 1 \qquad (2.14)$$

ค่าองศาเสรี $(v) = n_1 + n_2 - 2$

ช. ทดสอบสมมติฐานโดยนำค่า $Z_{คำนวณ}$ หรือ $t_{คำนวณ}$ ไปเปรียบเทียบกับเขตวิกฤตในข้อ จ. ถ้าค่า $Z_{คำนวณ}$ หรือ $t_{คำนวณ}$ ตกอยู่ในเขตวิกฤตให้ปฏิเสธ H_0ยอมรับ H_1 ถ้าค่า $Z_{คำนวณ}$ หรือ $t_{คำนวณ}$ ตกอยู่นอกเขตวิกฤตให้ยอมรับ H_0ปฏิเสธ H_1

2.11 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทศพล อินไข และ คณะ(2535) ได้ศึกษาและออกแบบเครื่องรีดและตัดผักตบชวาตากแห้งเพื่อใช้ในงานหัตถกรรมจักสาน มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดเวลาในการรีดและตัดผักตบชวาและช่วยให้การรีดและตัดผักตบชวาได้ปริมาณมากขึ้น โดยสร้างเครื่องที่มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ โครงเครื่อง ชุดถ่ายทอดกำลัง ระบบรีด และระบบตัด ที่มีความเร็วของลูกรีดเท่ากับ 16.5 รอบต่อนาทีจากข้อมูลโครงงานดังกล่าวได้นำข้อมูลในส่วนของการเลือกใช้เฟืองและตลับลูกปืนมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องขึ้นรูปไม้ ให้มีความเหมาะสมในการเลือกมอเตอร์และตลับลูกปืน และสะดวกในการจัดหาอุปกรณ์ และสร้างได้ง่ายขึ้น

วริทธ์ อิ๊งภากรณ์ (2538) ได้ศึกษาการออกแบบเครื่องจักรกลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยคำนึงถึงเรื่องต่างๆของหลักการออกแบบ เช่น หน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความแข็งแรง ความสะดวกสบาย เป็นต้น จากข้อมูลดังกล่าวได้นำมาใช้ในการออกแบบเครื่องเพื่อให้ถูกตามหลักการออกแบบมากขึ้น

อนงค์ ที่สงัด (2537) ได้ศึกษาการจำแนกของไม้เป็นประเภทต่างๆของหนังสือวัสดุช่าง เพื่อให้ทราบถึงประเภทของไม้ คือไม้เนื้อแข็ง ไม้เนื้อแข็งปานกลาง ไม้เนื้ออ่อน การปรับปรุงคุณภาพของไม้ให้ดีขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ จากข้อมูลดังกล่าวได้นำมาเป็นหลักในการเลือกไม้ที่จะใช้ในการทำงานวิจัย

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

ศึกษารายละเอียดของเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับเหยื่อปลอมและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยดูจากเครื่องแบบเดิมที่มีอยู่ สำรวจรายละเอียดต่างๆของเครื่องขึ้นรูปไม้ รายละเอียดต่างๆจากเครื่อง ข้อมูลที่ใช้อ้างอิงและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวางแผนการควบคุมการผลิตและคุณภาพของเครื่องขึ้นรูปไว้สำหรับทำเหยื่อปลอม กระบวนการผลิตและเหยื่อปลอมที่ได้ ผลจากการขึ้นรูปสำหรับทำเหยื่อปลอม รวมทั้งเก็บข้อมูลหลังจากได้เหยื่อปลอมทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเพื่อนำไปใช้ในการประเมินผลการปฏิบัติงานต่อไป โดยมีรายละเอียดแสดงวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาคุณสมบัติของไม้ และศึกษารูปทรงและการขึ้นรูปเหยื่อปลอม

ทำการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวกับเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

3.1.1 เอกสาร

คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากหนังสือ บทความ ตำราเอกสารต่างๆ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้รูปแบบของลักษณะของเครื่อง

3.1.2 พื้นที่ศึกษา

คณะผู้ศึกษาเลือกพื้นที่ในการทำเหยื่อปลอมจากหมู่บ้านถวาย อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ เพราะหมู่บ้านบริเวณแถวนี้มีมีชื่อเสียงการทำหัตถกรรมเรื่องไม้มานาน

3.2 ออกแบบเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมและจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้าง

หลังจากศึกษาข้อมูลต่างๆจึงเกิดแนวคิดนำมาออกแบบและสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

3.2.1 ออกแบบเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

โดยต้องการออกแบบเครื่องให้สามารถขึ้นรูปเป็นวงรีได้ และมีรูปร่างใกล้เคียงมากกว่าเครื่องแบบเดิม รวมถึงขึ้นรูปแบบได้หลากหลายรูปแบบมากขึ้น

3.2.2 ขั้นตอนการจัดหาวัสดุอุปกรณ์

3.2.2.1 สำรวจและหาข้อมูลของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น ราคาเหล็ก ราคามอเตอร์

3.2.2.2 สำรวจและหาวัสดุและอุปกรณ์ที่เหลือใช้จากการใช้งาน ซึ่งเป็นการลดต้นทุนได้ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า เหล็กที่ใช้ทำเครื่อง

การพิจารณาถึงคุณสมบัติของวัสดุแต่ละประเภทมี ดังนี้

3.2.2.3 ลักษณะการใช้งาน

3.2.2.4 ประเภทของวัสดุ

3.2.2.5 คุณภาพตามการใช้งาน

3.2.2.6 หาซื้อได้ทั่วไปตามท้องตลาด

3.2.2.7 การบำรุงรักษา

3.2.2.8 ความสวยงาม

เมื่อเราได้คุณสมบัติที่เหมาะสมของวัสดุแต่ละชนิดและประเภท แล้วนำมาคำนึงถึงด้านราคาที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อ

3.3 วิธีการสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

วิธีการสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

3.3.1 ส่วนประกอบของเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

3.3.1.1 เครื่องเจียร

3.3.1.2 ชุดทดเครื่องซักผ้า

3.3.1.3 มอเตอร์ไฟฟ้าใช้ไฟ 220v

3.3.1.4 เกลียวเมตร

3.3.1.5 เหล็ก

3.3.1.6 หัวทราย

3.3.1.7 ใบเลื่อย

3.3.1.8 เพลาจักรยาน

3.3.1.9 สเตอร์จักรยาน

3.3.1.10 น๊อต

3.3.1.11 ตลับลูกปืนยันศูนย์

3.3.1.12 ตลับลูกปืนหัวสว่านยึดแบบ

3.3.1.13 โซ่

3.3.1.14 สายพาน

3.3.1.15 ล้อลอกแบบ

3.3.1.16 เสาเหล็กยึดแบบ

3.3.1.17 หัวจับดอกสว่าน

3.3.2 ออกแบบโครงสร้างและกระบวนการทำงาน

เป็นเครื่องขึ้นรูปไม้ที่อาศัยการทำงานของลูกกลิ้งที่กลิ้งไปตามแบบ โดยอาศัยมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนใบมีดและหมุนชิ้นงานไปพร้อมกัน

3.4 ดำเนินการประกอบและติดตั้ง

ประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนอุปกรณ์ให้ตรงตามที่แบบกำหนดไว้

3.4.1 ต่ออุปกรณ์มอเตอร์ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าทั้งหมด

3.4.2 ทาสี

3.5 ปรับปรุงแก้ไขเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

ทำการปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่องของเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

3.6 ทดสอบและประเมินผลเชิงสถิติ

3.6.1 ทำการกำหนดจุดที่ต้องการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหยื่อปลอมที่ได้จากการขึ้นรูปแบบเดิมและเครื่องขึ้นรูปไม้

รูปที่ 3.1 แสดงตำแหน่งการวัดแต่ละจุด

3.6.2 นำค่าที่ได้จากการวัดมาใส่ในตารางการทดลอง

ตารางที่ 3.1 ออกแบบการทดสอบ

ชิ้นที่	จุดที่ x	
	เครื่องขึ้นรูปแบบใหม่ Ø(mm)	เครื่องแบบเดิม Ø(mm)
1		
2		
3		
4		
5		

3.6.3 นำข้อมูลที่ได้มาตั้งสมมติฐานและทดสอบเชิงสถิติ

3.6.3.1 ตั้งสมมติฐานและทดสอบเชิงสถิติของเครื่องขึ้นรูปไม้

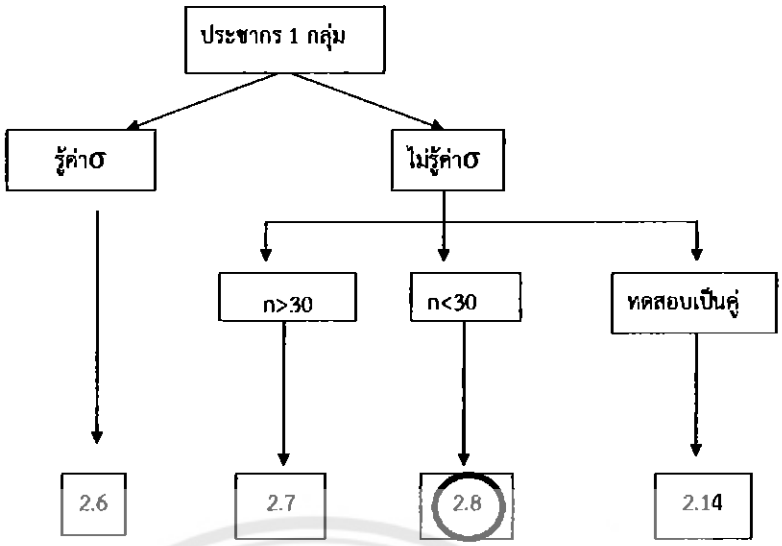
ก. ตั้งสมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของแบบ ณ จุดเดียวกัน

H_1: ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดมีค่าไม่เท่ากับค่าเฉลี่ยของแบบ ณ จุดเดียวกัน

ข. กำหนดระดับนัยสำคัญ α=0.05

ค. เลือกสมการที่จะใช้ทดสอบสมมติฐาน



รูปที่ 3.2 กำหนดค่าสถิติที่จะใช้ทดสอบสมมติฐานของประชากร 1 กลุ่ม

ที่มา : กานต์ (2549)

เลือกใช้สมการ(2.8) ในการทดสอบเชิงสถิติเพราะว่ามีประชากร1กลุ่ม ไม่รู้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนข้อมูลน้อยกว่า 30 ตัว

$$-n < 30 \qquad t = \frac{x - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad \text{และ} \quad v = n - 1 \qquad \textbf{(2.8)}$$

ง. สร้างเขตวิกฤตตามค่าสถิติที่ใช้และค่าระดับนัยสำคัญ

จ. คำนวณค่าสถิติในข้อ ง และทดสอบสมมติฐาน โดยนำค่าหรือจากการคำนวณค่าสถิติไปเปรียบเทียบกับเขตวิกฤต

3.6.4 ทำการทดสอบระบบการทำงานและหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

3.7 ขั้นตอนการจัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

ในการดำเนินงานดังกล่าวข้างต้นเครื่องขึ้นรูปไม้อาจขึ้นรูปออกมาได้ตามตรงที่กำหนดไว้หรืออาจมีส่วนที่ต้องแก้ไข ให้นำวิธีปฏิบัติงานมาจัดทำมาตรฐานเพื่อใช้เป็นแบบแผนในการปฏิบัติงานครั้งต่อไป และจำทำคู่มือแนะนำการประกอบการใช้งาน

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ออกแบบโครงสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

4.1.1 การสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้ตามหลักการออกแบบ

4.1.1.1 หน้าที่ใช้สอย (Function)

หน้าที่ใช้สอยของเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับเหยื่อปลอมเป้าหมายที่วางไว้ คือสามารถขึ้นรูปเหยื่อออกมามีรูปร่างใกล้เคียงจากแบบเดิมได้และยังขึ้นรูปแบบได้หลากหลายมากกว่าเครื่องแบบเดิม

4.1.1.2 ความปลอดภัย (Safety)

กระบวนการขึ้นรูปไม้โดยใช้เครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม มีการใช้ตัวจับยึดที่แน่นหนาเพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้ เช่น ตัวจับหัวเจียร ตัวจับหัวขัด เป็นต้นแล้วมีตัวครอบสำหรับระบบตัด เพื่อความปลอดภัยเพิ่มขึ้น

4.1.1.3 โครงสร้าง (Construction)

เครื่องขึ้นรูปไม้วัสดุที่นำมาใช้ประกอบโครงสร้างเครื่องทำจากโลหะเหล็ก และส่วนที่ต้องรับแรงมากจะเลือกใช้เหล็กที่มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น เช่น โครงสร้างฐานเพื่อความแข็งแรงของเครื่อง

4.1.1.4 ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomics)

ในกระบวนการขึ้นรูปของเครื่องแบบเดิมจะใช้เครื่องมือหลายอย่างทำให้ยุ่งยากสำหรับกระบวนการขึ้นรูปผู้จัดทำโครงงานจึงทำการออกแบบให้ส่วนที่ต้องใช้ในการขึ้นรูปอยู่เป็นส่วนๆหรือตำแหน่งที่แน่นอนเพื่อไม่ให้ยุ่งยากในการขึ้นรูป

4.1.1.5 ความสวยงาม (Beauty)

เครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม ได้มีการออกแบบให้สวยงาม เช่น ตรงไหนมีเหลี่ยมหรือคม ก็ทำให้มีความมน เมื่อเครื่องเสร็จแล้วทำการพ่นสีให้สวยงาม

4.1.1.6 ราคา (Cost)

ปัจจัยทางด้านราคา ต้นทุนที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่อง ทางผู้จัดทำโครงงานได้วางแผนการลดต้นทุนใช้วัสดุที่ถูก แทนวัสดุเดียวกัน เช่นมอเตอร์ คือทำการเปรียบเทียบราคาแล้วเลือกซื้อ การเลือกใช้วัสดุที่เหลือใช้ หรือวัสดุที่หาได้ง่ายตามท้องตลาด

4.1.1.7 การซ่อมบำรุงรักษาง่าย (Easy of maintenance)

