การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องปอกมะพร้าวเพื่อใช้ประโยชน์จากกาบมะพร้าวในการผลิตกระทงของอุตสาหกรรมท้องถิ่น

THE DESIGN AND IMPLEMENTATION OF COCONUT PEELER MACHINE FOR THE MANUFACTURING OF FLOATING BASKET

นายไพศาล สุขสด รหัส 50361897

นายเรวัต คงเมือง รหัส 50362153

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 24 มิ.ย. 2554
เลขทะเบียน 15151610
เลขเรียกหนังสือ ...
มหาวิทยาลัยนเรศวร W997 ก 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องปอกมะพร้าวเพื่อใช้ประโยชน์จากกาบมะพร้าวในการผลิตกระทงของอุตสาหกรรมท้องถิ่น

ผู้ดำเนินโครงงาน นายไพศาล สุขสด รหัส 50361897
นายเรวัต คงเมือง รหัส 50362153

ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์อาภาภรณ์ จันทร์ปิรักษ์

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์อาภาภรณ์ จันทร์ปิรักษ์)

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์พิสุทธิ์ อภิชยกุล)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์กวิน สนธิเพิ่มพูน)

.....กรรมการ
(อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องปอกมะพร้าวเพื่อใช้ประโยชน์จากกาบมะพร้าวในการผลิตกระทงของอุตสาหกรรมท้องถิ่น		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายไพศาล	สุขสด	รหัส 50361897
	นายเรวัต	คงเมือง	รหัส 50362153
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์อาภาภรณ์	จันทร์ปิรักษ์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ		
ปีการศึกษา	2553		

บทคัดย่อ

การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องปอกมะพร้าวมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้ผลิตฐานกระทงในอุตสาหกรรมท้องถิ่นของตำบลลานดอกไม้ตก อำเภอโกสัมพีนคร จังหวัดกำแพงเพชร โดยเครื่องปอกมะพร้าวสามารถลดเวลาในการปอกเปลือกมะพร้าวทำให้กำลังการผลิตเพิ่มมากขึ้น ได้ขนาดของกาบมะพร้าวสามส่วนตามที่กำหนดไว้และลดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการวิธีการปอกมะพร้าวแบบเดิมที่ชาวบ้านใช้ ดังนั้นคณะผู้จัดทำโครงงานจึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องปอกมะพร้าวเพื่อเป็นต้นแบบเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการปอกมะพร้าวของกระบวนการผลิตกระทงในอุตสาหกรรมท้องถิ่นของกลุ่มหมู่บ้านจากตำบลลานดอกไม้ตก อำเภอโกสัมพีนคร จังหวัดกำแพงเพชร จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้จัดทำได้ประดิษฐ์เครื่องปอกมะพร้าวให้มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ ส่วนของมีดส่วนของโครงสร้างและส่วนของระบบส่งกำลังโดยอาศัยหลักการทำงานของระบบคานส่งกำลังกระบวนการทำงานเริ่มต้นจากผู้ปฏิบัติงานออกแรงกดคานส่งกำลังเพื่อส่งแรงไปยังระบบกลไกชุดมีดเพื่อทำให้ส่วนใบมีดทั้งสามตัวถ่างออกเพื่อฉีกกาบมะพร้าวออกเป็นสามส่วนตามที่กำหนด ในส่วนของโครงสร้างรับแรงออกแบบให้มีความแข็งแรงและสมดุล

จากผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องปอกมะพร้าวพบว่า เครื่องปอกมะพร้าวสามารถทำการปอกมะพร้าวได้โดยใช้เวลาเฉลี่ย 50.8 วินาทีต่อลูกซึ่งน้อยกว่าเวลาที่ได้จากวิธีการปอกมะพร้าวแบบเดิมที่ชาวบ้านใช้ คือ 62.40 วินาทีต่อลูก เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้วเครื่องปอกมะพร้าวทำงานได้ดีขึ้นกว่าการใช้คนปอกมะพร้าวคิดเป็น 18.6%

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี เพราะได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจาก อาจารย์อาภาภรณ์ จันทร์ปิรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการทำงานวิจัย และช่วยแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องของการทำงานวิจัยด้วยดีตลอดมา จึงทำให้ปริญญานิพนธ์นี้มีความถูกต้องและความสมบูรณ์

ขอขอบคุณ อาจารย์และบุคลากรของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ข้อมูล และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และอาจารย์ทุกท่านที่ได้จุดประกายความรู้ ให้คำปรึกษาและให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา

ผู้ดำเนินโครงงาน
นายไพศาล สุขสด
นายเรวัต คงเมือง

เมษายน 2554

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.....1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output).....2
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome).....2
1.5 ขอบเขตในการดำเนินงานโครงงาน.....2
1.6 สถานที่ในการดำเนินการโครงงาน.....2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงานโครงงาน.....2
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น.....4
2.1 หลักการออกแบบ.....4
2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและโครงสร้าง.....5
2.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน.....10
2.4 การเลือกวัสดุ.....14
2.5 ผลมะพร้าว.....15
2.6 การทดสอบความเป็นอิสระต่อกันของสองตัวแปร.....16
2.7 โปรแกรมช่วยออกแบบทางคอมพิวเตอร์ (Auto CAD).....16
2.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....19

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานโครงงาน.....20
3.1 การศึกษาและเก็บข้อมูล.....19
3.2 ออกแบบเครื่องปอกมะพร้าว.....19

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 วิธีการสร้างเครื่องปอกมะพร้าว.....19
3.4 ทดสอบและประเมินผล.....20
3.5 ปรับปรุงแก้ไขเครื่องปอกมะพร้าว.....20
3.6 ทำการทดสอบและประเมินผลครั้งที่ 2.....20
3.7 จัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องปอกมะพร้าว.....21
3.8 จัดพิมพ์ปริญญานิพนธ์.....21

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย.....24
4.1 การสร้างเครื่องปอกมะพร้าวตามหลักการออกแบบ.....24
4.2 รับรู้ความต้องการ.....25
4.3 แนวคิดการออกแบบ.....26
4.4 ลักษณะจำเพาะ.....29
4.5 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง.....30
4.6 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์.....32
4.7 การทดลองเชิงสถิติ.....34

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....42
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....42
5.3 ข้อเสนอแนะ.....42

เอกสารอ้างอิง.....43

ภาคผนวก ก.....44
ภาคผนวก ข.....51
ภาคผนวก ค.....60

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายคงที่	10
2.2 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายแปรผัน	11
2.3 กราฟแสดงสมการค่าใช้จ่ายรวม	11
2.4 กราฟแสดงส่วนของรายได้	12
2.5 กราฟแสดงจุดคุ้มทุน	13
2.6 แสดงตาราง Contingency	16
3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการทำโครงงาน	20
4.1 แสดงลักษณะของเปลือกมะพร้าว	25
4.2 แสดงจังหวะการทำงานของเครื่อง	26
4.3 แสดงส่วนของ ส่วนจับยึด (Fixture)	27
4.4 แสดงโครงสร้างรับแรง	27
4.5 แสดงส่วนกลไกการแยกกาบมะพร้าว	28
4.6 แสดงส่วนกลไกชุดมีด	28
4.7 แสดงใบมีด	29
4.8 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบเวลา	31
4.9 แสดงจุดคุ้มทุนในการผลิตกระทง	33
4.10 แสดงพื้นที่วิกฤตของ f-test	36
4.11 แสดงพื้นที่วิกฤตของ t-test	37
4.12 แผนภูมิแสดงระดับความพึงพอใจ	40
ก.1 แสดงแสดงลักษณะของเครื่อง	45
ก.2 แสดงการปรับระดับของ ส่วนจับยึด (Fixture)	47
ก.3 แสดงลักษณะการกดด้ามกด	48
ก.4 แสดงการนำลูกมะพร้าวออก	49
ก.5 แสดงลักษณะของเปลือกมะพร้าว	49
ข.1 แสดงแบบเครื่องปอกมะพร้าว	52
ข.2 แสดงกลไกชุดมีดตัวบน	53
ข.3 แสดงแกนหลักชุดมีด	54
ข.4 แสดงแป๊บสเตย์สวมเพลาตัวบน	55
ข.5 แสดงแป๊ปสเตย์สวมเพลาตัวล่าง	56
ข.6 แสดงข้อต่อใบมีด	57

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ข.7 แสดงเหล็กยึดข้อต่อใบมีด....58
ข.8 แสดงใบมีด....59

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงเวลาในแต่ละขั้นตอนในการทำงานของการใช้เครื่องปอกมะพร้าว 30

4.2 แสดงเวลาในแต่ละขั้นตอนในการทำงานคนในการปอกมะพร้าว 31

4.3 แสดงรายการค่าใช้จ่ายในการผลิตเครื่องปอกมะพร้าว 32

4.4 แสดงรายการค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการผลิตเครื่องปอกมะพร้าว 33

4.5 แสดงเวลาที่ได้จากการจับเวลาจากการใช้คนปอกมะพร้าว 34

4.6 แสดงเวลาที่ได้จากการจับเวลาจากการใช้เครื่องปอกมะพร้าว 34

4.7 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องปอกมะพร้าว 38

ก 1 แสดงลักษณะการใช้งานของเครื่องปอกมะพร้าว 46

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันคนไทยมีการผลิตสินค้าในโครงการ หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) เพื่อสร้างรายได้ให้กับตนเองและชุมชน ซึ่งรัฐบาลส่งเสริมเพื่อให้แต่ละชุมชนได้ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ในการผลิตสินค้า โดยในแต่ละชุมชนนั้นจะมีการผลิตหรือจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น ให้กลายเป็นสินค้าที่มีจุดเด่นเป็นของตนเอง สอดคล้องกับวัฒนธรรมในแต่ละท้องถิ่นเป็นที่สนใจของผู้บริโภค กลุ่มหมู่บ้านจากตำบลลานดอกไม้ตก อำเภอโกสัมพีนคร จังหวัดกำแพงเพชร ได้นำวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาเพิ่มมูลค่าโดยการผลิตสินค้าขึ้นมาชื่อ "กระทงมะพร้าว" เป็นอาชีพเสริมของคนในหมู่บ้านโดยมีกลุ่มแม่บ้านที่ใช้เวลาว่างจากการทำงาน มาทำการผลิตกระทงมะพร้าวเก็บไว้เพื่อรอจำหน่ายในช่วงเทศกาลลอยกระทง โดยกระทงมะพร้าวจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนแรกเรียกว่ากลีบกระทงทำจากใบข้าวโพดตากแห้งซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ ส่วนที่สอง เรียกว่าดอกไม้ตกแต่งทำจากต้นหญ้าหาได้ทั่วไปในท้องนา ส่วนที่สามฐานกระทงทำจากกาบมะพร้าว ที่ได้จากสวนของชาวบ้าน ซึ่งกระบวนการผลิตในส่วนของฐานกระทงที่ทำจากกาบมะพร้าวนั้น ต้องอาศัยแรงงานที่มีความเชี่ยวชาญและชำนาญการ เพราะการปอกมะพร้าวยังใช้คีมปากแบนแทงเข้าไปในเปลือกแล้วถ่างออก ซึ่งมีความยุ่งยาก และอาจทำให้เกิดอันตรายจากการปอกมะพร้าวได้ นอกจากนั้นแล้วการปอกมะพร้าวเพื่อใช้ประโยชน์จากกาบมะพร้าวด้วยวิธีนี้ยังต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญเพื่อผลิตฐานกระทงให้ได้ขนาดของกาบมะพร้าวและอัตราผลิตที่คงที่