ในส่วนของกลไกต่างๆสามารถถอดประกอบออกได้ เพื่อให้ง่ายต่อการซ่อมแซมและเปลี่ยนอะไหล่ง่าย เช่น ใบตัด หัวขัด เป็นต้น

4.1.1.8 วัสดุและการผลิต (Materials and production)

การเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้ในการประกอบเครื่องจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุว่ามีความเหมาะสมกับการนำไปใช้หรือไม่ การเลือกวัสดุที่ใช้ เช่น ไม้ ที่นำมาทำเหยื่อไม่แพงจนเกินไปและวัสดุอื่นที่ใช้อื่นๆสามารถหาได้ง่ายตามท้องตลาด

หลังจากศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบแล้ว คณะผู้ดำเนินงานได้ทำการออกแบบเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม ซึ่งเป็นรูปทรงง่ายๆ และมีความแข็งแรง มีส่วนประกอบหลัก ดังนี้

4.2 วิธีการสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

4.2.1 ระบบกำลัง

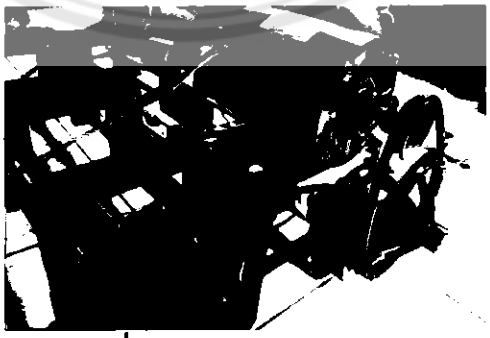
4.2.1.1 มอเตอร์

ระบบส่งกำลังของเครื่องขึ้นรูปไว้สำหรับทำเหยื่อปลอมจะใช้ระบบส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดของมอเตอร์ไฟฟ้า ดังนี้

แรงดันไฟฟ้า	220	โวลต์ (v)
ความถี่	50	เฮิรตซ์ (Hz)
แรงม้าที่ใช้	1/3	แรงม้า (HP)
ความเร็วรองของมอเตอร์	1,440	รอบต่อนาที (RPM)

4.2.1.2 สายพานส่งกำลัง

ระบบสายพานส่งกำลังนี้จะใช้สายพานขนาด 31.5 เซนติเมตรจำนวน 2 เส้น



รูปที่ 4.1 สายพานส่งกำลังและมอเตอร์

4.2.2 การหารอบของเครื่อง

จากสูตร FOCMX = FOCSA x [AES/1000] **(2.1)**

เมื่อ FOCMX = **แรงตัดเฉือนสูงสุด**, (KN)

FOCSA = **แรงตัดจำเพาะพื้นที่หน้าตัด** / (Specific cutting force per cut area), (N/mm^2)

AES = **พื้นที่หน้าตัดของไม้ที่ถูกตัด** (Solid cross – sectional area), (mm^2)

เมื่อ

FOCMX = แรงตัดเฉือนสูงสุด = 170N/ mm^2 (จากตาราง ง.2 แส**ดงทฤษฎีเกี่ยวกับการตัด**)

AES = พื้นที่หน้าตัดของไม้ที่ถูกตัด = กว้าง x ยาว = 2 x13 mm

แรงดล = (แรง x เวลา)

แปลงหน่วยจะได้ $F\ (N/mm^2) \times \frac{\text{ปริมาตร } (m^3)}{\text{แรงดล } (N \times s)}$

เส้นผ่านศูนย์กลางของเหยื่อปลอม = 5cm

ปริมาตร = $\pi r^2 h$

แทนค่า $\pi\ 2.5^2 \times 10 = 196.42\ cm^3$

$$= \frac{170\ N/mm^2 \times 196{,}420\ mm^3}{170 \times 32 \times 60 \times 26}$$

$$= \frac{33{,}391{,}400}{8{,}486{,}400}$$

= 3.9347 mm/s

= 0.039347 m/s

จากสูตร ความเร็วขอบ (V) (ม./วินาที) = $\frac{\pi \times d\ (\text{มม.}) \times n\ (\text{รอบ/นาที})}{1{,}000 \times 60}$ **(2.2)**

เมื่อ v = ความเร็วขอบ (m/s)

n = ความเร็วรอบ (m/min,rpm)

d = เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)

จาก v = 0.02817m/s d = 5cm = 50mm

แทนค่า $$0.03935 = \frac{\frac{22}{7} \times 5 \times n}{1{,}000 \times 60}$$

$$n = \frac{0.03935 \times 1{,}000 \times 60 \times 7}{22 \times 5}$$

$$n = 150.25 \text{ rpm}$$

ดังนั้น จากการคำนวณ จำนวนรอบที่ได้เท่ากับ150.25 rpm นำไปหาอัตราทดรอบ

4.2.3 การคำนวณอัตราทด

จากสมการ (2.3) $D_p = m_w \times d_p$

$$m_w = \frac{D_p}{d_p}$$

$$V_w = \frac{V}{m_w}$$

จากความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้ V = 1,440 รอบต่อนาที

ให้ขนาดของล้อสายพานใหญ่ D_p = 17 เซนติเมตร

ให้ขนาดของล้อสายพานเล็ก d_p = 6 เซนติเมตร

แทนค่าลงในสมการ (2.3) $D_p = m_w \times d_p$

อัตราทดที่ 1 $$m_1 = \frac{17}{6}$$

เมื่อได้อัตราทดเท่ากับ 2.83

เพราะฉะนั้นจากสมการ (2.4) ความเร็วรอบที่ทดแล้ว $= \frac{V}{m_w}$

$$= \frac{1{,}440}{2.83}$$

$$= 508.83 \text{ (rpm)}$$

อัตราทดที่ 2

ให้ขนาดของล้อสายพานใหญ่ D_p = 17 **เซนติเมตร**

ให้ขนาดของล้อสายพานเล็ก d_p = 6 **เซนติเมตร**

$$m_1 = \frac{17}{6}$$

เมื่อได้อัตราทดเท่ากับ 2.83

เพราะฉะนั้นจากสมการ (2.4) **ความเร็วรอบที่ทดแล้ว** $= \frac{v}{m_w}$

$$= \frac{508.83}{2.83}$$

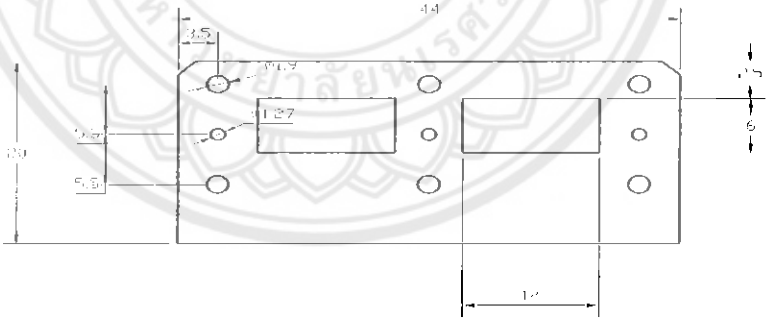
$$= 179.79 \text{ (rpm)}$$

ดังนั้น อัตราทดที่ต้องการสุดท้ายของเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมเท่ากับ 179.79 (rpm)

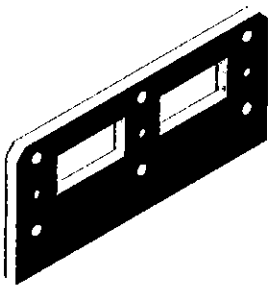
4.3 ดำเนินการประกอบและติดตั้งจัดสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

4.3.1 จัดสร้างโครงของเครื่อง

4.3.1.1 นำเหล็กหนา $^6/_8$ นิ้ว มาตัดและเจาะรูให้ได้ตามแบบจำนวน 2 **ชิ้นให้ได้ตามขนาดดังรูปก)**



ก)



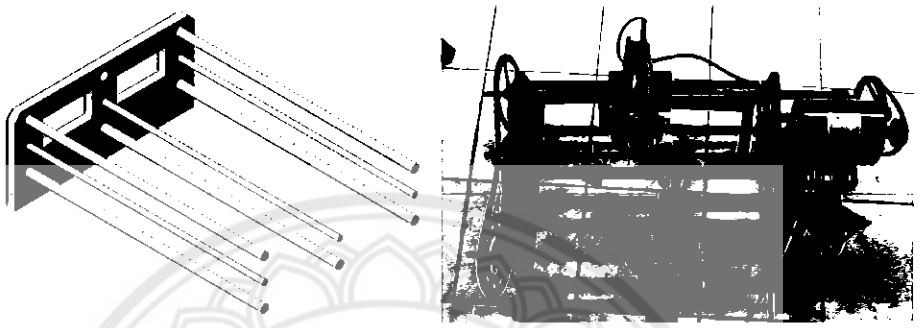
ข)

รูปที่ 4.2 ส่วนของโครงสร้างของเครื่อง

ก) แสดงโครงสร้างของแผ่นเหล็กที่นำมาตัด

ข) แสดงแผ่นเหล็กที่ได้

4.3.1.2 นำเหล็กเพลากลม $^{6}/_{8}$ นิ้ว ยาว 60 เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น มาเชื่อมติดกับฐาน



ก) ข)

รูปที่ 4.3 เหล็กเพลานำมาเชื่อมติดกับฐาน

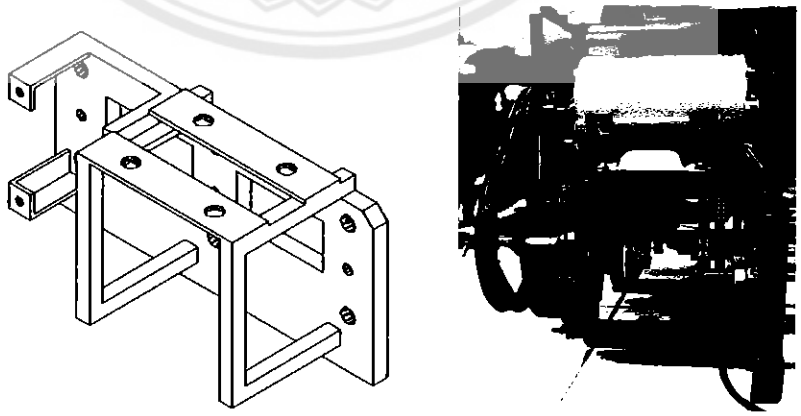
ก) นำเหล็กเพลากลมเชื่อมติดกับฐาน

ข) แสดงโครงสร้างเมื่อเชื่อมเสร็จ

4.3.2 สร้างระบบส่งกำลัง

4.3.2.1 ส่วนที่ 1 ฐานมอเตอร์ ทำจากเหล็กกล่องขนาด $^{1}/_{2}$ นิ้ว ดัดเป็นรูปตัว C จำนวน 2 ชิ้น นำมาเชื่อมติดกับฐาน แล้วนำเหล็กฉาก 2 นิ้ว มาเชื่อมติดด้านบนเป็นฐานมอเตอร์

4.3.2.2 ส่วนที่ 2 นำเหล็กฉาก 1 นิ้ว ยาว 9 เซนติเมตรมาเชื่อมติดกับฐานเพื่อยึดชุดทด



ก) ข)

รูปที่ 4.4 สร้างระบบส่งกำลัง

ก) แสดงโครงสร้างของฐานมอเตอร์

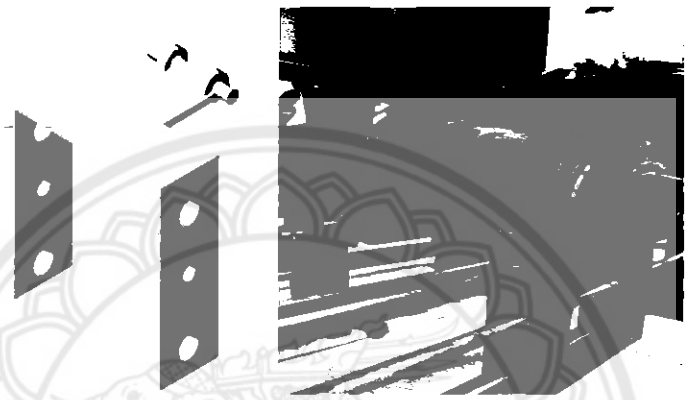
ข) แสดงการติดตั้งระบบส่งกำลังและฐานมอเตอร์

4.3.3 สร้างระบบตัดและขัด

4.3.3.1 นำเหล็กขนาด 5x14.5 เซนติเมตร หนา $^{6}/_{8}$ นิ้ว มาเจาะรูตรงกลาง ขนาด$^{4}/_{8}$ นิ้ว เพื่อนให้เคลื่อนที่ตามที่ต้องการ แล้วนำมาเชื่อมติดกับเหล็กแผ่นขนาด 5x10 เซนติเมตร นำไปเชื่อมติดกับเพลาจักรยานเพื่อให้เคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้

4.3.3.2 สร้างตัวจับยึดเครื่องเจียร

ก. ส่วนที่ 1 สร้างตัวจับยึดเครื่องเจียรจากเหล็กแผ่น$1\frac{1}{2}$ นิ้ว ดังรูป ก) และ รูป ข)



ก) ข)

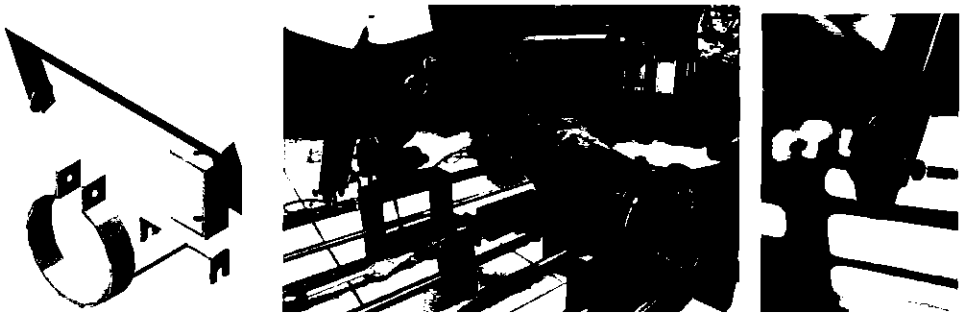
รูปที่ 4.5 โครงสร้างของตัวจับยึดเครื่องเจียร