ด้วยเหตุนี้คณะผู้จัดทำโครงงานจึงได้ทำการออกแบบและประดิษฐ์เครื่องปอกมะพร้าวเพื่อช่วยทุ่นแรงและลดอันตรายจากการปอกมะพร้าว โดยอาศัยโปรแกรมช่วยออกแบบทางคอมพิวเตอร์ (Auto CAD) ช่วยในการออกแบบโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่อง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องปอกมะพร้าวเพื่อใช้ประโยชน์จากกาบมะพร้าว

1.2.2 เพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มหมู่บ้านในการปอกมะพร้าวให้สะดวกรวดเร็วและลดอันตรายที่เกิดขึ้นจากการปอกมะพร้าวของชุมชนเพื่อนำกาบมะพร้าวไปใช้ผลิตฐานกระทง

1.2.3 ใช้หลักการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์มาประยุกต์ใช้

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

1.3.1 เครื่องปอกมะพร้าว เพื่อใช้ประโยชน์จากกาบมะพร้าว

1.3.2 คู่มือในการใช้เครื่องปอกมะพร้าว

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

1.4.1 ชาวบ้านสามารถผลิตฐานกระทงได้เอง ทำได้รวดเร็วและลดอันตรายของผู้ปฏิบัติงานได้

1.4.2 สามารถผลิตขนาดของกากมะพร้าวและอัตราการผลิตที่คงที่ในการปอกเปลือกมะพร้าว

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน

1.5.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องปอกมะพร้าว

1.5.2 ออกแบบเครื่องปอกมะพร้าวโดยใช้โปรแกรมช่วยออกแบบทางคอมพิวเตอร์ (Computer Aided Design)

1.5.3 ทดสอบการนำไปใช้งานและปรับปรุง

1.5.4 สรุปผลการทำงานของเครื่องและจัดทำรายงาน

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

อาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

1 ตุลาคม 2553 - 21 เมษายน 2554

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงาน	ช่วงเวลา						
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.ศึกษาและหาแนวทางในการทำโครงงาน	←	→					
2. เก็บข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบโครงงาน		←	→				
3.นำหลักการ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ มาออกแบบเครื่องปอกมะพร้าว			←	→			
4. จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างเครื่องปอกมะพร้าวทำการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ตามที่ออกแบบไว้					←	→	
5. ทดสอบการทำงานของเครื่องและแก้ไขปรับปรุง							← →
6. ประเมินผลจากการใช้งานของโดยผู้ใช้งาน							← →
7. จัดทำคู่มือการใช้งานของเครื่องปอกมะพร้าวสรุปผลกาดำเนินงาน							← →

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 หลักการออกแบบ

ผลิตภัณฑ์ที่ดีย่อมเกิดจากการผลิตที่ดี ความตั้งใจ ความเอาใจใส่ คนทำต้องคำนึงถึงหลักการทำที่ถูกวิธี ตามแบบที่เขียนไว้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่ดีเอาไว้ควรมีองค์ประกอบอะไรบ้างแล้วใช้ความคิดสร้างสรรค์ วิธีการต่างๆ ที่ได้กล่าวมา เสนอแนวคิดให้เป็นผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมตามหลักการออกแบบ โดยหลักการออกแบบควรคำนึงถึงนั้นมี

- หน้าที่ใช้สอย (Function)
- ความปลอดภัย (Safety)
- ความแข็งแรง (Construction)
- ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomics)
- ราคา (Cost)
- การซ่อมแซมง่าย (Maintenance)
- วัสดุและการผลิต (Material and production)

2.1.1 หน้าที่ใช้สอย

หน้าที่ใช้สอยถือเป็นหลักการออกแบบที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกที่ต้องคำนึงถึงผลิตภัณฑ์ทุกชนิด ต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่วางไว้ คือสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกสบาย

2.1.2 ความปลอดภัย

สิ่งที่อำนวยประโยชน์ได้มากเพียงไร ย่อมมีโทษเพียงนั้น การออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้ ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ต้องแสดงเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจนหรือคำอธิบายไว้

2.1.3 ความแข็งแรง

ผลิตภัณฑ์จะต้องมีความแข็งแรงในตัวของผลิตภัณฑ์หรือโครงสร้างเป็นความเหมาะสมในการที่นักออกแบบรู้จักใช้คุณสมบัติของวัสดุและจำนวนหรือปริมาณของโครงสร้างในกรณีที่จะต้องมีการรับน้ำหนัก ต้องเข้าใจหลักโครงสร้างและการรับน้ำหนัก

ส่วนความแข็งแรงของตัวผลิตภัณฑ์เองนั้นก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบรูปร่างและการเลือกวัสดุและการศึกษาข้อมูลการใช้งานผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องรับน้ำหนักหรือกระทบกระแทกอะไร แต่อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงความประหยัดควบคู่ไปด้วย

2.1.4 ความสะดวกสบายในการใช้

นักออกแบบต้องศึกษาวิชากายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับสัดส่วน ขนาดและขีดจำกัดที่เหมาะสำหรับอวัยวะส่วนต่างๆ ในร่างกาย ทั้งด้านสรีระ จะทำให้ทราบถึงขีดจำกัด ความสามารถของร่างกาย ที่กล่าวมานั้นจะทำให้นักออกแบบกำหนดขนาด ส่วนโค้ง ส่วนตรง ส่วนแคบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมกับร่างกายหรืออวัยวะของมนุษย์ที่ใช้ ก็จะก่อให้เกิดความสะดวกสบายเกิดขึ้น ดังนั้นนักออกแบบจึงต้องศึกษาสัดส่วนร่างกายของชนชาติที่ใช้ผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์

2.1.5 ราคา

ผลิตภัณฑ์นั้นย่อมมีข้อมูลด้านผู้บริโภคและด้านการตลาดที่ได้ค้นคว้าและสำรวจแล้ว ผลิตภัณฑ์ย่อมจะต้องมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายว่าที่จะใช้เป็นคนกลุ่มใด อาชีพ ฐานะเป็นอย่างไรนักออกแบบก็จะกำหนดแบบผลิตภัณฑ์ ประมาณราคาขายให้กลุ่มเป้าหมายที่จะซื้อได้และราคาก็เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ และเลือกวิธีผลิตได้อย่างรวดเร็ว เหมาะสม

อย่างไรก็ดี ถ้าประมาณการออกแบบมาแล้ว ปรากฏว่า ราคาค่อนข้างสูงกว่ากำหนดไว้ก็อาจจะเปลี่ยนแปลงราคาหรือพัฒนาองค์ประกอบด้านต่างๆ ใหม่แต่ยังคงคุณภาพไว้เรียกว่าเป็นวิธีการลดค่าใช้จ่าย

2.1.6 การซ่อมแซมง่าย

หลักการนี้คงใช้กับผลิตภัณฑ์ เครื่องจักร เครื่องยนต์ จะต้องศึกษาถึงตำแหน่งในการจัดวางกลไกแต่ละชิ้น เพื่อที่จะใช้ออกแบบส่วนต่างๆ ในการถอดซ่อมแซมหรือเปลี่ยนได้

2.1.7 วัสดุและการผลิต

อาจมีกรรมวิธีการเลือกใช้วัสดุและวิธีการผลิตได้หลายแบบ แต่ละแบบหรือวิธีใดถึงจะเหมาะสมที่สุด ที่จะไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าการประมาณ ฉะนั้น นักออกแบบคงจะต้องศึกษาเรื่องวัสดุและวิธีผลิตให้ลึกซึ้ง โดยเฉพาะวัสดุก็ต้องเลือกใช้คุณสมบัติให้เหมาะสม คุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่พึงมีในยุคสมัยนี้ มีการช่วยกันนำวัสดุมาหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (กฤษฎา, 2550)

2.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้าง

2.2.1 คำจำกัดความของโครงสร้าง

โครงสร้างหมายถึงส่วนประกอบ ซึ่งได้จากการนำ หรือหล่อชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบที่ข้อต่อหรือแนวต่อ เพื่อทำหน้าที่รับน้ำหนักบรรทุก หรือกิริยากระทำในการใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่น อาคาร ที่อยู่อาศัย สะพานเพื่อการขนส่ง รวมถึงระบบขนส่งวัสดุภายในโรงงาน เป็นต้น

การวิเคราะห์โครงสร้างหมายถึง การวิเคราะห์หาแรงภายในโครงสร้าง และการเปลี่ยนตำแหน่ง ของจุดต่างๆ ในโครงสร้าง ภายใต้แรงกระทำ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิการยืดรั้ง หรือกิริยากระทำอื่นๆ

2.2.2 การออกแบบโครงสร้าง

โดยทั่วไปการออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรม แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

2.2.2.1 การวางแผนรูปแบบของโครงสร้าง ทำให้ได้รูปแบบการทำงานของโครงสร้างที่มีความมั่นคง แข็งแรง ทนทาน ปลอดภัย และเหมาะสม สะดวกต่อการใช้สอย

2.2.2.2 การเลือกขนาดและการให้รายละเอียด ของโครงสร้างแต่ละส่วนตามความต้องการรวมทั้งเลือกชนิดของวัสดุก่อสร้างที่จะใช้เพื่อให้เกิดความประหยัดและปลอดภัย สำหรับในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบต้องคำนวณหาแรงปฏิกิริยา แรงเฉือน โมเมนต์ดัด การวิเคราะห์ดังกล่าวเป็นงานที่สำคัญและจำเป็นของการออกแบบ เพราะการวิเคราะห์ที่ได้ผลไม่ถูกต้องจะเป็นเหตุให้การออกแบบผิดพลาดซึ่งเป็นอันตรายยิ่ง ดังนั้นในการออกแบบจะต้องเข้าใจหลักการเกี่ยวกับทฤษฎีการวิเคราะห์โครงสร้างเสียก่อน

2.2.3 จุดมุ่งหมายของการออกแบบโครงสร้าง

จุดมุ่งหมายของการออกแบบโครงสร้างทั่วๆ ไป สามารถกล่าวได้โดยย่อดังนี้

2.2.3.1 เพื่อให้ได้โครงสร้างที่ปลอดภัย กล่าวคือการออกแบบโครงสร้างนั้นคือจะต้องทำให้โครงสร้างที่ออกแบบสร้างขึ้นมานั้นจะต้องมีความแข็งแรงและมีความมั่นคง เพื่อที่จะสามารถรับแรงหรือน้ำหนักบรรทุกต่างๆ ที่ต้องการโดยไม่พังทลายหรือทำให้เกิดความรู้สึกไม่ปลอดภัย อันเนื่องมาจากการทรุดตัว หรือหักชำรุดของส่วนใดส่วนหนึ่งของโครงสร้าง นอกจากนี้โครงสร้างที่ดีจะต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์เพื่อการใช้งาน โครงสร้างนี้จะต้องไม่มีการโก่งงอหรือแอ่นตัว มากเกินไปจนเราไม่สามารถใช้โครงสร้างนั้นได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ในขั้นต้นของการออกแบบโครงสร้าง

2.2.3.2 เพื่อให้ได้โครงสร้างที่ราคาประหยัดที่สุด การออกแบบโครงสร้างนั้นจุดมุ่งหมายข้อนี้ถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งยวดต่อการตัดสินใจเลือกแบบลักษณะโครงสร้าง วัสดุที่จะใช้ในการก่อสร้าง และกรรมวิธีต่างๆ ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะเราสามารถออกแบบโครงสร้างเพื่อให้รับแรงหรือน้ำหนักบรรทุกที่ต้องการได้หลากหลายชนิด ซึ่งถ้าหากความสวยงามของโครงสร้างในแง่ของสถาปนิกไม่ใช่สิ่งที่สำคัญที่สุดของการออกแบบแล้วก็ย่อมแน่นอนว่าวิศวกรนักออกแบบจะต้องตัดสินใจเลือกโครงสร้างที่ใช้ทุนและเวลาในการสร้างน้อยที่สุด ด้วยเหตุนี้โครงสร้างที่ดีที่สุดนั้นไม่เพียงแต่ต้องมีความแข็งแรงและปลอดภัย หากต้องเป็นโครงสร้างที่มีราคาประหยัดที่สุดอีกด้วยในแง่ของหลักเศรษฐศาสตร์

2.2.4 วิธีบรรลุจุดมุ่งหมายของการออกแบบโครงสร้าง

วิธีการเพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายของการออกแบบโครงสร้างแข็งแรง และปลอดภัย อาจจะกล่าวแยกเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

2.2.4.1 **โดยความเฉลียวฉลาด วิธีนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความชำนาญของวิศวกร นักออกแบบเป็นอย่างมาก วิศวกรนักออกแบบที่มีประสบการณ์มากๆ และมีความชำนาญงานต่างๆ ย่อมมีความมั่นใจในโครงสร้างที่ตนออกแบบและคำนวณว่าจะสามารถต้านแรงหรือรับน้ำหนักบรรทุกได้อย่างปลอดภัยและใช้ปฏิบัติงานได้ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ทุกประการอย่างแน่นอน**

2.2.4.2 **โดยการทดลองกับโครงสร้างขนาดจริง วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการทดสอบว่าโครงสร้างที่ออกแบบสร้างมานั้นรับน้ำหนักบรรทุกหรือใช้ปฏิบัติงานได้ตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือไม่เพียงไรแต่ว่าวิธีนี้สิ้นเปลืองมากทั้งเวลาละเงินทองกับโครงสร้างขนาดจริงก่อนที่จะตัดสินใจเลือกโครงสร้างแบบสุดท้าย**

2.2.4.3 **โดยการทดลองกับโครงสร้างขนาดจำลอง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ**

ก. หุ่นจำลองจริงๆ ขนาดย่อวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมกันมากในสมัยก่อนทำให้ในการศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับโครงสร้างที่มีความยุ่งยากซับซ้อนหรือขนาดใหญ่โตมหึมา ด้วยการศึกษาทดลองกันหุ่นจำลองจริงขนาดย่อนี้วิศวกรนักออกแบบก็อาจทำนายพฤติกรรมของโครงจริงขนาดใหญ่ได้แต่วิธีนี้มีข้อเสียเปรียบอยู่หลายประการเช่นกัน ตัวอย่างเช่นคุณสมบัติบางอย่างของวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง ข เราไม่อาจจะย่อขนาดตามอัตราส่วนให้ลดหรือเล็กลงได้ นอกจากนี้พฤติกรรมของหุ่นจำลองจริงขนาดย่อซึ่งถูกศึกษาทดลองในห้องทดลองอาจจะไม่สามารถสะท้อนพฤติกรรมที่แท้จริงได้หมดทุกแง่ทุกมุมของโครงสร้างจริง ขนาดใหญ่ ในสภาวะจริงๆ นอกห้องทดลอง

ข. หุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ วิธีนี้เป็นวิธีที่มีเหตุผล สะดวกรวดเร็วและง่าย อย่างไรก็ดีวิธีการนี้เป็นการคาดหมายอย่างประมาณการเท่านั้น ถึงพฤติกรรมที่แท้จริงของโครงสร้าง วิธีนี้จะสามารถคาดหมายพฤติกรรมของโครงสร้างได้อย่างแม่นยำใกล้เคียงความจริงมากน้องเพียงใดขึ้นอยู่กับสมมติฐานต่างๆ ที่ตั้งไว้แต่แรกว่าถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากน้องเพียงใด การวิเคราะห์โครงสร้างจัดเป็นแขนงหนึ่งของการทดสอบหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ของโครงสร้างขนาดจริง

สำหรับวิธีการเพื่อให้ได้โครงสร้างที่มีราคาประหยัดที่สุดนั้น อาจทำได้โดยการใช้เทคนิคที่เรียกว่า OptimizationTechniquesแต่โดยทั่วๆ ไปแล้วมักจะศึกษาพิจารณาทางเลือกหลายๆชนิดแล้วตัดสินใจเลือกคำตอบที่ดีที่สุด

2.2.5 การวิเคราะห์โครงสร้าง

การวิเคราะห์โครงสร้าง หมายถึง การวิเคราะห์หาแรงภายในโครงสร้างและการเปลี่ยนตำแหน่งของจุดต่างๆ ใน โครงสร้าง ภายใต้แรงกระทำ เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การยืดรั้ง หรือกิริยากระทำอื่นๆ เช่น การหดตัว การยืดตัว

2.2.5.1 วัตถุต่างๆ ในโครงสร้าง

กล่าวโดยทั่วไปการวิเคราะห์โครงสร้างใดโครงสร้างหนึ่ง ภายใต้แรงกระทำของน้ำหนักบรรทุกหรือแรงภายนอก เรามีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการ ดังนี้

ก. เพื่อหาค่าของแรงภายในชิ้นส่วนต่างๆ ของโครงสร้าง เช่น แรงตามแนวแกน แรงเฉือนโมเมนต์ดัด โมเมนต์บิด ฯลฯ และแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับต่างๆ ของโครงสร้างนั้นๆ ทั้งนี้ก็เพื่อนำค่าต่างๆ เหล่านี้ไปคำนวณออกแบบโครงสร้างที่ปลอดภัย ตามความต้องการทางด้านเสถียรภาพของโครงสร้าง

ข. เพื่อหาค่าของการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือการเคลื่อนที่ต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับโครงสร้าง เช่นการโก่งงอหรือการแอ่นของส่วนโครงสร้าง การเคลื่อนที่ และการหมุนของจุดต่อหรือโครงสร้างทั้งอัน เนื่องจากการกระทำของแรงภายนอกหรือน้ำหนักบรรทุกดังกล่าวทั้งนี้เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและขีดจำกัดของการใช้งานตามความต้องการทางด้านการนำมาใช้งาน

2.2.5.2 กฎเกณฑ์ขั้นพื้นฐานของทฤษฎีโครงสร้าง

ตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นว่า การวิเคราะห์โครงสร้าง คือการทดสอบหุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ของโครงสร้างขนาดจริงและเป็นเพียงการคาดหมายพฤติกรรมต่างๆ ของโครงสร้างภายใต้การกระทำของน้ำหนักบรรทุกหรือแรงภายนอกอย่างการประมาณเท่านั้นคำตอบหรือค่าต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างนั้นจะถือว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องใช้ได้ต้องเป็นไปตามเกณฑ์ขั้นมูลฐานของทฤษฎีโครงสร้างทั้ง 3 ข้อต่อไปนี้

ก. กฎแห่งการสมดุลของแรงและโมเมนต์ กล่าวคือ แรงและโมเมนต์ที่กระทำเข้าไปในระบบภายในต่างๆ เช่นแรงภายในชิ้นส่วนจะต้องอยู่ในสภาพสมดุลกับแรงภายนอก เช่นน้ำหนักบรรทุกและแรงปฏิกิริยาที่กระทำอยู่บนโครงสร้าง ข้อที่สำคัญที่ควรจำประการหนึ่งในการวิเคราะห์โครงสร้างก็คือ ไม่ว่าเราจะพิจารณาโครงสร้างทั้งอันหรือเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งของโครงสร้างแรงต่างๆ ที่กระทำอยู่บนโครงสร้างจะต้องอยู่ในสภาพสมดุลเสมอ

ข. กฎแห่งความต่อเนื่องหรือลักษณะสัมพันธ์ของโครงสร้าง กล่าวคือ โครงสร้างต้องมีความต่อเนื่องไม่ขาดหายจากกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือการยืดหดหรือการเคลื่อนที่ของโครงสร้างจะต้องมีความต่อเนื่องสัมพันธ์กันกับการเคลื่อนที่ของจุดต่อและจุดรับ โครงสร้างที่มีลักษณะเช่นนี้จึงจะเรียกว่าเป็นโครงสร้างที่มันต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

ค. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่หรือภายใต้การกระทำของแรงต่างๆ (ภายนอกหรือภายใน) โครงสร้างทั้งอันหรือชิ้นส่วนโครงสร้างจะมีการยืดหดตัวแปรเปลี่ยนรูปร่างหรือมีการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับชนิด ตำแหน่ง ขนาด และทิศทางของแรงที่มากระทำ และความต้านทานของ

การตอบสนองเหล่านี้ถ้าเป็นที่น่าพอใจ เมื่อเปรียบเทียบขีดจำกัดหรือพิกัดซึ่งจะทำให้โครงสร้างหรือชิ้นส่วนโครงสร้างถึงสถานะสิ้นสุดแล้ว โครงสร้างนั้นก็เรียกได้ว่ามีคุณสมบัติที่ดี สถานะนั้นสุดหมายถึง สถานะซึ่งทำให้โครงสร้างนั้นสิ้นสุดความสามารถในการใช้งานหรือรองรับแรงกระทำได้ เช่นการโก่งงอมากเกินไป การล้า เป็นต้น และคุณสมบัติที่สำคัญๆ ได้แก่

ก. กำลัง โครงสร้างจะต้องมีกำลังเพียงพอที่จะรับแรงกระทำเกินอัตรา ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในอายุการใช้งานได้โดยไม่เกิดการวิบัติ ความต้องการข้อนี้เพื่อให้โครงสร้างใช้งานได้โดยมีความปลอดภัยเพียงพอในระดับความเสี่ยงต่อการวิบัติที่ยอมรับกันทั่วๆ ไป

ข. ความแข็งแรง โครงสร้างจะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอไม่เกิดการโก่งตัวมากเกินไปภายใต้น้ำหนักบรรทุกใช้งาน