ก) แสดงโครงสร้างตัวจับยึดเครื่องเจียร

ข) แสดงโครงสร้างของตัวจับยึดเครื่องเจียรเมื่อทำเสร็จ

ข. ส่วนที่ 2 สร้างแขนลอกแบบจากเหล็กกล่อง $^{1}/_{2}$ นิ้ว

นำเหล็กกล่องมาเชื่อมติดกับ Roller เพื่อให้เคลื่อนที่ตามแบบได้ สามารถปรับระดับขึ้นลงได้เพื่อให้มีขนาดของเหยื่อที่ออกมาได้ตามที่ต้องการดังรูป ก) และรูป ข)



ก) ข) ค)

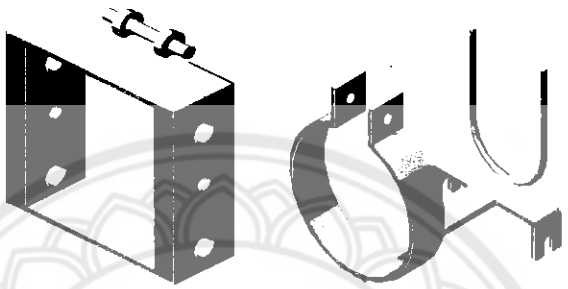
รูปที่ 4.6 ส่วนของแขนลอกแบบ

ก) แสดงโครงสร้างของตัวลอกแบบและตัวจับยึด

ข) แสดงส่วนของตัวลอกแบบของเครื่อง

ค) แสดงส่วนของ Roller

4.3.3.3 สร้างตัวจับยึดเครื่องขัดทำจากเหล็กขนาด 1 นิ้ว เชื่อมติดกับตัวล็อกรูปตัว U เพื่อให้เคลื่อนที่ไปมาตามแนวแกน



ก) ข)

ค)

รูปที่ 4.7 ตัวจับยึดเครื่องขัด

ก) แสดงโครงสร้างส่วนของตัวเลื่อนของตัวจับยึด

ข) แสดงโครงสร้างส่วนของตัวจับยึด

ค) แสดงส่วนของตัวจัดยึดของเครื่อง

4.3.3.4 สร้างตัวจับยึดแบบเหยื่อ

ใช้แผ่นเหล็กขนาด กว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร หนา 2 เซนติเมตร จำนวนสองชิ้น เจาะรูสามรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.27 เซนติเมตร และ1.9 เซนติเมตร สองรู

ก. ส่วนจับยึดไม้ที่ขึ้นรูป

เหล็กด้านหนึ่งจะมีลักษณะเป็นสามง่ามเพื่อให้เกาะไม้ที่จะขึ้นรูปได้ โดยสามง่ามนี้จะหมุนไปตามแรงของอัตราทดของมอเตอร์ดัง รูปก) เหล็กอีกด้านออกแบบให้เป็นเหล็กแหลม สามารถแทงเข้าไปแล้วขันน็อตให้แน่นแทงลงไปเนื้อไม้ได้และหมุนได้อิสระ ดังรูป ข)

ก ข)

ค)

รูปที่ 4.8 ส่วนจับยึดไม้ที่ขึ้นรูป

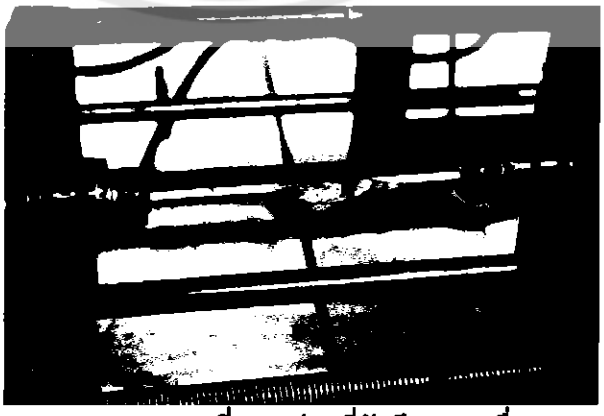
ก) แสดงลักษณะของเหล็กสามง่าม

ข) แสดงลักษณะของเหล็กที่แทงลงไปในเนื้อไม้

ค) แสดงลักษณะของส่วนที่จับไม้ของเครื่องที่ทำ

ข. ส่วนจับยึดแบบของเหยื่อ

ใช้หลักการจับของหัวสว่านจับยึดเหล็กแกนที่เสียบแบบเหยื่อไว้ให้หมุนไปตามแรงของมอเตอร์ที่ทดแล้ว ดังรูปที่ 4.9 แกนเหล็กสามารถขันออกมาเปลี่ยนแบบเหยื่อที่ทำได้



รูปที่ 4.9 ส่วนที่จับยึดของเหยื่อ

4.3.4 สร้างระบบทดรอบของแบบและการเคลื่อนที่ของใบมีด

นำสเตอร์จักรยานใหญ่มาใส่เข้ากับเหล็กเกลียวเมตรใช้น็อตขันให้แน่นแล้วนำไปใส่เข้ากับรูที่ฐานนำสเตอร์จักรยานเล็กมาใส่เข้ากับเหล็กเกลียวเมตรใช้น็อตขันให้แน่นแล้วนำไปใส่เข้ากับรูที่ฐาน ใส่โซ่เข้ากับสเตอร์ทั้ง 3 ชิ้น ดังรูป 4.10

รูปที่ 4.10 แสดงการสร้างระบบทดรอบของเครื่องขึ้นรูปไม้

4.4 การทดสอบเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับเหยื่อปลอม

4.4.1 ทำการทดสอบและประเมินผลครั้งที่ 1

เมื่อทดสอบเครื่องพบว่าเหยื่อมีลักษณะหยาบเพราะว่าการเคลื่อนที่ของใบมีดเร็วกว่าการหมุนของแบบมากทำให้การตัดยังไม่ครบรอบพอดีซึ่งทำให้เหยื่อมีลักษณะหยาบไม่ละเอียดข้างต้นปรับปรุงโดยให้อัตราทดของการเคลื่อนที่ของไปมีดมีอัตราทดที่มากขึ้น ทำให้การเคลื่อนที่ช้าลง

4.4.2 ทำการทดสอบและประเมินผลครั้งที่ 2

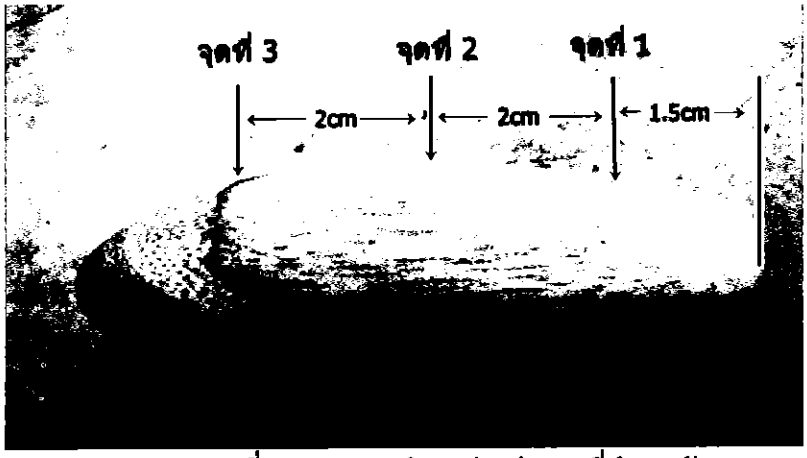
เหยื่อปลอมที่ออกมามีลักษณะตัวเหยื่อมีผิวเป็นขั้นบันได ไม่เรียบปรับปรุงโดยเพิ่มชุดขัดหัวทรายในการทำงาน

4.4.3 ทำการทดสอบและประเมินผลครั้งที่ 3

เหยื่อปลอมที่ได้ออกมาเรียบเนียนเป็นที่น่าพึงพอใจ

4.5 ทดสอบและประเมินผลเชิงสถิติ

จากการสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมมีวิธีการทดสอบความใกล้เคียงของชิ้นงานที่ได้มาวัดเส้นผ่านศูนย์กลางด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ใน จุดที่ 1 จุดที่ 2 และ จุดที่ 3 ดังรูป 4.11 ชิ้นงานจากเครื่องแบบเก่าและเครื่องแบบเดิมอย่างละ 5 ชิ้น ดังแสดงในตาราง 4.1



รูปที่ 4.11 แสดงตำแหน่งแต่ละจุดที่ทำการวัด

ตารางที่ 4.1 แสดงการทดสอบของเหยื่อที่ได้

ชิ้นที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3	
	เครื่องขึ้นรูปไม้Ø(mm)	เครื่องแบบเดิม Ø(mm)	เครื่องขึ้นรูปไม้ Ø(mm)	เครื่องแบบเดิม Ø(mm)	เครื่องขึ้นรูปไม้Ø(mm)	เครื่องแบบเดิม Ø(mm)
1	18.7	18.1	22.7	21.4	16	16
2	19.8	18.9	23.1	22.2	16	14
3	19.2	18.6	23	21.8	16.3	14.2
4	19.7	18.8	23.3	22.3	16.4	15.8
5	18.8	19.2	22.7	23.3	16.6	14
$\bar{x}$	19.24	18.72	22.96	22.24	16.26	14.8
s	0.503	0.409	0.26	0.723	0.261	1.01

4.5.1 การหาค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ดังตาราง 4.1 มาคำนวณเพื่อให้ข้อมูลเกิดความน่าเชื่อถือดังสมการ (2.5) กานต์ (2549) เพื่อทดสอบความเหมาะสมของจำนวนข้อมูลที่ทำการทดสอบโดย ถ้า n มีค่าน้อยกว่า n' หมายความว่าข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ ถ้า n มีค่ามากกว่า n' หมายความว่าข้อมูลไม่มีความน่าเชื่อถือ

จากสมการ (2.5)

$$n = \left(\frac{K}{S}\frac{\sqrt{n'\sum x_i^2-(\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right)^2$$

โดยที่ K = ตัวประกอบของความเชื่อมั่น

S = ความคลาดเคลื่อน

n = จำนวนที่ต้องวัดขนาด

n' = จำนวนที่วัดขนาดตัวอย่าง

ดังนั้น ในความเชื่อมั่นที่ 95% ความคลาดเคลื่อน 5% ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นที่นิยมใช้ ที่ความเชื่อมั่น 95% ตัวประกอบความเชื่อมั่นจะเท่ากับ K = 2 ที่ความคลาดเคลื่อน 5% จะได้ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ

$$S = \frac{5}{100} = 0.05$$

4.5.1.1 การคำนวณหาค่าnของเครื่องขึ้นรูปไม้

$K = 2$ $S = 0.05$

$n' = 5$ $\sum X = 96.2$

$\sum x^2 = 1851.9$ $(\sum x)^2 = 9254.44$

จากสมการที่ (2.5) แทนค่า

$$n = \left(\frac{2}{0.05}\frac{\sqrt{5(1851.9) - 9254.44}}{96.2}\right)^2$$

$$= \left(40\frac{\sqrt{5.06}}{96.2}\right)^2$$

$$= \left(40\frac{2.249}{96.2}\right)^2$$

$$= (0.935)^2$$

$$= 0.874 \approx 1$$

จากการคำนวณดังสมการ (2.5) ได้ n=1 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า n' ดังนั้นข้อมูลที่นำมาทดสอบมีความน่าเชื่อถือ

4.5.1.2 การคำนวณหาค่า n ของเครื่องแบบเดิม

K=2 S = 0.05

n'=5 $\sum X = 93.6$

$\sum x^2 = 1752.86$ $(\sum x)^2 = 8760.96$

จากสมการที่ (2.5) แทนค่า

$$n = \left(\frac{2}{0.05}\frac{\sqrt{5(1752.86) - 8760.96}}{93.6}\right)^2$$

$$= \left(40\frac{\sqrt{3.34}}{93.6}\right)^2$$

$$= \left(40\frac{1.828}{93.6}\right)^2$$

$$= (0.781)^2$$

$$= 0.61$$

$$\approx 1$$

จากการคำนวณดังสมการ (2.5) ได้ n=1 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า n' ดังนั้นข้อมูลที่นำมาทดสอบมีความน่าเชื่อถือ

4.5.2 การทดสอบสมมติฐาน

เพื่อทดสอบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องขึ้นรูปไม้และแบบเดิมมีความแตกต่างจากขนาดของชิ้นงานต้นแบบหรือไม่ โดยตำแหน่งการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางมีทั้งหมด 3 จุดดังผลในตาราง 4.1 โดย t-test ในการทดสอบซึ่งได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.2

4.5.2.1 การทดสอบสมมติฐาน จุดที่ 1

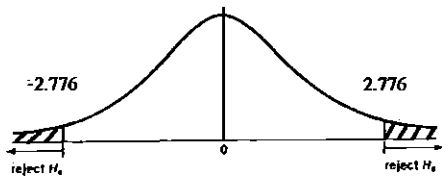
จากต้นแบบ จุดที่ 1 มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 18.8 มิลลิเมตร

ก. เครื่องขึ้นรูปไม้

$\bar{X}$ =19.24 S = 0.503

1. H_0 $\mu = 18.8$
2. H_1 $\mu \neq 18.8$
3. $\alpha = 0.05$
4. $t = \dfrac{\bar{\bar{X}} - \mu}{s/\sqrt{n}}$,v = n-1

5.



$-t_{0.025\,,\,4} = -2.776$ $t_{0.025\,,\,4} = 2.776$

6. $$t = \frac{19.24 - 18.8}{0.503/\sqrt{5}}$$

$$= \frac{0.44}{0.225}$$
$$= 1.956$$

7. $t_{คำนวณ}$ ตกอยู่นอกเขตวิกฤต ยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1
ดังนั้น ชิ้นงานที่ได้มีค่าเฉลี่ยของจุดที่ 1 มีค่าเท่ากับ 18.8 มิลลิเมตร ที่ระดับ**นัยสำคัญ** 0.05

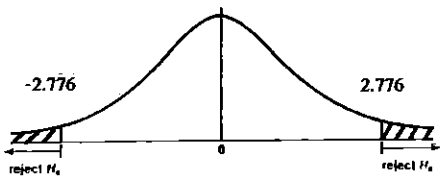
ข. เครื่องแบบเดิม

$\overline{X} = 18.72$ $S = 0.409$

1. H_0 $\mu = 18.8$
2. H_1 $\mu \neq 18.8$
3. $\alpha = 0.05$

4. $$t = \frac{\overline{X} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$,$v = n-1$

5.