ค. ความเสถียร โครงสร้างที่ได้จะต้องมีการยึดรั้งเพียงพอไม่เกิดการเคลื่อนตัวซึ่งทำให้เสียความเสถียรทั้งในระหว่างการก่อสร้างและในขณะการใช้งาน และต้องมีกำลังของความเสถียรเพียงพอ

นอกจากนี้โครงสร้างควรมีความเหนียว สามารถโก่งตัวได้มากพอและไม่วิบัติโดยกะทันหัน ควรมีความคงทนในสภาพบรรยากาศ และการใช้งาน

ในทางปฏิบัติวิศวกรต้องทำการออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้างก็เพื่อกำหนดขนาดชิ้นส่วนและรายละเอียดต่างๆ สำหรับโครงสร้างที่ต้องการ โครงสร้างที่แท้จริงในทางปฏิบัติจะเป็นโครงสร้างสามมิติ และอยู่ภายใต้ความไม่แน่นอนมากมาย การวิเคราะห์ที่ถูกต้องกระทำได้ยากหรืออาจเป็นไปไม่ได้เลย ดังนั้น จึงจะต้องใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโครงสร้างเพื่อให้การวิเคราะห์เป็นไปได้ และการทำง่ายพอสมควรในทางปฏิบัติ (มานพ, 2536)

2.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

2.5.1 ส่วนของค่าใช้จ่าย (Total Cost ;TC)

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

วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหรือลักษณะของโครงสร้างนั้นๆ ด้วย การวิเคราะห์โครงสร้างโดยไม่พิจารณาถึงความสัมพันธ์ของแรงกับการเคลื่อนที่ที่เป็นจริงในทางปฏิบัติแม้ว่าเราจะใช้หุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีความสละสลวยน่าเชื่อถือ คำตอบที่ได้ก็ไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้องใช้ได้แม้แต่นิดเดียว ทั้งนี้เพราะว่าพฤติกรรมของโครงสร้างที่แท้จริงหาได้เป็นไปตามที่การวิเคราะห์โครงสร้างว่าเราได้ตั้งไว้ตรงหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริงหรือไม่มากน้อยเพียงใด ซึ่งทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับว่าต้องการคำตอบละเอียดถูกต้องมากน้อยเพียงใด

2.2.5.3 สมมุติฐานเบื้องต้นของการวิเคราะห์โครงสร้าง

สำหรับในการวิเคราะห์โครงสร้าง เรามักจะตั้งสมมุติฐานเบื้องต้นเพื่อทำให้เกิดความง่ายและสะดวกต่อการคำนวณดังนี้

ก. มักสมมุติว่าวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง เช่น เหล็กกล้า หรือ คอนกรีต ฯลฯกล่าวคือเป็นวัสดุที่มีกราฟเส้นของความเค้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเครียด สมมุติฐานนี้จะมีความถูกต้องก็ต่อเมื่อความเค้นที่เกิดขึ้นในวัสดุจะต้องไม่มากเกินกว่าขีดจำกัดความยืดหยุ่นของวัสดุนั้น นอกจากนี้เรายังสมมุติอีกว่าวัสดุที่ทำให้ส่วนหนึ่งๆ ของโครงสร้างเป็นเนื้อเดียวกันตลอดและมีคุณสมบัติในการรับแรงหรือบรรทุกน้ำหนักเหมือนกันทุกทิศทุกทาง

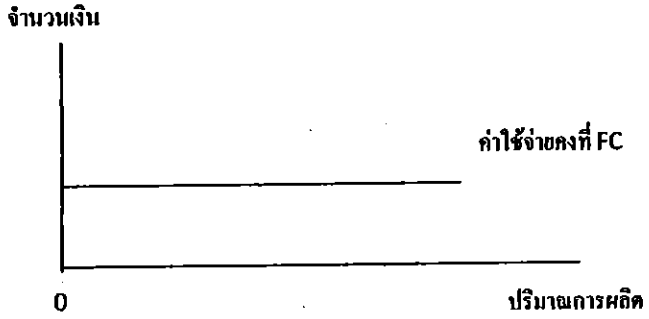
ข. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือการเคลื่อนที่ต่างๆ ที่จะทำให้เกิดขึ้นอันเนื่องจากแรงกระทำภายนอกหรือน้ำหนักบรรทุกมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับขนาดของโครงสร้างนั้นๆ และเราสามารถเขียนสมการสมดุลได้จากโครงสร้างที่ต้องการวิเคราะห์โดยไม่มีผลทำให้การวิเคราะห์คลาดเคลื่อนไปจากค่าจริงมากเท่าไรนัก

2.2.5.4 โครงสร้างที่แท้จริงและไอดีลไลเซชันของโครงสร้างที่แท้จริง

สมมุติว่าเราต้องการโครงสร้างหนึ่งเพื่อประโยชน์การใช้สอยบางอย่าง โครงสร้างนี้สร้างขึ้นได้โดยการนำวัสดุมาก่อสร้างตามแบบที่ต้องการ วัสดุนั้นอาจเป็น ไม้ เหล็ก คอนกรีต หรืออื่นๆ ซึ่งมีคุณสมบัติและความสม่ำเสมอในคุณภาพแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุและกรรมวิธีการผลิต โครงสร้างนั้นจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งอาจเป็นเสา พื้น คาน หรืออื่นๆ ต่อกันที่ข้อต่อหรือแนวต่อ ในการสร้างนั้นอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น เช่น ความคลาดเคลื่อนทางด้านรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นส่วนเรียกว่าชิ้นส่วนมีความไม่สมบูรณ์เบื้องต้น นอกจากนี้ยังอาจเกิดหน่วยแรงเริ่มแรกจากการก่อสร้างเช่น หน่วยแรงค้างจากการเชื่อม เป็นต้น

โครงสร้างที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว จะอยู่ภายใต้ของแรงของอิทธิพลของแรงที่กระทำและกิริยากระทำ แรงกระทำอาจเป็นแรงสถิตหรือแรงจลน์ ซึ่งอาจทำให้ผลการกระแทกหรือเกิดแรงกระทำซ้ำๆ หรือการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของภาระงานที่โครงสร้างได้รับ เป็นต้น

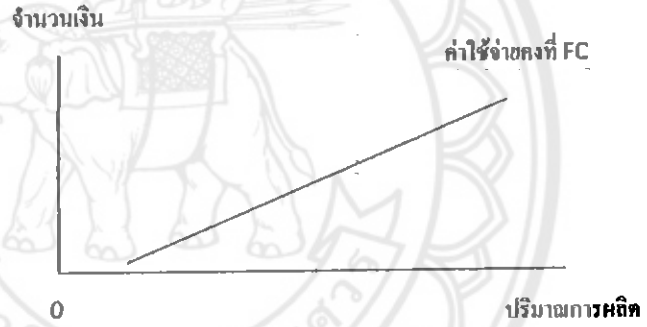
ภายใต้แรงหรือกิริยาที่กระทำกับโครงสร้างดังกล่าว โครงสร้างจะมีการตอบสนองเนื่องจากวัสดุทั่วๆ ไปจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างภายใต้กิริยากระทำ ดังนั้นชิ้นส่วนเล็กๆ ทุกชิ้นส่วนภายในโครงสร้างจะเกิดความเครียดขึ้น ยังส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนตำแหน่งของจุดต่างๆ แรงภายในที่เกิดขึ้น(ถ้ามี)ก็ต้องอยู่ในสมดุลกับแรงกระทำภายนอก (สำหรับสภาวะสถิต)



รูปที่ 2.1 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายคงที่

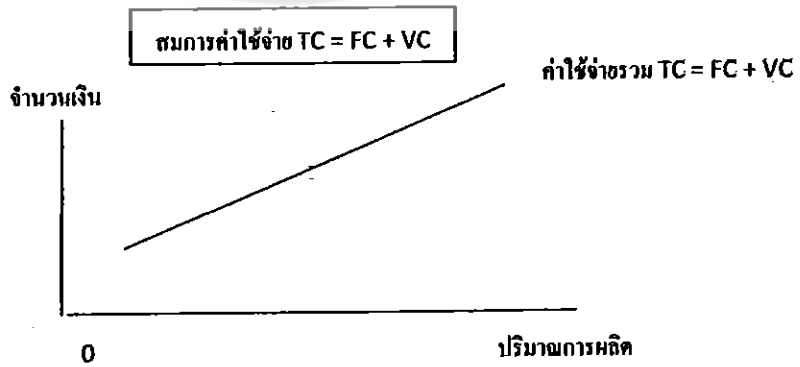
ที่มา : กานต์ (2549)

2.5.1.2 ค่าใช้จ่ายแปรผัน (Variable Cost ; VC) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่**แปรผันปริมาณการผลิต** เช่น ค่ากระดาษในร้านถ่ายเอกสาร ถ้าถ่ายเอกสารมากก็จะใช้กระดาษมาก **ค่ากระดาษก็จะเพิ่ม**ขึ้นตาม หรือค่าแรงต่อหน่วย เป็นต้น



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายแปรผัน

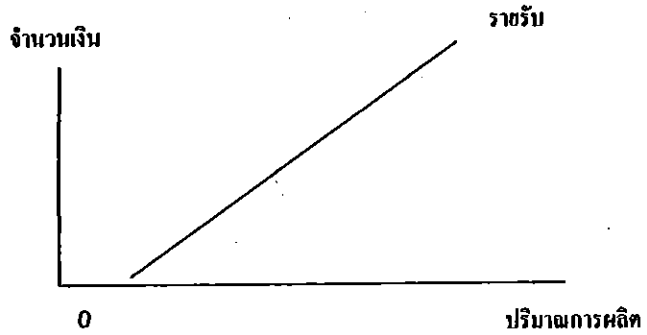
ที่มา : กานต์ (2549)



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงสมการค่าใช้จ่ายรวม

ที่มา : กานต์ (2549)

2.5.2 ส่วนของรายได้ (Revenue ; R) หมายถึง ส่วนที่เป็นรายรับหรือรายได้จากการขายจะได้จากราคาขายคูณปริมาณการผลิต

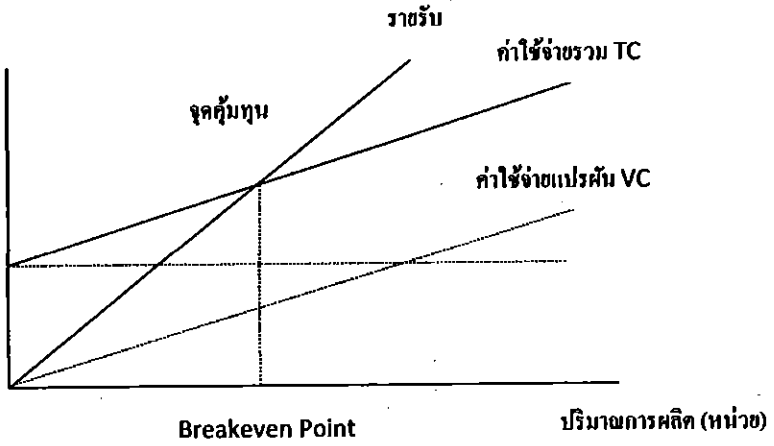


รูปที่ 2.4 กราฟแสดงส่วนของรายได้

ที่มา : กานต์ (2549)