$-t_{0.025\,,\,4} = -2.776$ $t_{0.025\,,\,4} = 2.776$

6. $$t = \frac{18.72 - 18.8}{0.409/\sqrt{5}}$$
$$= \frac{-0.08}{0.1828}$$
$$= -0.43$$

7. $t_{คำนวณ}$ ตกอยู่นอกเขตวิกฤต ยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1
ดังนั้น ชิ้นงานที่ได้มีค่าเฉลี่ยของจุดที่ 1 มีค่าเท่ากับ 18.8 มิลลิเมตร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบ t-test

ชนิดเครื่อง	จุดที่ 1 (mm)	จุดที่ 2 (mm)	จุดที่ 3 (mm)
เครื่องขึ้นรูปไม้	ยอมรับ H_0	ยอมรับ H_0	ยอมรับ H_0
แบบเดิม	ยอมรับ H_0	ยอมรับ H_0	ยอมรับ H_1

ดังนั้น จากการทดลองพบว่าจุดที่ 3 ของเครื่องแบบเดิมมีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยไม่เท่ากับต้นแบบ

4.5.3 ทำการเปรียบเทียบเหยื่อกบเทียบจากเหยื่อแบบเดิม

รูปที่ 4.12 ทำการวัดเปรียบเทียบเหยื่อปลอมที่เป็นกบ

ตารางที่ 4.3 แสดงการทดสอบของเหยื่อกบที่ได้

ขนาดของต้นแบบ(mm)	18	20.5	26.5
ชิ้นที่	จุดที่ 1(mm)	จุดที่ 2(mm)	จุดที่ 3(mm)
1	17.7	20.2	26
2	18.2	21	26.7
3	19	21.5	28.2
4	19.4	22.2	28.4
5	17.9	20.2	26.5
$\bar{x}$	18.44	21.02	27.16
s	0.73	0.86	1.07
t	1.34	1.34	1.37
ผลการทดสอบ t-test	ยอมรับ H_0	ยอมรับ H_0	ยอมรับ H_0

4.6 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

4.6.1 การคำนวณค่าใช้จ่ายในการผลิต

4.6.1.1 การคำนวณต้นทุนการสร้างเครื่อง

ตารางที่ 4.4 ค่าใช้จ่ายในการผลิต

ลำดับ	รายการ	ราคา (บาท)
1	เครื่องเจียร	1,700
2	เครื่องเจียรคอยาว	1,500
3	มอเตอร์	1,450
4	เกลียวเมตร 3 หุน	225
5	เหล็กโครง	800
6	เหล็กเพลากลม 6 หุน	350
7	เหล็กเพลากลม 4 หุน	40
8	เพลาจักรยาน	20
9	สเตอร์จักรยานใหญ่	30

ตาราง 4.4 (ต่อ) ค่าใช้จ่ายในการผลิต

ลำดับ	รายการ	ราคา (บาท)
10	สเตอร์จักรยานเล็ก	20
11	ตลับลูกปืนยันศูนย์	70
12	ตลับลูกปืนหัวสว่านยึดแบบ	300
13	โซ่	120
14	ชุดทดเครื่องซักผ้า	100
15	สายพาน	100
16	ล้อลอกแบบ(Roller)	50
17	เหล็กสี่เหลี่ยมเล็ก	35
18	เหล็กสี่เหลี่ยมเล็ก	35
19	ใบเลื่อย	120
20	น๊อตตัวเมีย	54
21	เหล็กแผ่น 2 นิ้ว	40
22	เหล็กแกนใส่แบบ	20
23	เสาเหล็กยึดแบบ	60
24	หัวจับดอกสว่าน	300
25	ค่าแรงงาน	500
26	ค่าโสหุ้ย	500
	รวม	8,539

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม เท่ากับ 8,539 บาท

4.6.1.2 การคำนวณหากำลังผลิต

1 ชิ้นใช้เวลาทั้งหมด 32 นาที และ 1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง

1 วันจะได้ทั้งหมด $\frac{8 \times 60}{32} = 15$ ชิ้น

ดังนั้น กำลังการผลิตของเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมมีค่าเท่ากับ 15 ชิ้น

4.6.1.3 การคำนวณค่าซ่อมบำรุงรักษา

ค่าบำรุงรักษา (Donnell R. Hunt, 1976. Page79, table 2.5)

8% ของราคาซื้อ /100 ชั่วโมงการทำงาน

จะได้ $\frac{8{,}539 \times 0.08 \times 8}{100} = 54.65$ บาท/วัน

ดังนั้น จะได้ค่าซ่อมบำรุงรักษาของเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมเท่ากับ 54.65 บาท/วัน

4.6.1.4 การคำนวณค่าไม้

ค่าไม้ 2.5 เมตร ราคา 45 บาท

1 เซนติเมตร คิดเป็นราคา $\frac{45}{250}$ = 0.18 บาท

ชิ้นงานมีความยาว 10 เซนติเมตร ราคา 1.8 บาท

คิดเป็น 1.8 × 15 = 27 บาท/วัน

ดังนั้น ค่าไม้ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 27 บาท/วัน

4.6.1.5 การคำนวณค่าไฟฟ้า

จำนวนวัตต์และชั่วโมงการทำงานใน1วัน มีดังนี้

มอเตอร์ 250 วัตต์ มีการทำงานทั้งหมด 8 ชั่วโมง

เครื่องเจียร 710 วัตต์ มีการทำงานทั้งหมด 4 ชั่วโมง

เครื่องเจียรคอยาว 260 วัตต์ มีการทำงานทั้งหมด 4 ชั่วโมง

จากสูตร $\frac{\text{วัตต์} \times \text{ชม.การทำงาน}}{1,000}$ = จำนวนหน่วย

จะได้ มอเตอร์ $\frac{250 \times 8}{1,000}$ = 2 หน่วย

เครื่องเจียร $\frac{710 \times 4}{1,000}$ = 2.8 4 หน่วย

เครื่องเจียรคอยาว $\frac{260 \times 4}{1,000}$ = 1.04 หน่วย

รวมทั้งหมดจะได้จำนวนวัตต์และชั่วโมงการทำงาน 5.88 หน่วย/ วัน

เพราะฉะนั้น คิด 1 เดือน จะได้ 5.88 × 30= 176.4 หน่วย

หน่วยที่ 1-35 หน่วย ค่าไฟฟ้า 3 5 หน่วยแรก = 85.21 บาท

หน่วยที่ 36-150 หน่วย ค่าไฟฟ้า 115 × 1.1236 = 129.21 บาท

หน่วยที่ 151-251 หน่วย เกิน 26.4 หน่วย ค่าไฟฟ้า 26.4 × 2.1329 = 56.31 บาท

รวมหน่วยที่คิดทั้งหมดเท่ากับ 270.73 บาท

คิดค่าFt จะได้ 176.4 × 5.45 สตางค์ = 9.61บาท

รวมทั้งหมดจะได้ 280.34 บาท

ภาษีมูลค่าเพิ่ม7% คิดเป็น 280.34 × 0.07 = 19.52 บาท

รวมค่าไฟ 280.34 + 19.52 = 299.96 บาท

≈ 300 บาท/เดือน

เพราะฉะนั้น ค่าไฟวันละ10 บาท/วัน

4.6.1.6 การคำนวณดอกเบี้ยของเครื่องจักร

ดอกเบี้ยเครื่องจักรกำหนดให้ 12% ต่อปี

จะได้ 8,539 x 0.12 = 1,024.68 บาท

รวมค่าเครื่องจักร 8,539 + 1,024 = 9,563.68 บาท

ดังนั้น ค่าเครื่องทั้งหมดเท่ากับ 9,563.68 บาท

4.6.2 การคำนวณหาระยะคืนทุนและอัตราผลตอบแทนภายใน

$$ROI = \frac{\text{ต้นทุน}}{\text{กำไร}}$$

กำหนดให้ ราคาขายเหยื่อปลอมกำหนดให้ชิ้นละ 20 บาท/ชิ้น

ค่าแรง 163 บาท/วัน

$$\text{คิดค่าROI} = \frac{9,563.68}{300 - (163 + 27 + 10 + 54.65)}$$

$$= \frac{9,563.68}{300 - 254.65}$$

$$= \frac{9,563.68}{45.35}$$

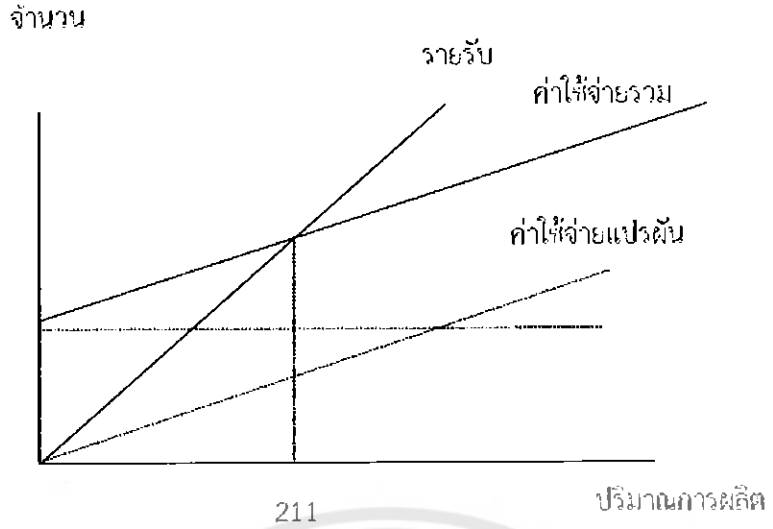
$$= 210.89$$

$$\approx 211 \text{วัน}$$

คิด IRR = [(3 x 365) -211] x 45.35

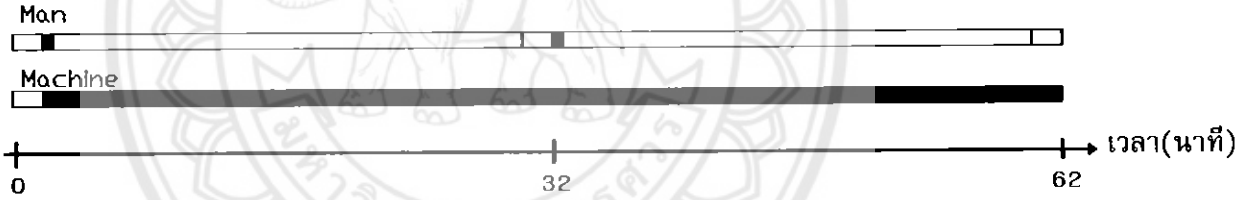
= 40,089.4 บาท

ดังนั้น ระยะคืนทุน (ROI) เท่ากับ 211 วัน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 40,089.4 บาท



รูปที่ 4.13 แสดงระยะคืนทุน(ROI)ของเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

4.6.3 จากการทำงานพบว่า การทำงานของคนงาน 1 คนต่อเครื่อง 1 เครื่อง เกิดการว่างของคน 58 นาที คิดเป็นร้อยละ 58/62 x 100 = 93.55 ดังรูป 5.1



รูปที่ 4.14 แสดงการทำงานของคนทำงาน 1 คนต่อเครื่อง 1 เครื่อง

จากการว่างงานร้อยละ 93.55 จึงมีข้อเสนอแนะในการเพิ่มเครื่องจักรโดยสมมติว่าไม่คิดถึงความต้องการของลูกค้า ถ้าเพิ่มจำนวนเครื่องเป็น 4 เครื่องต่อคนงาน 1 คน จะทำให้เกิดเวลาการว่างงาน 36 นาที คิดเป็นร้อยละ $\frac{46}{62} \times 100 = 74.19$

รูปที่ 4.15 แสดงการทำงานของคนทำงาน 1 คนต่อเครื่อง 4 เครื่อง

รูปที่ 4.16 แสดงเวลาของการทำงาน

4.6.3 การคำนวณ 4 เครื่องจักรต่อ 1 คนงาน

4.6.3.1 การคำนวณหากำลังผลิต

1 ชิ้นใช้เวลาทั้งหมด 32 นาที และ 1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง

1 วันจะได้ทั้งหมด $\frac{8 \times 60}{32} = 15$ ชิ้น/เครื่อง

4 เครื่องจะได้ทั้งหมด $15 \times 4 = 60$ ชิ้น/วัน

ดังนั้น กำลังการผลิตของเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมมีค่าเท่ากับ 60 ชิ้น/วัน

4.6.3.2 การคำนวณค่าซ่อมบำรุงรักษา

ค่าบำรุงรักษา (Donnell R. Hunt, 1976. Page79, table 2.5)

8% ของราคาซื้อ /100 ชั่วโมงการทำงาน

จะได้ $\frac{8{,}539 \times 0.08 \times 8}{100} = 54.65$ บาท/วัน/1เครื่องจักร

เครื่องจักรมีทั้งหมด 4 เครื่องจะได้ค่าซ่อมบำรุงทั้งหมด $54.65 \times 4 = 218.6$ บาท/วัน

ดังนั้น จะได้ค่าซ่อมบำรุงรักษาของเครื่องขึ้นรูปไม้ 4 เครื่องสำหรับทำเหยื่อปลอมเท่ากับ 218.6 บาท/วัน

4.6.3.3 การคำนวณค่าไม้

ค่าไม้ 2.5 เมตร ราคา 45 บาท

1 เซนติเมตร คิดเป็นราคา $\frac{45}{250} = 0.18$ บาท

ชิ้นงานมีความยาว 10 เซนติเมตร ราคา 1.8 บาท

คิดเป็น $1.8 \times 60 = 108$ บาท/วัน

ดังนั้น ค่าไม้ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 108 บาท/วัน

4.6.3.4 การคำนวณค่าไฟฟ้า

จำนวนวัตต์และชั่วโมงการทำงานใน1วัน มีดังนี้

มอเตอร์ 250 วัตต์ มีการทำงานทั้งหมด 8 ชั่วโมง

เครื่องเจียร 710 วัตต์ มีการทำงานทั้งหมด 4 ชั่วโมง

เครื่องเจียรคอยาว 260 วัตต์ มีการทำงานทั้งหมด 4 ชั่วโมง

จากสูตร $\frac{\text{วัตต์} \times \text{ช ม.การทำงาน} \times \text{จำนวนเครื่องจักร}}{1,000}$ = จำนวนหน่วย

จะได้ มอเตอร์ $\frac{250 \times 8 \times 4}{1,000}$ = 8 หน่วย

เครื่องเจียร $\frac{710 \times 4 \times 4}{1,000}$ = 11.36 หน่วย

เครื่องเจียรคอยาว $\frac{260 \times 4 \times 4}{1,000}$ = 4.16 หน่วย

รวมทั้งหมดจะได้จำนวนวัตต์และชั่วโมงการทำงาน 23.52 หน่วย/วัน

เพราะฉะนั้น คิด 1 เดือน จะได้ 23.52 x 30 = 705.6 หน่วย

หน่วยที่ 1-35 หน่วย ค่าไฟฟ้า 35 หน่วยแรก = 85.21 บาท

หน่วยที่ 36-150 หน่วย ค่าไฟฟ้า 115 x 1.1236 = 129.21 บาท

หน่วยที่ 151- 400 หน่วย ค่าไฟฟ้า 250 x 2.1329 = 533.23 บาท

หน่วยที่ 400 ขึ้นไป เกิน 305.6 หน่วย ค่าไฟฟ้า 305.6 x 2.4226 = 740.35 บาท

รวมหน่วยที่คิดทั้งหมดเท่ากับ 1,488 บาท

คิดค่าFt จะได้ 705.6 x 5.45 สตางค์ = 3,845.52 สตางค์

= 38.46 บาท

รวมทั้งหมดจะได้ 1,488 + 38.46 = 1,526.46 บาท

ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% คิดเป็น 1,526.46 x 0.07 = 106.85 บาท

รวมค่าไฟ 1,526.46 + 106.85 = 1,633.31 บาท

≈ 1,633.31 บาท/เดือน

เพราะฉะนั้น ค่าไฟวันละ 54.44 บาท/วัน

4.6.3.5 การคำนวณดอกเบี้ยของเครื่องจักร

ดอกเบี้ยเครื่องจักรกำหนดให้ 12% ต่อปี

ค่าเครื่องจักร 8,539 x 4=34,156บาท

จะได้ 34,156 x 0.12 = 4,098.72 บาท

รวมค่าเครื่องจักร 34,156 + 4,098.72 = 38,254.72 บาท

ดังนั้น ค่าเครื่องทั้งหมดเท่ากับ 38,254.72 บาท

4.6.4 การคำนวณหาระยะคืนทุนและอัตราผลตอบแทนภายใน

กำหนดให้ ราคาขายเหยื่อปลอมกำหนดให้ชิ้นละ 20 บาท/ชิ้น

ค่าแรง 163 บาท/วัน

$$\text{คิดค่า ROI} = \frac{38{,}254.72}{(60 \times 20) - (163 + 108 + 54.44 + 218.6)}$$

$$= \frac{38{,}254.72}{1{,}200 - 544.04}$$

$$= \frac{38{,}254.72}{655.96}$$

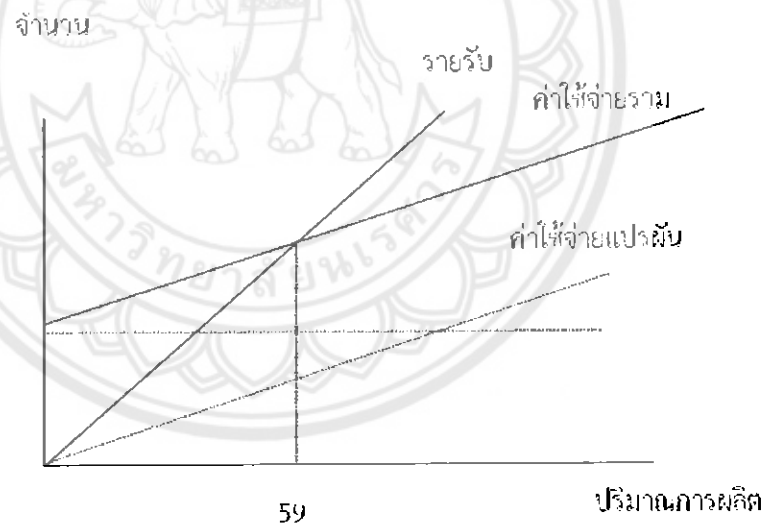
$$= 58.32 \text{ วัน}$$

$$\approx 59 \text{ วัน}$$

$$\text{คิดค่า IRR} = [\,(3 \times 365) - 59\,] \times 655.96$$

$$= 679{,}574.56 \text{ บาท}$$

ดังนั้น ระยะคืนทุน (ROI) เท่ากับ 54 วัน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 679,574.56 บาท



รูปที่ 4.17 แสดงระยะคืนทุน(ROI) 4 เครื่องของเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 จากการสร้างเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอมขึ้นมาแล้วทำการทดสอบเครื่อง สามารถขึ้นรูปเหยื่อได้ตามที่ต้องการ มีลักษณะเหมือนกับต้นแบบ โดย 1 วันทำได้ 15 ชิ้นระยะคืนทุน (ROI) เท่ากับ 211 วัน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 40,089.4 บาท จากการทดลองการขึ้นรูปพบว่ามีการว่างงานของคนร้อยละ 93.55 จึงได้ทำการเพิ่มเครื่องจักรจาก1คนต่อ1เครื่องจักรเป็น 1 คนต่อ 4 เครื่องจักร ทำให้การว่างงานลดลงเป็นร้อยละ 74.19 และยังทำให้ระยะเวลาการคืนทุนลดลงเป็น 59 วัน

5.1.2 ขึ้นรูปแบบได้เหมือนกับต้นแบบที่กำหนดไว้ และยังสามารถขึ้นรูปแบบอื่นๆ ได้ตามที่ต้องการ เพื่อนำไปใช้จริงได้ หรือขายเพื่อต้องการกำไร

5.1.3 จากการทดลองวัดชิ้นงานพบว่ามีขนาดเฉลี่ยใกล้เคียงกับต้นแบบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ขี้เลื่อยที่ได้จากการตัดไม้ถ้าตัดในปริมาณมากจะทำให้เกิดขี้เลื่อยในปริมาณที่มากดังนั้นการแก้ไขสามารถนำไปใส่ต้นไม้เป็นปุ๋ยหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นได้ เช่น ทำเฟอร์นิเจอร์ เพาะเห็ดฟาง เป็นต้น

5.2.2 อาจจะมีการประยุกต์ใช้กับการทำงานไม้แบบอื่นได้ เช่น ลูกกรง งานไม้ต่างๆ เป็นต้น

5.2.3 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเครื่องขึ้นรูปไม้

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบเครื่องแบบใหม่และเครื่องแบบเดิม

เครื่องแบบเดิม		**เครื่องแบบใหม่**	
ข้อดี	**ข้อเสีย**	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**
1.ขึ้นรูปได้รวดเร็วใช้เวลาน้อย	1.การทำงานใช้ความชำนาญของผู้ใช้เครื่อง	1.ขึ้นรูปเหลือได้ทรงรูปแบบที่หลายหลายรูปทรงที่ไม่จำกัด	1.เสียเวลาขึ้นรูปเหยื่อมากเพราะใช้เวลาขึ้นรูปนาน
2.ราคาถูก	2.ขึ้นรูปเหยื่อปลาปลอมได้รูปทรงสมมาตรและจำกัด	2.ไม่ต้องใช้ความชำนาญของคนงาน	2.เครื่องมีราคาแพง
	3.ขนาดของเหยื่อที่ได้มีขนาดไม่เท่ากันใกล้เคียงกันเท่าที่ควร	3.คนงานมีเวลาว่างงานระหว่างทำงาน จึงทำให้สามารถควบคุมได้ทีละหลายๆเครื่อง	
		4.เหลือที่ได้มีลักษณะใกล้เคียงกับต้นแบบ	

เอกสารอ้างอิง

กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง. (2552). **เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (Engineering economics).** ภาควิชาวิศวกรรม
อุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ทศพล อินไข. (2535). ฤทธิพงศ์ ถึงมี. **การออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดและตัดผักตบชวาตากแห้ง.** เพื่อใช้ในงานหัตถกรรมจักสาน.ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตภาควิชาอุตสาหการ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2550.

วริทธ์ อึ้งภากรณ์. (2538). **การออกแบบเครื่องจักรกลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น. ปริญญานิพนธ์** วิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตภาควิชาอุตสาหการคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2550.

อนงค์ ที่สงัด. (2537). **วัสดุช่าง.** พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพฯ: โอเอส พริ้นติ้งเฮ้าส์ฯ.

ดุสิต สูรย์ราช. (2538). **การเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า.** สืบค้นเมื่อ15 มีนาคม 2554, จาก
http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning/e-sara03.htm

TONY ATKINS.(1988). **The science and engineering of cutting" Department of** Engineering. University of Reading.

รศ.วุฒิชัย กปิลกาญจน์. (2548). **กลไกพลศาสตร์ของเครื่องจักรกล. พิมพ์ครั้งที่3.กรุงเทพฯ:** ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอช-เอน การพิมพ์.

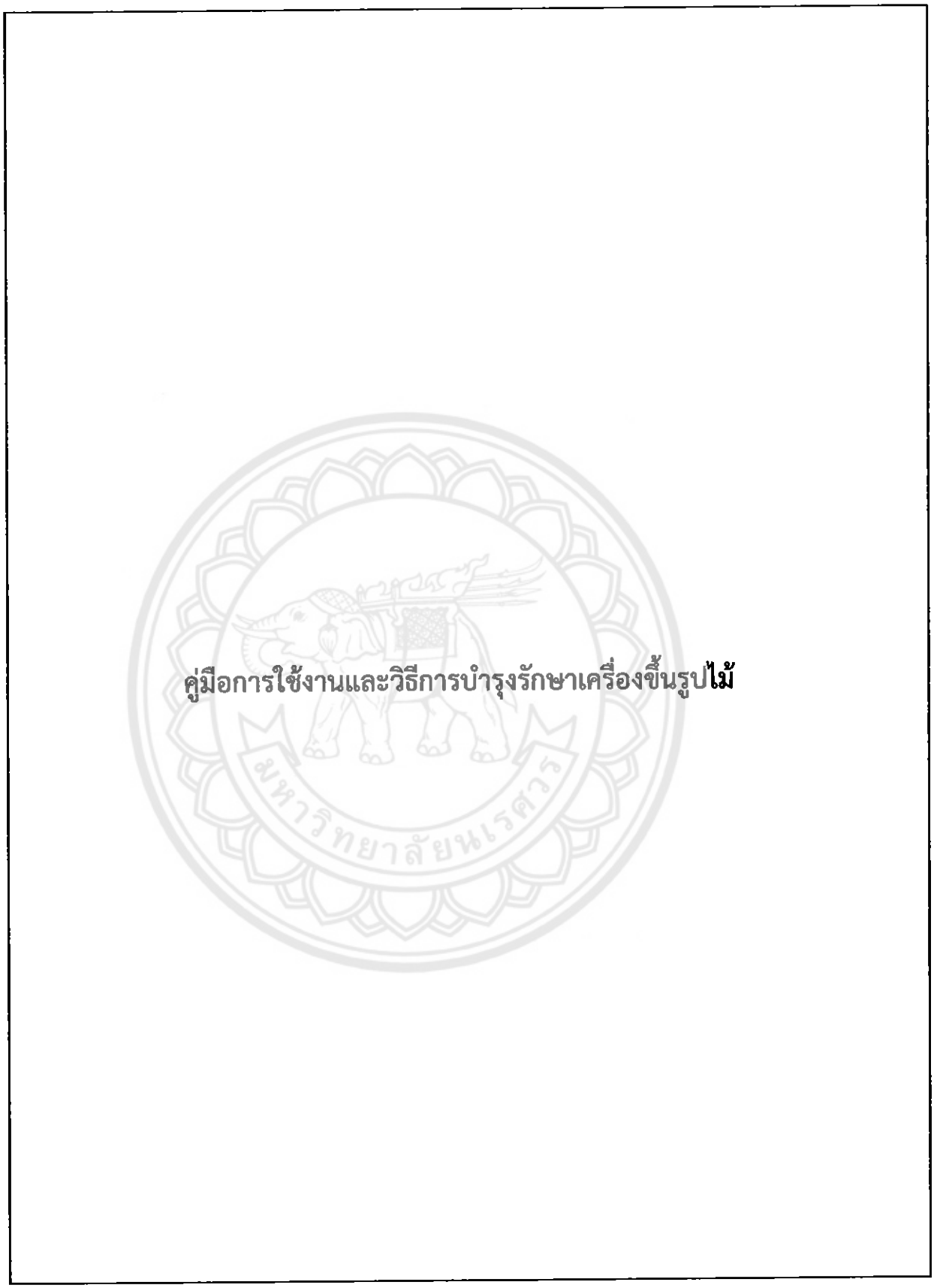
สาคร คันธโชติ.(2529). **การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ(Metal design).** ภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์
คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปกร. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้งเฮ้าส์ฯ.

Donnell R. Hunt. (1976). **Engineering model for agricultural production.**
The Avipuplish company inc: United States of America.