2.5.3 แผนภูมิจุดคุ้มทุน

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



รูปที่ 2.5 กราฟแสดงจุดคุ้มทุน

ที่มา : กานต์ (2549)

2.5.4 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนกรณีโครงการเดียว

กรณีโครงการเดียว จุดคุ้มทุนจะเกิดจากเส้นรายรับ (R) ตัดกับเส้นค่าใช้จ่าย (TC) ซึ่งจุดนี้สามารถคำนวณได้จากสมการ

โดยที่ ค่าใช้จ่ายรวม TC = ค่าใช้จ่ายคงที่ FC + ค่าใช้จ่ายแปรผัน VC **(2.1)**

2.5.5 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) หมายถึงมูลค่าที่เทียบเท่าปัจจุบันมูลค่าเมื่อเทียบเท่าของเงินทั้งระบบ ณ ปีที่ 0

ข. มูลค่าเทียบเท่าอนาคต (Future Worth;FW) หมายถึงมูลค่าเมื่อเทียบเท่าของเงินทั้งระบบ ณ ปีที่ n (ปีสุดท้ายของแผนผังการไหลของเงิน)

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

2.4 การเลือกวัสดุ

2.4.1 เหล็กใบผาน

เพื่อให้ใบผานมีสมบัติเชิงกลที่สูงเหมาะสมกับการใช้งาน กล่าวคือต้องมีทั้งความแข็งและความแกร่งสูง ดังนั้นชนิดเหล็กกล้าที่เหมาะสมควรมีปริมาณคาร์บอนปานกลางและต้องสามารถอบชุบทางความร้อนแล้วได้ความแข็งไม่ต่ำกว่า 48 HRC เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางแม้จะสามารถอบชุบให้ได้ความแข็งที่ต้องการแต่มีข้อจำกัดในเรื่องอัตราการเย็นตัววิกฤติที่สูง จึงไม่เหมาะกับกรณีที่ต้องการขึ้นรูปก่อนแล้วตามด้วยการชุบ เหล็กกล้าโบรอนเหมาะสมมากที่สุด แต่มีข้อจำกัดในด้านความแพร่หลายในเชิงพาณิชย์และอาจมีปัญหาด้านการจัดหา จึงต้องพิจารณาเหล็กกล้าผสมต่ำมาทดแทน กลุ่มเหล็กกล้าผสมต่ำ ที่น่าจะเป็นไปได้คือSCM435 แต่ hardenability ของ SCM435 นั้นไม่ดีเทียบเท่าเหล็กกล้าผสมโบรอน จึงต้องวิเคราะห์ออกแบบโดยต้องคำนึงถึงการควบคุมอุณหภูมิเป็นสำคัญ

2.4.2 สปริง

สปริงเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่รับภาระ แล้วจะเกิดการเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่น งานทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปนี้จะเป็นพลังงานศักย์ที่สะสมในสปริง เมื่อคลายภาระที่กระทำต่อสปริงออกพลังงานนี้จะสูญหายไป

บทบาทหน้าที่ของสปริงตัวอย่างหน้าที่การทำงานของสปริงก็คือ การรับแรงกระแทกแรงสั่นสะเทือน (รับแรงสั่นสะเทือนของยานยนต์ ยางสปริงในคลัตช์ สปริงคลัตช์) ในกระบอกสูบนิวเมติกส์จะมีสปริงช่วยดันให้ลูกสูบกลับตำแหน่งเดิม เป็นพลังงานกดอัดที่สะสมช่วยในการพาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลให้หมุนตาม

วัสดุสปริงที่เป็นโลหะส่วนใหญ่จะใช้เหล็กกล้าสปริงที่ผ่านการชุบแข็ง การอบชุบ หรือขึ้นรูปขณะเย็น ให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ เหล็กกล้าสปริงส่วนใหญ่จะเป็นเหล็กกล้าไม่เจือหรือเหล็กกล้าเจือซิลิกอนและโครเมียม (มานพ, 2536)

2.5 ผลมะพร้าว

ผล คือ รังไข่ที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว รังไข่ดังกล่าวอาจเจริญเปลี่ยนแปลงมาภายหลังการปฏิสนธิ ผลประกอบด้วยส่วนที่สำคัญที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากผนังรังไข่ (Ovarywall) เรียกว่า เพริคาร์พ (Pericarp) ห่อด้วยส่วนของเมล็ดที่อยู่ภายใน เพริคาร์พในผลแต่ละชนิดมลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งอาจแบ่งได้ 3 ส่วน คือ

เอกโซคาร์พ (Exocarp) เป็นเปลือกชั้นนอกสุด มีลักษณะต่างๆ กันออกไป เช่น แข็ง เรียบ เรียว เหนียวเป็นมัน ขรุขระ เป็นต้น ประกอบด้วยเอพิเดอร์มิสชั้นเดียวหรือหลายชั้นก็ได้

มีโซคาร์พ (Mesocarp) เป็นเปลือกชั้นกลาง ผลไม้บางชนิดเปลือกชั้นนี้จะบางมาก และมีส่วนของท่อน้ำ ท่ออาหารอยู่ด้วย

เอนโดคาร์พ (Endrocarp) เป็นส่วนชั้นในสุด ประกอบด้วยเซลล์ที่มีความหนาเพียงชั้นเดียวหรือหลายชั้น จนมีลักษณะหนามาก บางชนิดก็เป็นเนื้ออ่อนนุ่ม ใช้รับประทานได้

เพริคาร์พในผลไม้ต่างชนิดกันมีลักษณะแตกต่างกันไป ผลไม้บางชนิดเพริคาร์พเชื่อมกันจนแยกชั้นต่างๆ ได้ยากมาก หรือแยกไม่ออก เช่น ข้าวโพด ถั่วเขียว ถั่วเหลือง บางส่วนของเปลือกชั้นนอกและชั้นกลางเชื่อติดกัน หรือแยกกันไม่เด่นชัด เช่นมะเขือเทศ มะละกอ ฟัก แต่เพริคาร์พของพืชอีกหลายชนิด สามารถแยกได้เป็น 3 ส่วน เช่น มะม่วง พุทรา มะพร้าว เป็นต้น

การจำแนกประเภทของผล สามรภแบ่งได้โดยอาศัยลักษณะต่างๆ ของผลหลักในการจะแนกได้แก่ โครงสร้างของดอกที่เจริญกลายเป็นผล จำนวนและชนิดของรังไข่ จำนวนตาร์เพลในรังไข่ ลักษณะของเพริคาร์พเมื่อผลแก่ ลักษณะการแตกหรือไม่แตกของพาริคาร์พเมื่อแก่ ตลอดจนส่วนอื่นๆ ของดอกที่เจริญเป็นส่วนประกอบของผล

ผลเดี่ยว (simplefrui) คือผลที่เจริญเติบโตออกมาจากรังไข่อันเดียวกันภายในดอกหนึ่งๆ รังไข่นี้อาจประกอบด้วยตารเพลเดียวหรือหลายคาร์เพลเชื่อมกัน ดอกเป็นชนิดดอกเดียวหรือช่อดอกก็ได้ผลเดี่ยวยังสามารถจำแนกได้ตามลักษณะของเพริคาร์พได้เป็น ผลสดและผลแห้ง

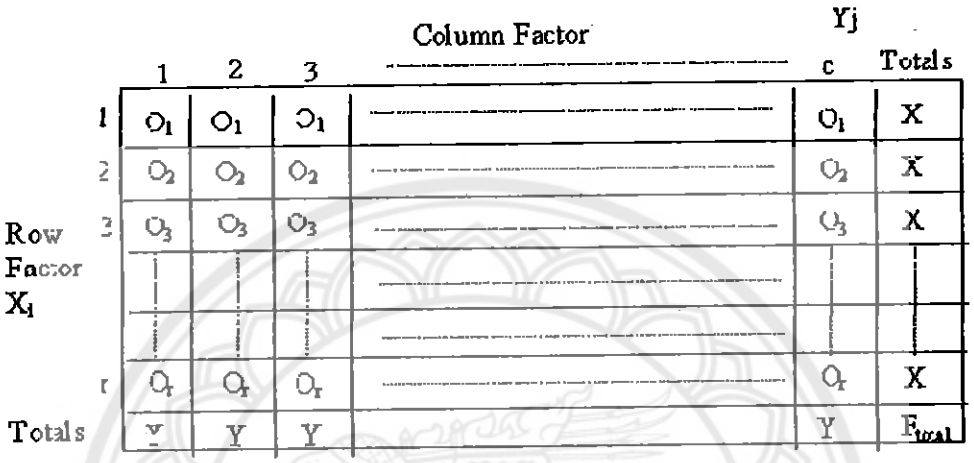
ผลสด เป็นผลเดี่ยวที่เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วมีเนื้อนุ่มและสดจำแนกได้ดังนี้

ดรูป (drupe) เป็นผลสดชนิดที่เพริคาร์พแบ่งเป็น 3ชั้น เอนโดคาร์ปนั้นจะมีความแข็งแรงมากอาจเรียกว่า สโตนฟรุต เอนโดคาร์พมักติดกับเปลือกหุ้มเมล็ดซึ่งมีอยู่เมล็ดเดียวมีโซคาร์พเป็นเนื้อนุ่มหรือเป็นเส้นเหนียวๆ ส่วนเอกโซคาร์พเรียบเป็นมันมีคาร์เพลเดียวหรือหลายคารเพล เช่น มะม่วง พุทรา มะปราง มะพร้าว

ผลแห้ง เป็นผลเดี่ยวที่เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วเพริคาร์พจะแห้งจำแนกย่อยได้เป็นผลแห้งแตกเองและผลแห้งแล้วไม่แตก

2.6 การทดสอบความเป็นอิสระต่อกันของสองตัวแปร

บางครั้งเรามีข้อมูลลักษณะเป็นกลุ่ม (Category data) อยู่สองกลุ่ม เช่น เครื่องจักรกับชิ้นงานที่ผลิตได้ เพศของนักเรียนกับคณะที่เลือกอันดับหนึ่งในการสอบเข้าเรียนต่อในมหาวิทยาลัย เป็นต้น เราต้องการจะพิสูจน์ว่าตัวแปรที่หนึ่งเป็นเหตุหรือมีผลต่อตัวแปรที่สองหรือไม่ เครื่องมือที่ใช้เพื่อทำการทดสอบข้อมูลลักษณะนี้ เราเรียกว่า ContingencyTable หรือบางครั้งก็เรียก Chi-square test



รูปที่ 2.6 Contingency Table

ที่มา : http://www.statistics.ob.tc/contingency.htm

2.6.1 การตั้งสมมติฐาน

จุดประสงค์ของการทดสอบคือ เราต้องการทราบความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรสองตัวแปร รูปแบบการตั้งสมมติฐานจะต้องเป็นตามรูปแบบต่อไปนี้

Ho: Factor 1 ไม่ขึ้นอยู่กับ Factor 2 (2.2)

Ha: Factor 1 ขึ้นอยู่กับ Factor 2 (2.3)

กำหนดค่า *Alpha* หรือกำหนดระดับนัยสำคัญ โดยปกติเราให้ $\alpha = 0.05$ ในกรณีนี้ เราใช้ $\alpha 2$ เป็น *Test statistic* (รศ.ดร.ประไพศรี, 2551)

2.7 โปรแกรมช่วยออกแบบทางคอมพิวเตอร์ (Auto CAD)

AutoCAD เป็นโปรแกรม หรือ Software ที่พัฒนาโดยบริษัท Autodesk, Inc. USA.