Mr. Michael Lerner(December 9 2008). **International Game Association : IGFA .** Retrieved
June 20, 2011, from http://www.semrush.com/info/history/index.html?do

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องขึ้นรูปไม้

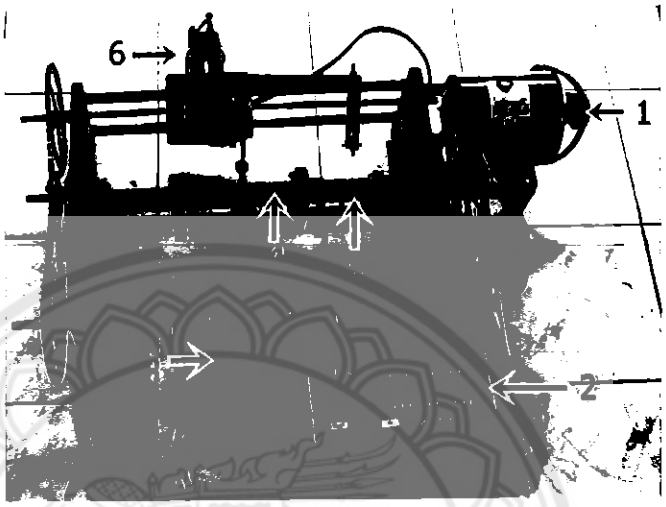


รูปที่ ก.1 คู่มือการใช้งานและวิธีการบำรุงรักษาเครื่องขึ้นรูปไม้

1

คู่มือการใช้งานและวิธีการบำรุงรักษาเครื่องขึ้นรูปไม้

1.ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องขึ้นรูปไม้



ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องขึ้นรูปไม้

1.1 ส่วนของมอเตอร์

1.2 ส่วนของกล่องควบคุมเครื่องขึ้นรูปไม้

1.3 ส่วนของแบบ

1.4 ส่วนของชิ้นงาน

1.5 ส่วนของระบบขัด

1.6 ส่วนของระบบขึ้นรูป

2. ลักษณะสำคัญของเครื่องขึ้นรูปไม้

ลักษณะการใช้งาน	ใช้ขึ้นรูปไม้
ขนาดของเหยื่อที่ขึ้นรูปได้	ความยาวไม่เกิน 15 เซนติเมตร

รูปที่ ก.1 (ต่อ) คู่มือการใช้งานและวิธีการบำรุงรักษาเครื่องขึ้นรูปไม้

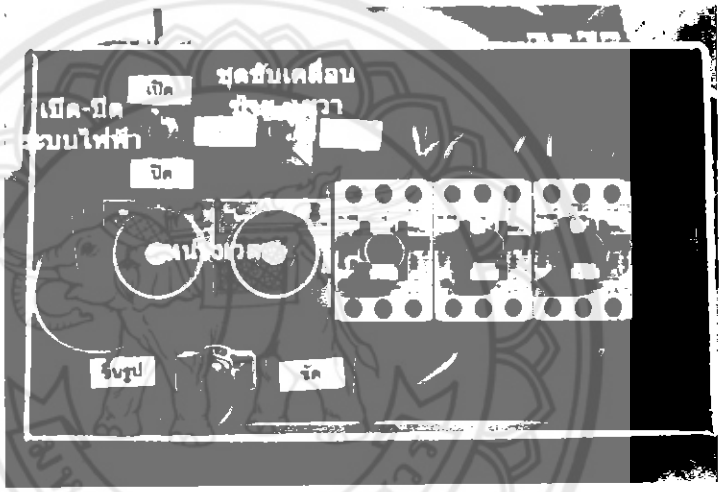
3.ข้อปฏิบัติก่อนการใช้เครื่องขึ้นรูปไม้

3.1 ตรวจสอบความแน่นของชิ้นส่วนต่างๆ และขันน็อตให้แน่น

3.2 ทดสอบการหมุนของชุดทดต่างๆ

4. วิธีการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องขึ้นรูปไม้

ลักษณะการใช้งานกล่องควบคุม



รูปกล่องควบคุม

4.1 วิธีการใช้งาน

4.1.1 นำแบบที่ต้องการมาใส่เข้ากับแกนแบบ แล้วนำไปใส่เขากับชุดจับยึดแบบดังรูปที่ 1

รูปที่1 แสดงการใส่แบบกับชุดจับยึด

รูปที่ ก.1 (ต่อ) คู่มือการใช้งานและวิธีการบำรุงรักษาเครื่องขึ้นรูปไม้

4.1.2 ตัดไม้ให้มีขนาดยาวกว่าแบบที่ต้องการ 5 เซนติเมตร แล้วนำมาเจาะรูทั้ง 2 ข้าง

4.1.3 นำไม้ที่ได้มาใส่เข้ากับชุดจับยึดแบบดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 แสดงการใส่ชิ้นงาน

4.1.4 เสียบปลั๊กไฟของชุดขึ้นรูปและชุดขัดเข้ากับกล่องควบคุม แล้วเสียบปลั๊กกล่องควบคุม

4.1.5 เปิดสวิตช์ไฟที่กล่องควบคุมเพื่อจ่ายไฟเข้าในระบบ

4.1.6 โยกสวิตช์ชุดขับเคลื่อนไปทางขวา แล้วโยกสวิตช์ไปที่การขึ้นรูป

4.1.7 นำชุดขึ้นรูปลงดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 แสดงการนำชุดขึ้นรูปลง

รูปที่ ก.1 (ต่อ) คู่มือการใช้งานและวิธีการบำรุงรักษาเครื่องขึ้นรูปไม้

4.1.8 ยกชุดขึ้นรูปขึ้นเมื่อถึงจุดที่ต้องการดังรูปที่ 4 แล้วโยกสวิตช์ไปที่การขัด

รูปที่ 4 แสดงการยกชุดขึ้นรูป

4.1.9 นำชุดขัดลงดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 แสดงการนำชุดขัดลง

4.1.10 โยกสวิตช์ชุดขับเคลื่อนไปทางซ้าย

4.1.11 นำชุดขึ้นขัดดังรูปที่ 6 แล้วเลื่อนสวิตช์ระบบขัดไปตรงกลาง

รูปที่ 6 แสดงการยกชุดขัด

รูปที่ ก.1 (ต่อ) คู่มือการใช้งานและวิธีการบำรุงรักษาเครื่องขึ้นรูปไม้

4.1.12 เลื่อนสวิตช์ชุดขับเคลื่อนไปตรงกลาง

4.1.13 ถอดชิ้นงานออกดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 แสดงการถอดชิ้นงาน

4.2. การบำรุงรักษา

4.2.1 ทำความสะอาดเครื่อง

4.2.2 ทาน้ำมันบนแกนเสาของชุดขับเคลื่อน

5. ข้อแนะนำในการปฏิบัติ

ควรสวมที่อุดหูเพื่อป้องกันเสียง

รูปที่ ก.1 (ต่อ) คู่มือการใช้งานและวิธีการบำรุงรักษาเครื่องขึ้นรูปไม้

ภาคผนวก ข

การคำนวณต่างๆ

ข.1 การทดสอบสมมติฐาน จุดที่ 2

ตาราง ข.1 แสดงการทดสอบของเหยื่อที่ได้

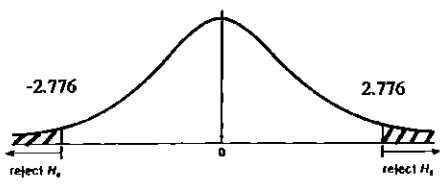
ชิ้นที่	จุดที่1		จุดที่2		จุดที่3	
	เครื่องขึ้นรูปไม้Ø(mm)	เครื่องแบบเดิม Ø(mm)	เครื่องขึ้นรูปไม้ Ø(mm)	เครื่องแบบเดิม Ø(mm)	เครื่องขึ้นรูปไม้Ø(mm)	เครื่องแบบเดิม Ø(mm)
1	18.7	18.1	22.7	21.4	16	16
2	19.8	18.9	23.1	22.2	16	14
3	19.2	18.6	23	21.8	16.3	14.2
4	19.7	18.8	23.3	22.3	16.4	15.8
5	18.8	19.2	22.7	23.3	16.6	14
$\bar{x}$	19.24	18.72	22.96	22.24	16.26	14.8
s	0.503	0.409	0.26	0.723	0.261	1.01

จากต้นแบบ จุดที่ 2 มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 22.8 มิลลิเมตร

ก. เครื่องขึ้นรูปไม้

$\bar{X} = 22.96$ $S = 0.26$

1. H_0 $\mu = 22.8$
2. H_1 $\mu \neq 22.8$
3. $\alpha = 0.05$
4. $t = \dfrac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}}$,$v = n - 1$
5.



$-t_{0.025\,,\,4} = -2.776$ $t_{0.025\,,\,4} = 2.776$

6. $t = \dfrac{22.96 - 22.8}{0.26/\sqrt{5}}$

$= \dfrac{0.16}{0.116}$

$= 1.379$

7. $t_{\text{คำนวณ}}$ ตกอยู่นอกเขตวิกฤต ยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1

ดังนั้น ชิ้นงานที่ได้มีค่าเฉลี่ยของจุดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 22.8 มิลลิเมตร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ข. เครื่องแบบเดิม

$\overline{X} = 22.24$ $S = 0.723$

1. H_0 $\mu = 22.8$
2. H_1 $\mu \neq 22.8$
3. $\alpha = 0.05$
4. $t = \dfrac{\overline{X} - \mu}{s/\sqrt{n}}$,$v = n-1$
5.

$-t_{0.025\,,\,4} = -2.776$ $t_{0.025\,,\,4} = 2.776$

6. $t = \dfrac{22.24 - 22.8}{0.723/\sqrt{5}}$

$= \dfrac{-0.56}{0.323}$

$= -1.734$

7. $t_{\text{คำนวณ}}$ ตกอยู่นอกเขตวิกฤต ยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1

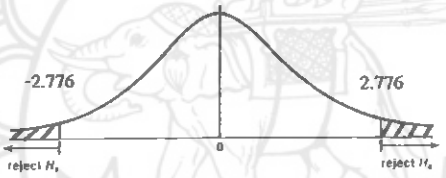
ดังนั้น ชิ้นงานที่ได้มีค่าเฉลี่ยของจุดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 22.8 มิลลิเมตร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ข.2 การทดสอบสมมติฐาน จุดที่ 3

จากแบบจุดที่ 3 มีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 16.3 มิลลิเมตร

ก. เครื่องขึ้นรูปไม้

$$\bar{X} = 16.26 \qquad S = 0.261$$

1. H_0 $\mu = 16.3$
2. H_1 $\mu \neq 16.3$
3. $\alpha = 0.05$
4. $t = \dfrac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$,$v = n-1$
5. 

$-t_{0.025\,,\,4} = -2.776$ $t_{0.025\,,\,4} = 2.776$

6. $t = \dfrac{16.26 - 16.3}{0.261/\sqrt{5}}$

$= \dfrac{-0.04}{0.117}$

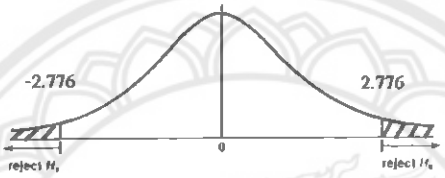
$= -0.342$

7. $t_{\text{คำนวณ}}$ ตกอยู่นอกเขตวิกฤต ยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1

ดังนั้น ชิ้นงานที่ได้มีค่าเฉลี่ยของจุดที่ 3 มีค่าเท่ากับ 16.3 มิลลิเมตร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ข. เครื่องแบบเดิม

$\overline{X} = 14.8$ $S = 1.01$

1. H_0 $\mu = 16.3$
2. H_1 $\mu \neq 16.3$
3. $\alpha = 0.05$
4. $t = \dfrac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$,$v = n-1$
5. 

$-t_{0.025\,,\,4} = -2.776$ $t_{0.025\,,\,4} = 2.776$

6. $t = \dfrac{14.8 - 16.3}{1.01/\sqrt{5}}$

$= \dfrac{-1.5}{0.452}$

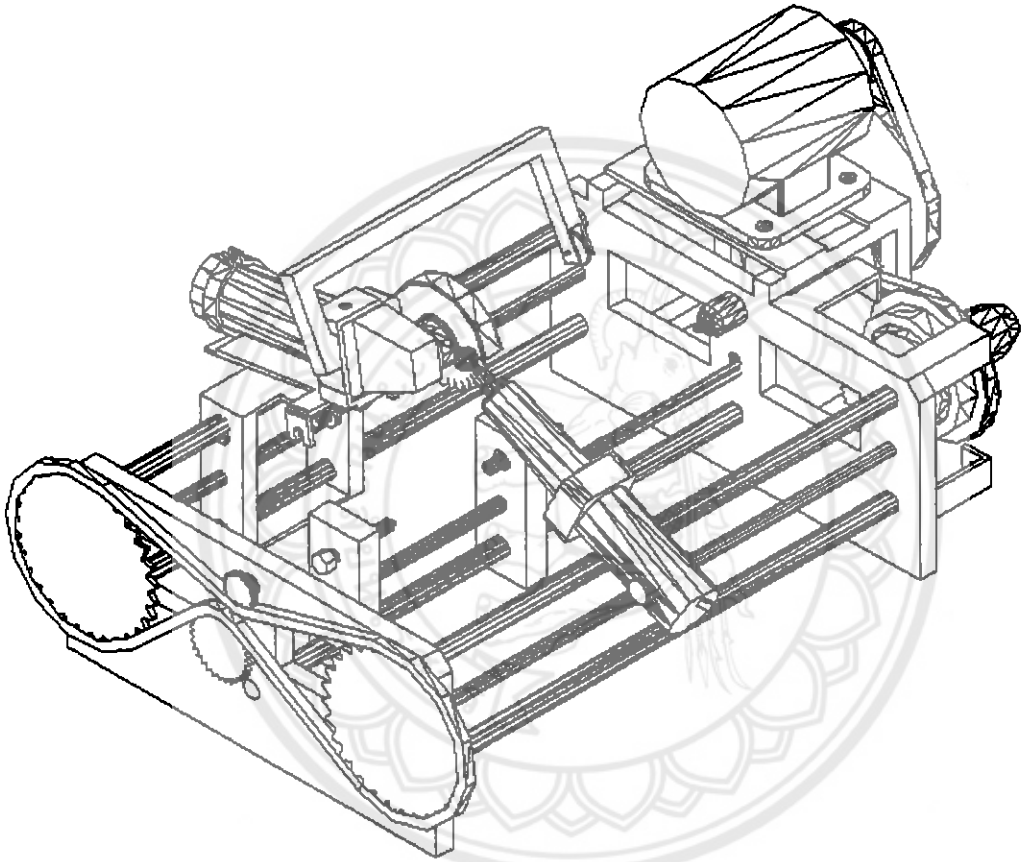
$= -3.318$

7. $t_{คำนวณ}$ ตกอยู่ในเขตวิกฤต ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

ดังนั้น ชิ้นงานที่ได้มีค่าเฉลี่ยของจุดที่ 3 มีค่าไม่เท่ากับ 16.3 มิลลิเมตร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

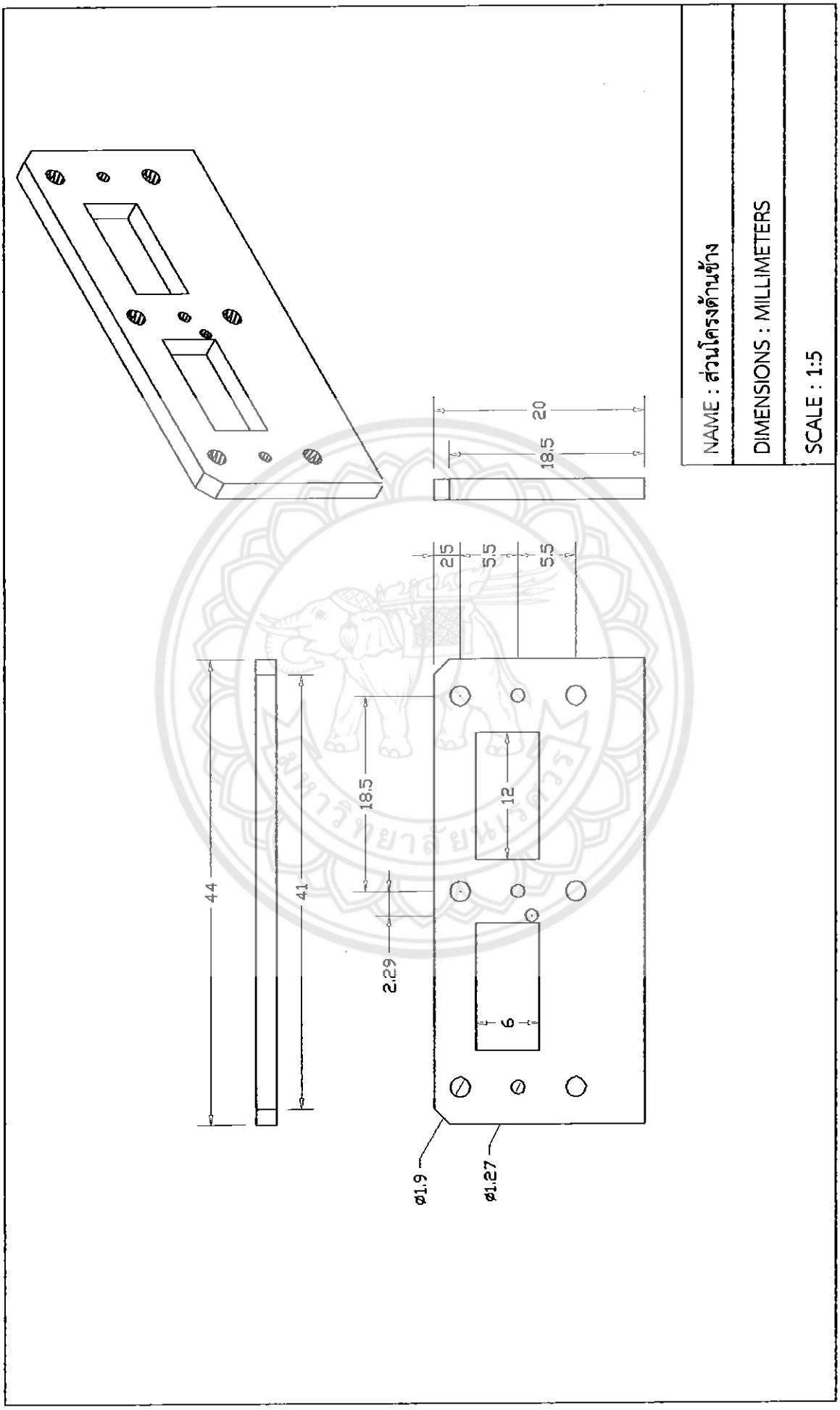
ภาคผนวก ค

แบบเครื่องขึ้นรูปไม้สำหรับทำเหยื่อปลอม

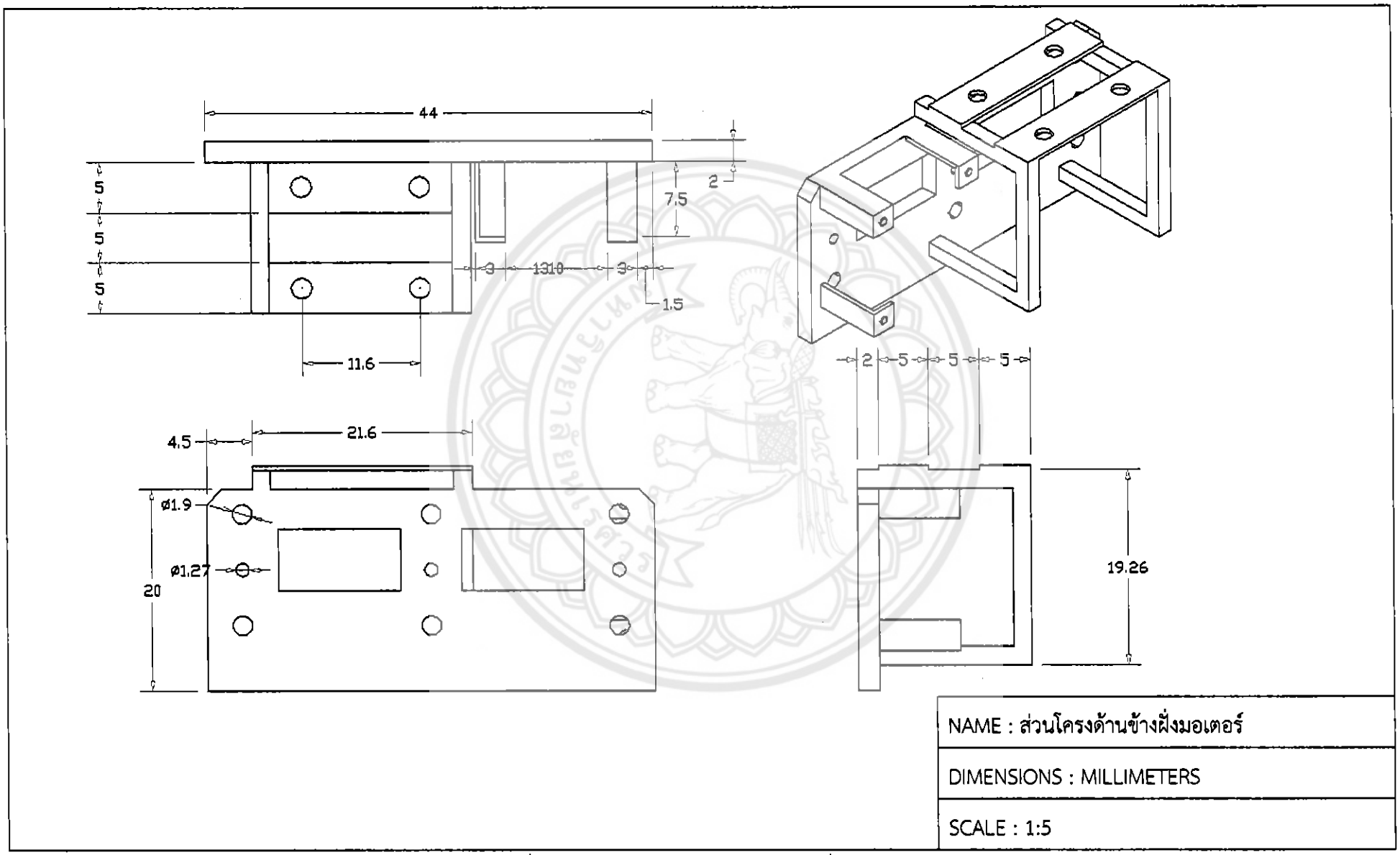


NAME : **เครื่องขึ้นรูปไม้**
DIMENSIONS : MILLIMETERS
SCALE : 1:5

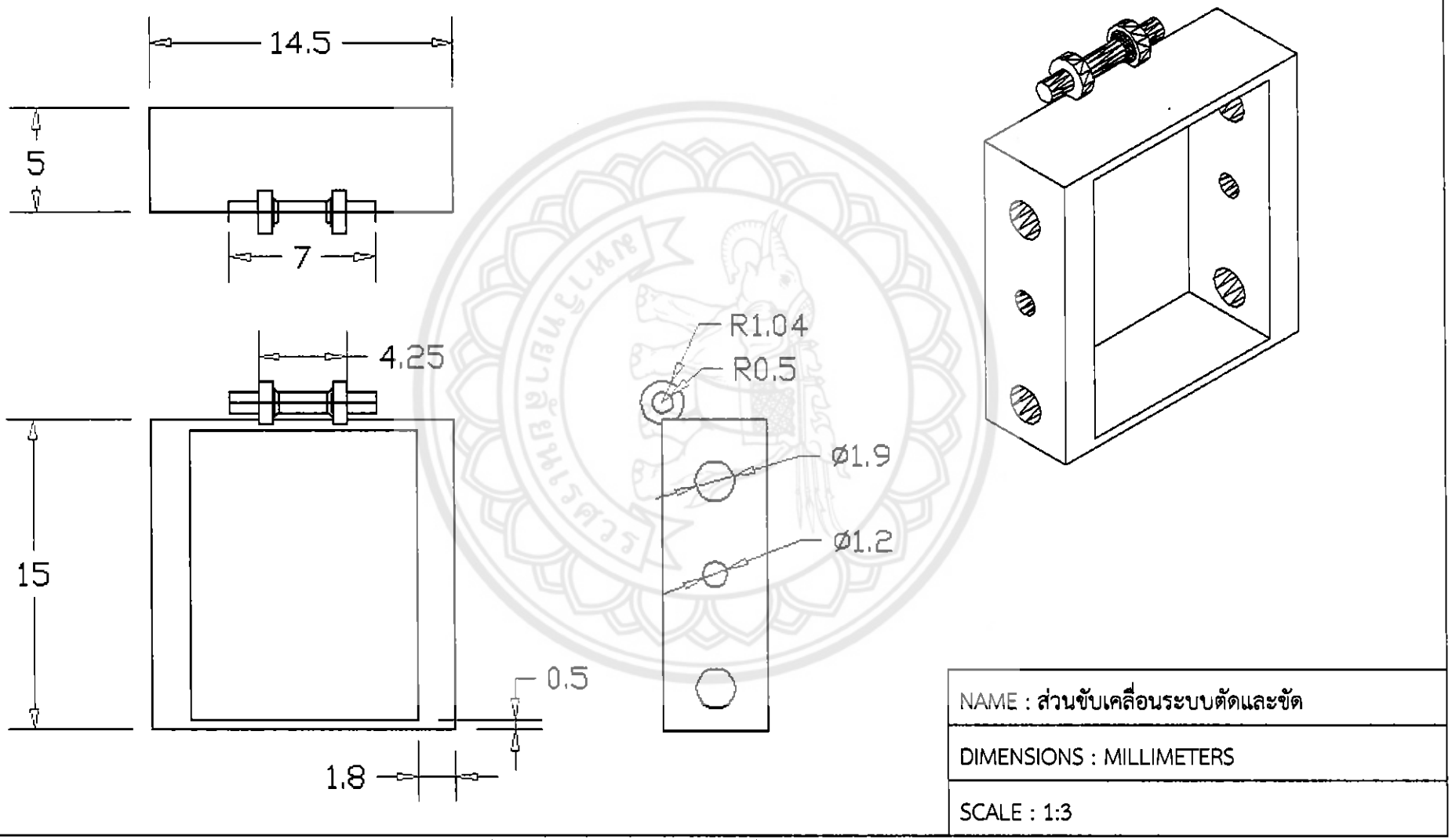
รูปที่ ค.1 งานเขียนแบบเครื่องขึ้นรูปไม้



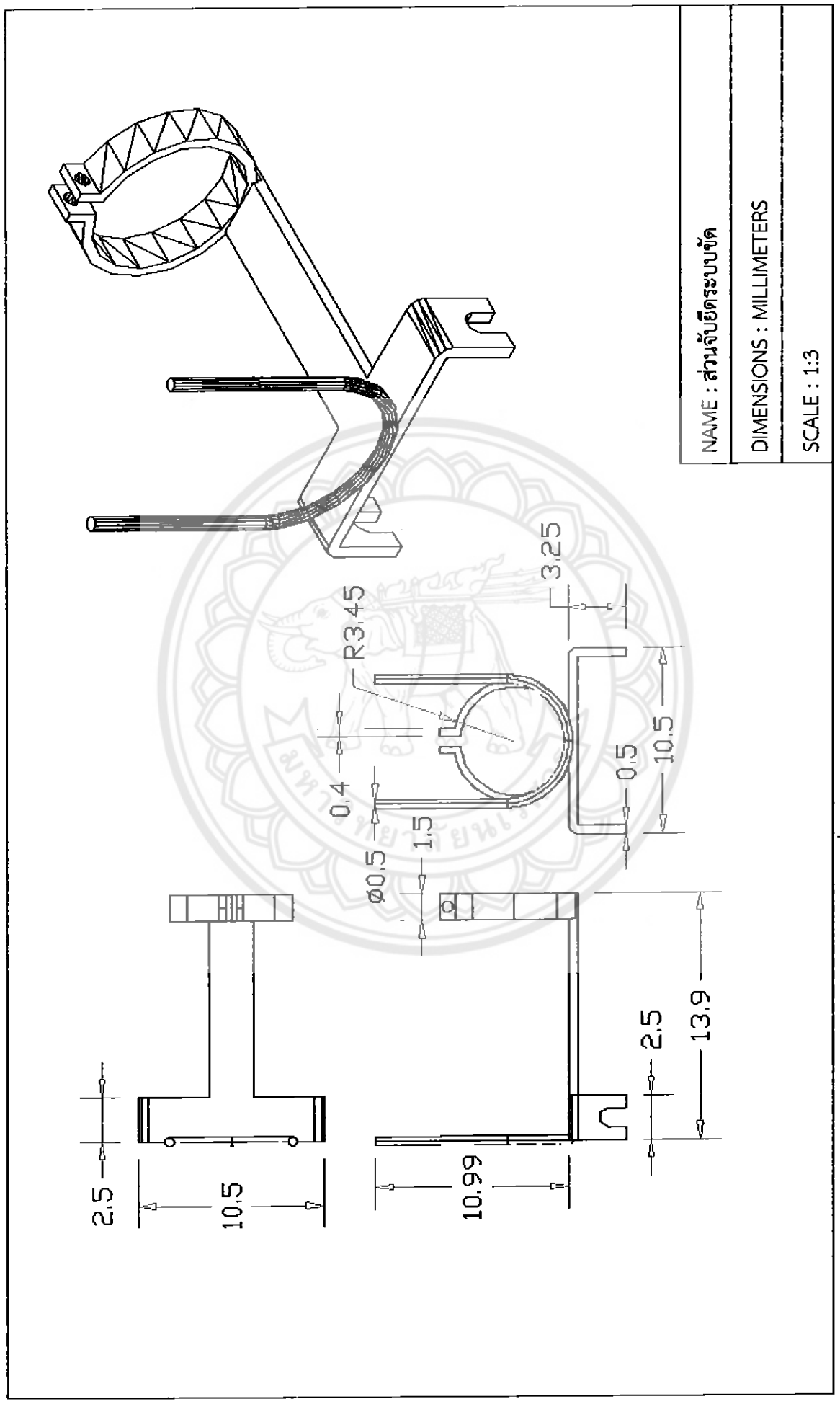
รูปที่ ค.2 งานเขียนแบบส่วนโครงด้านข้าง



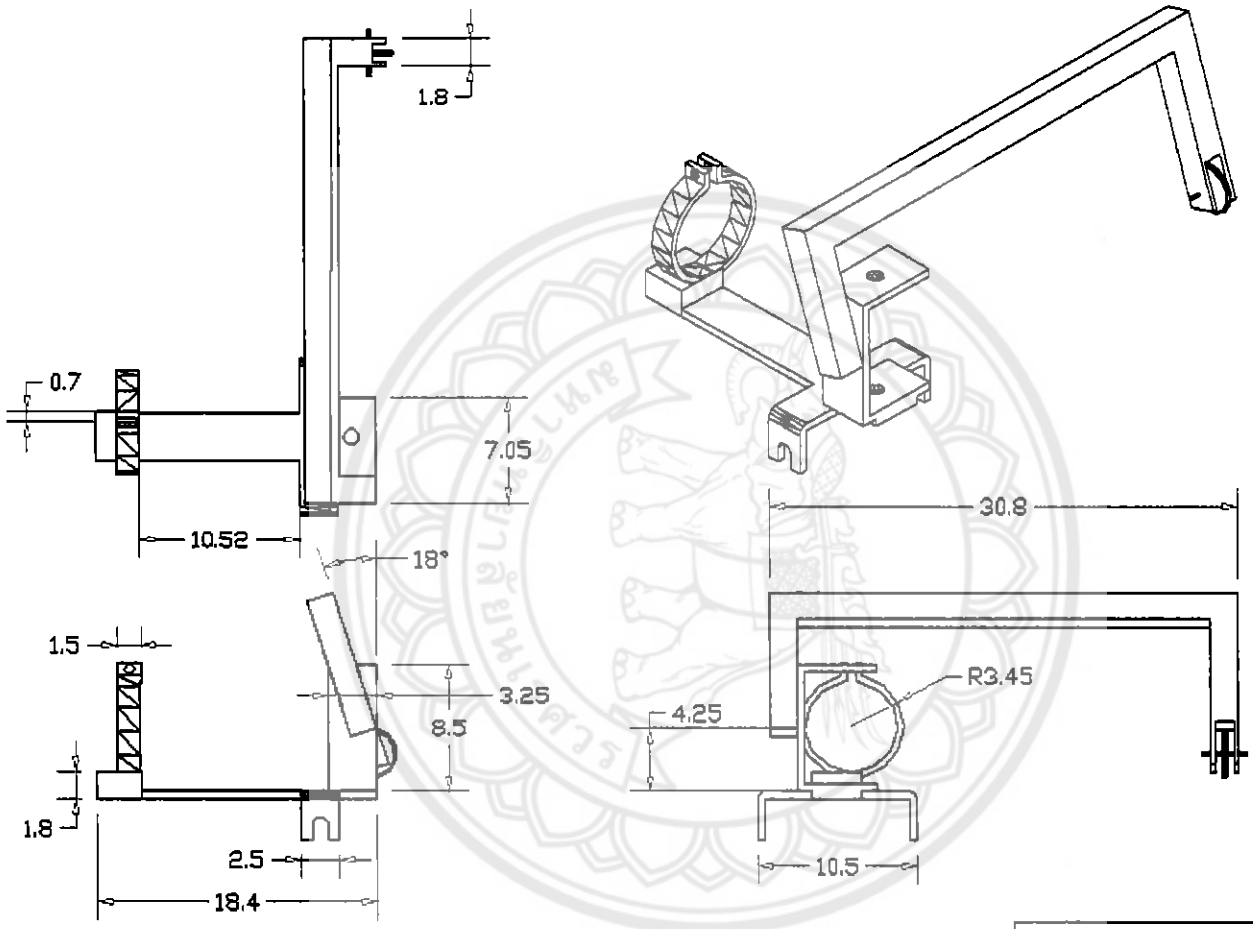
รูปที่ ค.3 งานเขียนแบบส่วนโครงด้านข้างฝั่งมอเตอร์



รูปที่ ค.4 งานเขียนแบบส่วนขับเคลื่อนระบบตัดและขัด



รูปที่ ค.5 งานเขียนแบบส่วนจับยึดระบบขัด



NAME : ส่วนจับยึดระบบขัด
DIMENSIONS : MILLIMETERS
SCALE : 1:5

รูปที่ ค.6 งานเขียนแบบส่วนจับยึดระบบขัด

ภาคผนวก ง

แสดงตาราง

P(T >t)

ν \ α	0.40	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
1	0.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	0.289	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	0.277	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924
4	0.271	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	0.267	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	0.265	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	0.263	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	0.262	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	0.261	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	0.260	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	0.260	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	0.259	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	0.259	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	0.258	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	0.258	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	0.258	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	0.257	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	0.257	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	0.257	0.369	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	0.257	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	0.257	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	0.256	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	0.256	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	0.256	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	0.256	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	0.256	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	0.256	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	0.256	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	0.256	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	0.256	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646

ตาราง ง.1 แสดงค่าวิกฤตของการแจกแจง t

Table 6. Cutting energy and cutting force for biological materials
Calculated from data in Chancellor (1987).

This table contains data from tests with very different types of cutting devices, performed under different circumstances, as shown by the explanations below. The data should, therefore, be expected to vary. However, a thorough study of the original reports may make a reduction in the variations possible, if sufficient data have been reported. Such an evaluation has not been done for this book. The variables, used to represent the cutting energy and cutting force have been discussed in Chapter 6. In order to convert the presented data to other, often used, data the following conversions can be done.

Cutting power POC = 1000 * ENCSA * (MAT / 1.45) / LLP, kW
Max. cutting force FOCMX = FOCSA * AES / 1000, kN
Spec. cutting energy ENCS = 1000 * (ENCSA / 1.45) / LLP, kJ/kg

where MAT = capacity or throughput in kg d.m./s
LLP = particle length in mm
AES = solids cross-sectional area mm^2
= 1000 * MAL / 1.45
MAL = mass per unit length of cut layer, g d.m./mm or kg d.m./m
3.6 kJ/kg = 1 kWh/Mg = 1 kWh/tonne.

The specific energy value ENCSA as reported can be calculated most easily for forage harvesters. It can, however, be used also for mowers as shown in Section 6.16 but it is not certain that the values in Table 6 have been calculated in this way. ENCSA-values for field tests of mowers from Table 6 should be used with reservation.