CAD ย่อมาจาก Computer Aided Design หรือ Computer Aided Drafting ซึ่งความหมายของ Design กับ Drafting อาจจะใช้กันคนละแง่ในงานแต่ละงาน

- การ Design คือการคำนวณเพื่อให้ได้ขนาดโครงสร้างออกมาในงานสถาปัตยกรรม
- การ Drafting คือการเขียนให้ได้รูปร่างและสัดส่วนออกมาตามขนาดต่างๆ

ดังนั้น AutoCAD ก็คือโปรแกรมที่ช่วยในการเขียนแบบต่างๆ ทางด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรม การศึกษา การโฆษณา การสื่อสารและอื่นๆ อีกมากมาย AutoCAD จะเก็บข้อมูลแบบมีตำแหน่งและทิศทาง ซึ่งเราเรียกว่าแบบ Vector จะมีความแตกต่างกับแบบ Raster ซึ่งจะเก็บข้อมูลแบบเป็น Point หรือ Pixel

2.7.1 ลักษณะทั่วไปของ AutoCAD จะมีอยู่ 3 อย่างด้วยกันดังนี้

2.7.1.1 ลักษณะของการมองเห็น

รูปที่ทำการเขียนใน AutoCAD จะมีลักษณะเหมือนการมองผ่านกล้องถ่ายภาพ ซึ่งถ้าเรามองในระยะไกลก็จะเห็นภาพรวมทั้งหมดที่เราเขียน แต่จะมองไม่เห็นรายละเอียดถ้าเป็นรูปขนาดใหญ่ แต่ถ้าใช้วิธีการซูมดึงรูปเข้ามาในระยะใกล้ก็จะเห็นรายละเอียดชัดขึ้น ซึ่งในการเขียนรูปด้วย AutoCAD ก็จะมีการย่อหรือขยายที่เรียกว่าการ Zoom in หรือ Zoom out

2.7.1.2 มาตราส่วนของการเขียนรูป

การเขียนรูปด้วย AutoCAD จะเป็นการเขียนรูปแบบ Full Scale ซึ่งจะต่างกับการเขียนรูปด้วยมือ โดยทั่วไปจะใช้สเกลนั้นๆ มาจับเช่น 1:100, 1:50, 1:25 เป็นต้น ยกตัวอย่างเช่น ถ้ากำหนดให้ 1 drawing unit = 1 เมตร จะหมายถึงระยะของรูปต่างๆ บนจอภาพ 1 drawing unit เท่ากับ ความยาว 1 เมตร เสมอ

2.7.1.3 ตำแหน่งของรูปที่เขียน

เราสามารถเคลื่อนย้ายรูปหรือลบรูปที่ไม่ต้องการออกได้ตลอดเวลาและทำได้ง่าย ด้วย โดยไม่ต้องสิ้นเปลืองวัสดุ เช่น กระดาษ ยางลบ หรือในการเขียน รูปใหม่ที่เหมือนกันก็ใช้วิธี copy โดยไม่ต้องเขียนรูปใหม่ทั้งรูป

2.7.2 เริ่มต้นรันโปรแกรม AutoCAD 2007

เมื่อติดตั้งโปรแกรม AutoCAD 2007 เรียบร้อยแล้ว เราสามารถเปิดโปรแกรมขึ้นมาใช้งานได้ดังนี้

- ดับเบิ้ลคลิกไอคอน AutoCAD 2007 บนเดสก์ท็อป
- บนหน้าต่าง AutoCAD Workspaces ให้เลือกประเภทของการเขียนแบบ
- คลิกปุ่ม OK
- จะ AutoCAD Classic สำหรับทำงานหรือเขียนแบบบนหน้าต่างพื้นที่ได้หน้าต่างของ New Features Workshop ให้คลิกเลือกข้อใดข้อหนึ่ง
- คลิกปุ่ม OK จะได้หน้าต่างที่แสดงพื้นที่เขียนแบบ 2 มิติ แบบดั้งเดิมที่แสดงหน้าต่างของ Tool Palette และ Sheet Set Manager เพิ่มจากหน้าต่างแบบเก่ารู้จักส่วนประกอบของ AutoCAD 2007 Menu Bar

2.7.3 Toolbars

ประกอบด้วยไอคอนของกลุ่มคำสั่งต่างๆที่จัดไว้เป็นชุดในแต่ละทูลบาร์

2.7.4 Drawing Window

เป็นพื้นที่ที่ใช้เขียนและแสดงงานเขียนแบบหรือกราฟิกต่างๆ ที่มุมล่างซ้ายของ Drawing Window มีเครื่องหมายของแกน xy และสี่เหลี่ยมที่จุดตัดกันของแกน ซึ่งเรียกว่า ไอคอน wcs ลักษณะของเคอร์เซอร์เป็นรูปกากบาท

2.7.5 Model Tab และ Layout Tabs

เป็นแท็บที่คลิกเลือกเพื่อสลับการทำงานระหว่างหน้าต่างการทำงานแบบขณะทำงานบนหน้าต่างของแท็บModel ซึ่งเป็นโหมดของแท็บ Model กับ Layout โดยปกติเราจะเขียนแบบและแก้ไขของ Model Space ส่วนหน้าต่างของแท็บ Layout ในโหมดของ Paper Space จะใช้ในการเขียนข้อความ บอกขนาดชิ้นงาน และจัดวางแบบสำหรับงานเขียนพิมพ

2.7.6 Command Window

โดยปกติแล้ว Command Window จะอยู่ด้านล่างระหว่างพื้นที่เขียนแบบกับแถบงาน ขณะที่พิมพ์คำสั่งเพื่อสั่งงานโดยตรงบน Command line หรือคลิกคำสั่งบนทูลบาร์นั้นที่บริเวณ Command Window นี้จะปรากฏลำดับข้อความโต้ตอบระหว่างผู้เขียนแบบกับโปรแกรม เพื่อทำคำสั่งนั้นให้เสร็จสมบูรณ์

2.7.7 Status Bar

บริเวณแถบงานหรือ Status Bar จะประกอบด้วยค่าพิกัดหรือตำแหน่งของ Crosshairs และปุ่มของโหมดการทำงานต่างๆ

2.7.8 การกำหนดเลเยอร์ในการเขียนแบบ

การเขียนแบบที่มีองค์ประกอบหลายส่วน เช่น แบบของอาคาร จะประกอบด้วยภาพของเสา ผนัง เฟอร์นิเจอร์ และเส้นบอกขนาด เนื่องจากมีรายละเอียดซับซ้อน ดังนั้นเราควรแบ่งวัตถุต่างๆ ออกเป็นกลุ่มและจัดให้กลุ่มวัตถุที่มีลักษณะเหมือนกันอยู่บนเลเยอร์เดียวกัน เช่น เขียนเสาและผนังอยู่บนเลเยอร์ที่ชื่อ Walls เขียนเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ ในแบบให้อยู่ในเลเยอร์ชื่อ Fumiture และเขียนเส้นบอกขนาดและข้อความอยู่บนเลเยอร์ชื่อ Dim เป็นต้น

2.7.9 การกำหนดขนาด Linetype Scale

ในกรณีที่เขียนภาพไปก่อนปรับขนาด Linetype Scale โปรแกรมจะยังไม่ได้ปรับมาตราส่วนของเส้นให้ตามที่กำหนด เราต้องRegenerate จอภาพ โดยใช้คำสั่ง View Regen เพื่อปรับการแสดงผลของจอภาพด้วย

2.7.10 การบอกขนาดวัตถุ

การบอกขนาดชิ้นงาน เป็นกระบวนการที่สำคัญในการเขียนแบบ ทำให้ไฟล์เขียนแบบนั้นสมบูรณ์ สามารถนำไปสร้างชิ้นงานจริงได้ การบอกขนาด(Dimension) คือการเสดงค่าที่ได้จากการวัดระยะรูปภาพหรือวัตถุ เพื่อบ่งบอกถึง ระยะทาง มุมระหว่างวัตถุ หรือค่าตามพิกัด X-Y โปรแกรม AutoCAD ได้จัดเตรียมคำสั่งสำหรับบอกขนาดลักษณะต่างๆไว้ (รศ.จำรูญ, 2547)

2.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

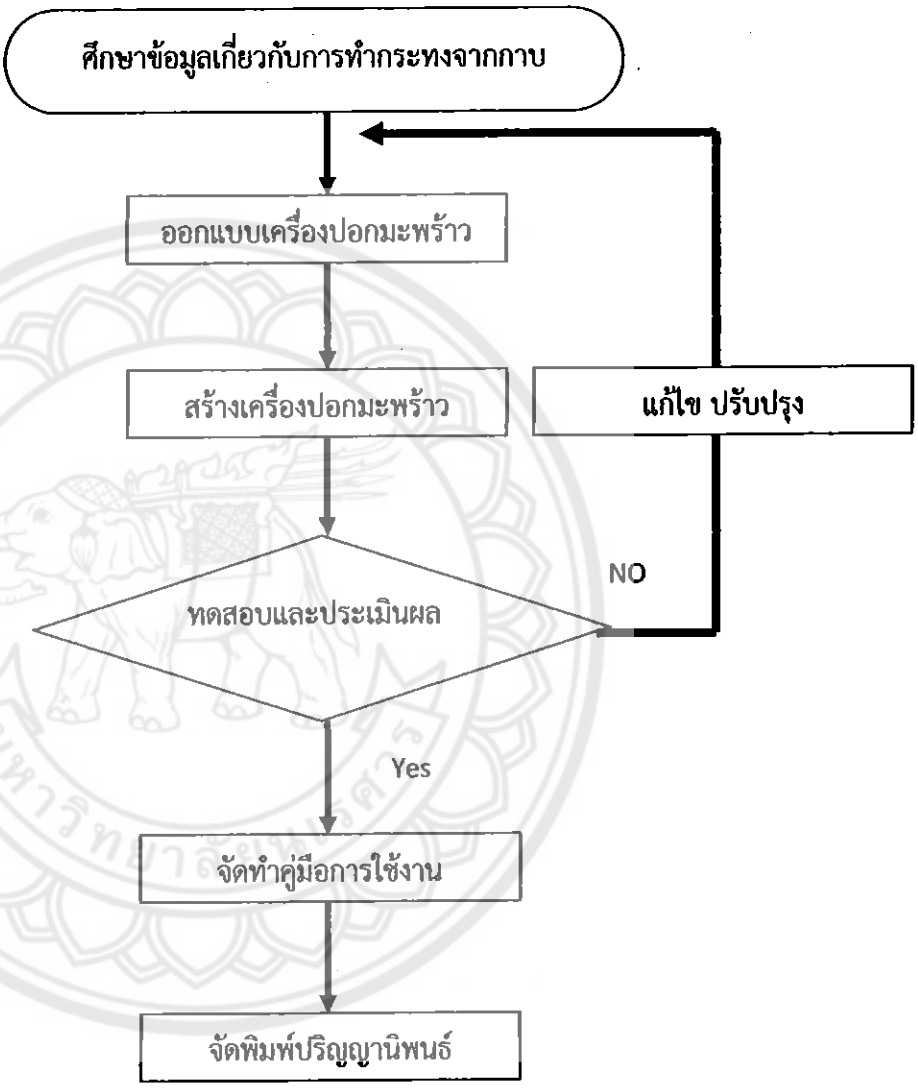
กฤษฎา พรมอยู่ สมเพชร ทะริน และเนตรนภา ขันแข็ง (2550) ประดิษฐ์เครื่องแบนกล้วยตาก มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องแบนกล้วยตาก ที่สามารถนำไปใช้ในการผลิตกล้วยตากชนิดแบน เพื่อช่วยเพิ่มกำลังการผลิตให้สูงขึ้นเพียงพอต่อความต้องการของตลาด โดยเครื่องแบนกล้วยตากมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือส่วนของแม่พิมพ์ ส่วนของโครงสร้าง และส่วนของระบบส่งกำลัง ซึ่งเป็นระบบนิวเมติกส์ และเครื่องมีขนาดความกว้าง 75 เซนติเมตร ความยาว 100 เซนติเมตร และความสูง 77 เซนติเมตรโดยการทำงานจะใช้ระบบนิวเมติกส์ส่งกำลังลมไปยังกระบอกสูบที่ติดกับแม่พิมพ์แผ่นบน ซึ่งระหว่างแม่พิพ์แผ่นบนกับแผ่นล่างจะมีระยะห่างเท่ากับความหนาของกล้วยที่ต้องการ และในส่วนของโครงสร้างและตัวแม่พิมพ์

วันเฉลิม ผึ้งยิ้ม และปริญญา ศรีพรหมตระกูล (2552) ประดิษฐ์เครื่องผ่าลูกมะพร้าว เพื่อช่วยให้ผู้ประกอบการได้ลดระยะเวลา และเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน โดยเครื่องผ่าลูกมะพร้าวมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ ส่วนของระบบส่งกำลัง ส่วนของระบบตัด และส่วนของระบบรับแรง โดยเครื่องผ่าลูกมะพร้าวมีขนาด 80 x 80 x 100 เซนติเมตร ใช้กระแสไฟฟ้า 220 โวลล์เพื่อให้เครื่องสามารถทำการผ่าลูกมะพร้าวได้ในเวลาที่น้อยกว่าการผ่าด้วยมือ จากการทดสอบเครื่องผ่าลูกมะพร้าว พบว่า เครื่องสามารถผ่าลูกมะพร้าวได้ โดยมะพร้าวที่ได้มีลักษณะเป็นสองซีกๆ ละเท่ากัน ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน

จากข้อมูลโครงงานดังกล่าวได้นำข้อมูลในส่วนของระบบนิวเมติกส์มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องปอกเปลือกมะพร้าวเนื่องจากมีความปลอดภัย สามารถปรับความเร็วในระบบได้ง่ายและสะดวกในการติดตั้ง ส่วนประกอบของเครื่องจะประกอบด้วยส่วนหลักๆ คือ ส่วนของชุดปั๊มลม ส่วนควบคุมทิศทางและปรับคุณภาพแรงอัด ส่วนกลไกการแยกกาบมะพร้าว และส่วนของโครงสร้างเครื่อง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

แผนผังการดำเนินงาน



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการทำโครงงาน

3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการทำฐานกระทงจากกาบมะพร้าว

สอบถามถึงวิธีการทำกระทงจากกลุ่มหมู่บ้านจากตำบลลานดอกไม้ตก อำเภอโกสัมพีนคร จังหวัดกำแพงเพชร พบว่าขั้นตอนการปอกมะพร้าวเพื่อนำมาทำเป็นฐานของกระทงโดยวิธีแบบเดิมที่ชาวบ้านใช้กันอยู่นั้นมีความยุ่งยากและอันตราย

3.2 ออกแบบเครื่องปอกมะพร้าว

หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการพัฒนาโดยนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาโดยนำวิธีการใหม่ๆ ซึ่งต้องอาศัยความละเอียด และความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบลักษณะของเครื่องปอกมะพร้าว เครื่องปอกมะพร้าวที่ต้องการสร้างขึ้นจะต้องสามารถปอกเปลือกมะพร้าวเป็น 3 ส่วนได้ และยังสามารถปรับระดับความสูงต่ำได้ในส่วนของส่วนจับยึด (fixture) เพื่อความเหมาะสมกับขนาดของลูกมะพร้าวได้

3.3 วิธีการสร้างเครื่องปอกมะพร้าว

3.3.1 ส่วนประกอบของเครื่องปอกมะพร้าว

3.3.1.1 เหล็กเพลาตัน

3.3.1.2 ใบผาน

3.3.1.3 สปริง

3.3.1.4 เหล็กแผ่น

3.3.1.5 ฐาน

3.3.1.6 น๊อต

3.3.2 จัดหาวัสดุอุปกรณ์

3.3.2.1 หาวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากการใช้งาน เพื่อเป็นการลดต้นทุน

3.3.2.2 ในส่วนของวัสดุที่ไม่สามารถหาได้จากวัสดุเหลือใช้มีความจำเป็นต้องทำการจัดซื้อเองหรือสั่งซื้อจากภายนอก

3.3.2.3 จัดหาเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีความจำเป็นต่อกระบวนการประกอบ ติดตั้งและ แปรรูปชิ้นส่วนที่นำมาเป็นส่วนประกอบของเครื่องปอกมะพร้าว

3.3.3 ออกแบบโครงสร้างหลักและกระบวนการทำงาน

3.3.3.1 เป็นเครื่องปอกมะพร้าวที่ทำงาน โดยอาศัยกลไกลการทำงานของระบบคานแบบคานงัดเพื่อให้ปลายมีดถ่างออก โดยอาศัยแรงกดจากคน ซึ่งใบมีดจะติดกับชุดกลไกลสามารถถ่างออกได้เมื่อมีแรงกดลงที่ด้ามกด ใบมีดทั้ง 3 ใบสามารถถ่างออกจากกันได้ระยะห่างจากกันมากที่สุดเท่ากับ 18 เซนติเมตร

3.3.3.2. สามารถทำการปอกมะพร้าวใน 1 ชั่วโมง ได้จำนวนอย่างน้อย 30 ลูก

3.3.4 ดำเนินการประกอบและติดตั้งเครื่องปอกมะพร้าว

ประกอบและติดตั้งชิ้นส่วนอุปกรณ์ให้ตรงตามแบบที่กำหนดไว้

3.4 ทดสอบและประเมินผล

3.4.1 ผู้จัดทำโครงงานทำการจับเวลาการทำงานของเครื่องปอกมะพร้าวในการปอกมะพร้าวแต่ละลูกและหาค่าเฉลี่ย

3.4.2 ผู้จัดทำโครงงานทำการจับเวลาการทำงานของคนปอกมะพร้าวแบบเดิมในแต่ละลูกและหาค่าเฉลี่ย

3.4.3 นำข้อมูลที่ได้มาตั้งสมมุติฐานและทดสอบเชิงสถิติ

3.4.4 ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องปอกมะพร้าวและหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

พบว่า กลไกของชุดมีดเกิดความติดขัดเมื่อออกแรงกดคานส่งกำลัง ฐานรับแรงไม่สมดุล ผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงมากขณะใช้เครื่องปอกมะพร้าว และน้ำหนักรวมของเครื่องปอกมะพร้าวมีน้ำหนักมากเกินไปทำให้เคลื่อนย้ายได้ยาก

3.5 ปรับปรุงแก้ไขเครื่องปอกมะพร้าว

เมื่อทดสอบและประเมินผลเสร็จแล้วทำให้ทราบถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับเครื่องปอกมะพร้าว จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข โดยเริ่มจากการออกแบบ ประกอบและติดตั้งเครื่องใหม่

3.6 ทำการทดสอบและประเมินผลครั้งที่ 2

เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการแก้ไขปรับปรุงเครื่องปอกมะพร้าวแล้ว ทำการทดสอบและประเมินผลครั้งที่ 2 หากพบข้อผิดพลาดจากผลการทดสอบให้ทำปรับปรุงแก้ไขโดยออกแบบและติดตั้งเครื่องปอกมะพร้าวใหม่

3.7 จัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องปอกมะพร้าว

ภายในคู่มือจะมีลักษณะสำคัญของเครื่องปอกมะพร้าว ข้อควรปฏิบัติก่อนการใช้งานเครื่องปอกมะพร้าวและขั้นตอนในการทำงาน การบำรุงรักษาเครื่องปอกมะพร้าว

3.8 จัดพิมพ์ปริญญานิพนธ์

เมื่อได้ทำการศึกษาข้อมูลในส่วนต่างๆ เรียบร้อยแล้ว จึงนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาดำเนินการจัดทำเป็นปริญญานิพนธ์ และนำเสนอต่อไป

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 การสร้างเครื่องปอกมะพร้าวตามหลักการออกแบบ

โดยหลักการออกแบบควรคำนึงถึงนั้นมี 7 ประการคือ

- หน้าที่ใช้สอย (Function)
- ความปลอดภัย (Safety)
- ความแข็งแรง (Construction)
- ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomics)
- ราคา (Cost)
- การซ่อมแซมง่าย (Maintenance)
- วัสดุและการผลิต (Material and production)

4.1.1 หน้าที่ใช้สอย

หน้าที่ใช้สอยเครื่องปอกมะพร้าวมีเป้าหมายที่วางไว้ คือสามารถปอกเปลือกมะพร้าวให้ออกเป็นสามส่วนเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ชาวบ้านในการนำกาบมะพร้าวไปผลิตเป็นฐานกระทง

4.1.2 ความปลอดภัย

กระบวนการปอกมะพร้าวโดยใช้เครื่องปอกมะพร้าวต้องสามารถลดอุบัติเหตุที่เกิดจากกระบวนการปอกมะพร้าวโดยใช้แรงงานคนในการปอกมะพร้าว ยกตัวอย่างเช่น การออกแบบตัวจับยึดเพื่อทำหน้าที่ในการจับยึดลูกมะพร้าวแทนการใช้มือจับลูกมะพร้าวของกระบวนการปอกมะพร้าวแบบดั้งเดิม

4.1.3 ความแข็งแรง

วัสดุที่นำมาใช้ประกอบโครงสร้างเครื่องทำจากโลหะเหล็ก และส่วนที่ต้องรับแรงมาก จะเลือกใช้เหล็กเพลาตัน เช่น ส่วนของโครงสร้างฐานและเสารองรับกลไกชุดมีด