Explanations

Device: FHSB = forage harvester, shear bar type
HM = hay mower, sickle bar type.
FTM = flail-type mower
FTC = flail-type chopper

Type of test:
LL = laboratory test with laboratory equipment
LF = laboratory test with field equipment
FF = field test with field equipment

Notes: a/ includes air movement energy
b/ maximum force in N for hay-mower type device (HM)
c/ average force based on 41 percent of stroke in active cutting, according to Kepner (1952).
d/ includes acceleration energy

Material	Moisture content percent w.b.	Energy ENCSA J/mm^2	Force FOCSA N/mm^2	Force FOCSMX N/mm b/	Device See above	Test See above	Ref. See below
Alfalfa	6-10	0.067-0.100	-	-	FHSB	LF	20
	15	0.063	4.90	8.1b/	HM	LL	1
	5-28	0.093-0.212	-	-	FHSB	LL	15
	15	0.188-0.240	-	0.9-1.9	Slice	LL	1
	15	0.109-0.117	-	-	Saw	LL	1
	20	0.042-0.071	4.95-11.0	9.2-16.5	FHSB	LF	1
	28-60	0.029-0.082	-	-	FHSB	LL	10
	42-69	0.049-0.111	5.70-5.60	-	FHSB	LF	14
	43	0.074-0.076	14.3-18.2	30.6-42	FHSB	LL	12
	54	0.480	5.55	19.5	FTM	LL	35
	56	0.069-0.115	-	-	FHSB	FF	21,22
	58	0.065-0.076	-	-	FHSB	LF	11

ตาราง ง.2 แสดงทฤษฎีเกี่ยวกับการตัด

Material	Moisture content percent w.b.	Energy EMCSA J/mm²	Force FOCSA N/mm²	Force FOCSMX N/mm b/	Device See above	Test See above	Ref. See below
	63	1.600	-	-	FTC	FF	41
	70	0.009-0.048	-	-	FHSB	LF	17
	72	0.067-0.130	-	-	FSHB	FF	9
	73	1.275	0.96	-	FTC	FF	40
	74	0.175-0.234a/	-	-	FHSB	LF	7
	75	0.137-0.190	-	-	FTM	LL	36
	77	0.850-1.350	27.3-43.3c/	11-17 c/	HM	FF	26
	77	0.027	15.2	2.7 b/	HM	LL	29
	-	0.162-0.647	-	-	FTM	LL	29
	77	2.730	0.9	-	FTM	FF	26
Typical		0.082	9.3				1
Range		0.009-0.212	4.9-18.2				1
Range for FSHB		0.056-0.102					
	-	0.130-0.185			Slicing		1
Corn	45-70	0.043-0.140	-	-	FHSB	FF	8
	60	0.045-0.220	-	-	FHSB	FF	21,22
	64	0.086-0.093	-	-	FHSB	LF	13
	71	0.162-0.252d/	-	-	FHSB	LF	16
	75	0.052-0.113	-	-	FHSB	FF	9
	75-80	0.066-0.130	1.0-3.0	-	FHSB	LL	19
	75	0.030	2.4	25 b/	HM	LF	27
	82	0.032	3.6	4.9 b/	HM	LL	29
	83	2.750	-	-	FTC	FF	42
	87	1.950-3.000	62 - 74 c/	15-31 c/	HM	FF	26
	57	5.270	-	-	FTM	FF	26
Typical		0.075	2.5	-			1
Range		0.030-0.140	1.0-3.6				1
Range for FSHB		0.055-0.130					
Corn stalks							
Corn stalks	19-27	0.036-0.075	-	-	FHSB	LF	18
stalks+ ears	22	0.021	-	-	FHSB	LF	18
ave			2.75				
range			0.7-4.5				
Red clover	70	1.325	-	-	FTC	FF	41
Timothy	71-72	0.097-0.107	-	-	FHSB	LL	11
	54	0.023	3.5	2.4 b/	HM	LL	1
Ave		0.065	7.5		HM		1
Ryegrass	75	0.023	0.64	-	HM	LL	31
Mixed hay	75	0.300	10.8	2.5 b/	HM	FF	25
Grasses	74	1.100	-	7.9	FTM	LL	37
	74	2.050	-	-	FTM	FF	38
Sudan grass	70	0.887	-	-	FTC	FF	40
	75	0.158-0.244	-		FTM	LL	36
Wheat	47.5	-	13.8	5.7	FTM	LL	35
Oats	74	0.960	-	-	FTM	LL	37
		0.188-0.375	-	-	FTM	LL	29
Rice straw	14	0.072	4.6	21 b/	HM	LF	30
	44-65	0.062	53.3	1.4 b/	HM	LL	30
	71	0.092	6.1	28 b/	HM	LF	20
	-	0.150	2.7		Sickle		28
Ave		0.077	8.8				1

ตาราง ง.2(ต่อ) แสดงทฤษฎีเกี่ยวกับการตัด

Material	Moisture content, percent w.b.	Energy ENCSA J/mm²	Force FOCSA N/mm²	Force FOCSMX N/mm b/	Device See above	Test See above	Ref. See below
Rape	78	0.480	4.8	6.3	FTM	LL	35
Soybeans	81	1.885	-	-	FTC	FF	42
	-	2.040	-	-	Bandsaw		45
	-	0.240	-	-	Helical		23,51
Sunflower	81	0.455	7.9	7.3	FTM	LL	33,34,35
Sugar beets	77	0.031	-	5.0	Wire		56
Tobacco		-	4.7				1
Fruits	85-93	0.025-0.050	-	-			57
Douglas fir	5	0.336	-	-	FTC	LF	39
Lodgepole pine	27	0.223	-	-	FTC	LF	39
Sugarpine,cross		0.100	-	273	knife		2
,parallel		0.028	-	75	knife		2
Wood, ave		0.068	-	170 ✓	sawing		1
ave		0.280	-	-	chipping		1
range				26-687	sawing		1
Meats	70-82	0.053-0.125	-	-			57

ตาราง ง.2(ต่อ) แสดงทฤษฎีเกี่ยวกับการตัด

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายพรชัย แตงอ่อน

ภูมิลำเนา 1/12 หมู่.3 ต.ท่าทอง อ.เมือง

จ.พิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนจ่านกร้อง จ.พิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 5 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

pronchai_ienu@hotmail.com

ชื่อ นายสมประสงค์ ขำบางโพธิ์

ภูมิลำเนา 56 หมู่7 ต.นครป่าหมาก

จ.พิษณุโลก 65110

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนจ่านกร้อง จ.พิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 5 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

m-mi-ke@hotmail.com