4.1.4 ความสะดวกสบายในการใช้

กระบวนการในการปอกมะพร้าวแบบดั้งเดิม ผู้ปฏิบัติงานต้องนั่งทำงานโดยวางมะพร้าวไว้กับพื้น ซึ่งผู้ปฏิบัติงานต้องก้มเพื่อใช้มีดสับลูกมะพร้าวซึ่งหากปฏิบัติงานเป็นระยะเวลานานจะส่งผลให้

เกิดอาการเมื่อยล้า ผู้จัดทำโครงงานจึงทำการออกแบบให้ใช้ด้ามกดในการกดแยกกาบมะพร้าว ออกแบบให้มีความสูงของด้ามกดเหมาะสมกับท่ายืนของผู้ปฏิบัติงาน

4.1.5 ราคา

ปัจจัยด้านราคา ต้นทุนที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่อง ทางผู้จัดทำโครงงานได้วางแผนลดต้นทุนด้านการเลือกใช้วัสดุที่เหลือใช้ หรือวัสดุที่หาได้ง่ายตามท้องตลาด

4.1.6 การซ่อมแซมง่าย

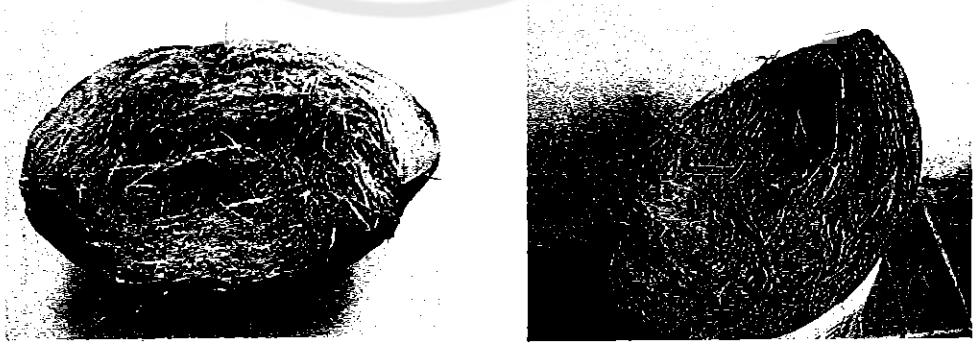
ในส่วนของกลไกต่างๆ สามารถถอดประกอบออกได้ ทำให้ง่ายต่อการซ่อมแซมและเปลี่ยนอะไหล่

4.1.7 วัสดุและการผลิต

การเลือกวัสดุที่จะนำมาใช้ในการประกอบเครื่องจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุว่ามีความเหมาะสมกับการนำไปใช้หรือไม่และต้นทุนที่ใช้ในการประดิษฐ์เครื่อง ทางผู้จัดทำโครงงานได้วางแผนลดต้นทุนด้านการเลือกใช้วัสดุที่เหลือใช้ หรือวัสดุที่หาได้ง่ายตามท้องตลาด

4.2 รับรู้ความต้องการ

จากการสำรวจขั้นตอนการผลิตกระทงจากกาบมะพร้าวพบว่า ในขั้นตอนการผลิตส่วนฐานกระทงนั้นชาวบ้านยังคงใช้วิธีการปอกมะพร้าวแบบเดิมซึ่งมีความอันตรายและไม่สามารถกำหนดขนาดของกาบมะพร้าวได้ ผู้จัดทำโครงงานจึงได้ออกแบบเครื่องปอกมะพร้าวให้สามารถปอกมะพร้าวโดยที่ช่วยลดอันตราย ช่วยให้การปอกมะพร้าวเร็วขึ้นกว่าเดิมและเพื่อให้ได้ขนาดของกาบมะพร้าวที่มีลักษณะที่สวยงาม ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะของเปลือกมะพร้าว

166156 10
มว.
พ 997 ก.
2553

ลักษณะจำเพาะของผลิตภัณฑ์

วัตถุดิบ	มะพร้าวแห้ง
ลักษณะ	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 22 เซนติเมตร

4.3 แนวคิดการออกแบบ

จากการวิเคราะห์ความต้องการและผลิตภัณฑ์ที่ต้องการสามารถสร้างแนวคิดในการออกแบบได้ดังนี้

4.3.1 การออกแบบขั้นตอนการทำงาน

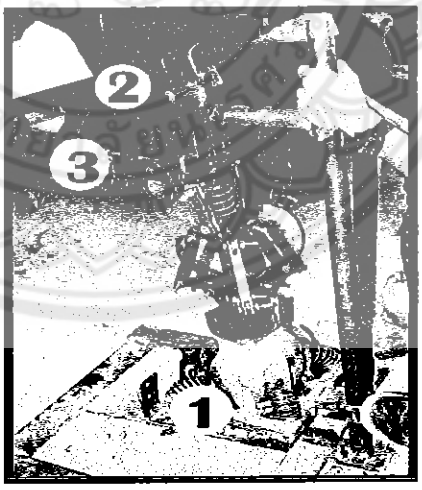
เครื่องปอกมะพร้าวจะต้องสามารถแยกกาบมะพร้าวออกเป็นสามส่วนได้โดยออกแบบให้ขั้นตอนที่ใช้ในการแยกกาบให้น้อยที่สุด โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่1 นำลูกมะพร้าวใส่ตัวจับยึด (fixture) ตำแหน่งหมายเลขที่ 1 รูปที่ 4.2

ขั้นตอนที่2 ออกแรงกดด้ามกดหมายเลข 2 ให้ชุดมีดเลื่อนลงชนกับลูกมะพร้าว รูปที่ 4.2

ขั้นตอนที่3 ออกแรงกดด้ามกดแยกกาบมะพร้าวหมายเลข 3 เพื่อทำให้ชุดกลไกมีดทำการการแยกกาบมะพร้าวออกเป็น 3 ส่วน

ขั้นตอนที่4 นำลูกมะพร้าวออกจากตัวจับยึด (fixture) และใช้มือแยกกาบมะพร้าวส่วนที่ยังติดกับกะลามะพร้าว

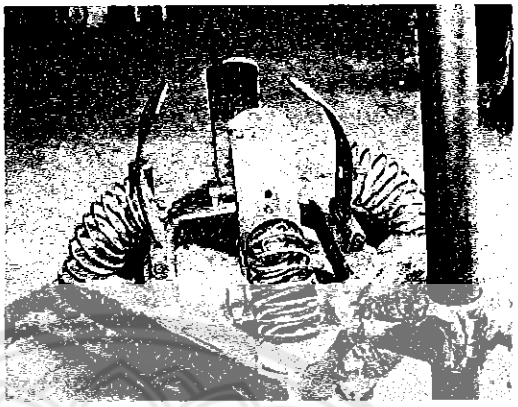


รูปที่ 4.2 แสดงจังหวะการทำงานของเครื่อง

4.3.2 การออกแบบตัวจับยึด (fixture)

เครื่องปอกมะพร้าวจะต้องมีตัวจับยึด (fixture) เพื่อยึดลูกมะพร้าวให้อยู่กับที่ ติดกับเสาที่เชื่อมกับโครงสร้างฐาน สามารถเลื่อนขึ้นลงเพื่อปรับระดับให้เหมาะสมกับขนาดของลูกมะพร้าว ทำจากเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมและเชื่อมติดกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมขนาด 25x25 เซนติเมตร โดยจะมีส่วนที่ยึด

มะพร้าวไว้ให้ทรงตัวอยู่ในตัวจับยึด (fixture) โดยประยุกต์ใช้จากเหล็กแบนแล้วนำมาตีขึ้นรูปให้โค้ง เพื่อให้ได้ขนาดเหมาะสมกับขนาดของลูกมะพร้าวใช้สปริงเป็นกลไกในการบีบเหล็กแบนอัดตัวให้ลูกมะพร้าวทรงตัวอยู่ในตัวจับยึด (fixture)



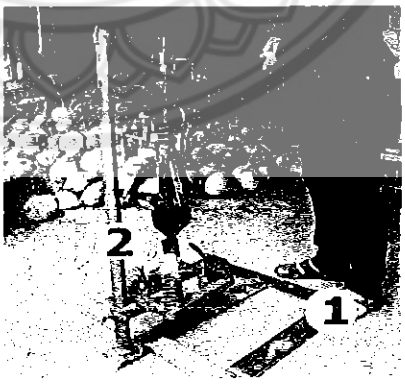
รูปที่ 4.3 ส่วนของตัวจับยึด (fixture)

4.3.3 การออกแบบส่วนโครงสร้าง

โครงสร้างต้องมีความแข็งแรงเพียงพอในการรับน้ำหนัก โดยมีการออกแบบให้มีส่วนที่ใช้ในการรับแรง 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่1 ส่วนของโครงสร้างฐานรองรับน้ำหนัก ทำจากเหล็กแบนกว้าง 7.62 เซนติเมตร หนา 0.95 เซนติเมตร เชื่อมติดกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมกว้าง 65 ยาว 65 เซนติเมตร

ส่วนที่2 ส่วนของเสาหลักรองรับน้ำหนัก ใช้เหล็กเพลาตันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.81 เซนติเมตร เชื่อมติดกับส่วนของโครงสร้างฐานรองรับน้ำหนัก



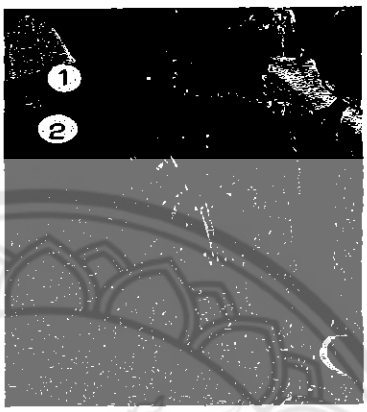
รูปที่ 4.4 โครงสร้างรับแรง

4.3.4 การออกแบบกลไกต้ามกด

กลไกการแยกกาบมะพร้าว แยกเป็นสองส่วน คือ ส่วนของกลไกปรับระดับชุดมีดและส่วนกลไกแยกกาบมะพร้าว

4.3.4.1 ส่วนกลไกด้ามกดปรับระดับชุดมีดจะทำหน้าที่ยกชุดมีดให้สามารถปรับระดับขึ้น - ลงได้ เพื่อให้ส่วนของใบมีดชนกับลูกมะพร้าวที่อยู่ในตัวจับยึด (fixture) ใช้วัสดุที่ทำจากเหล็กท่อดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.27 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร แสดงในรูปหมายเลข 1 รูปที่ 4.5

4.3.4.2 ส่วนกลไกด้ามกดเพื่อทำการถ่างมีดเพื่อแยกกาบมะพร้าว ลักษณะการทำงานคือ ออกแรงกดบริเวณปลายของด้ามเหล็กเพื่อส่งแรงให้กับส่วนของชุดมีด จากนั้นชุดมีดจะส่งกำลังให้กับใบมีดดันกาบมะพร้าวออกจากกะลา



รูปที่ 4.5 แสดงส่วนกลไกการแยกกาบมะพร้าว

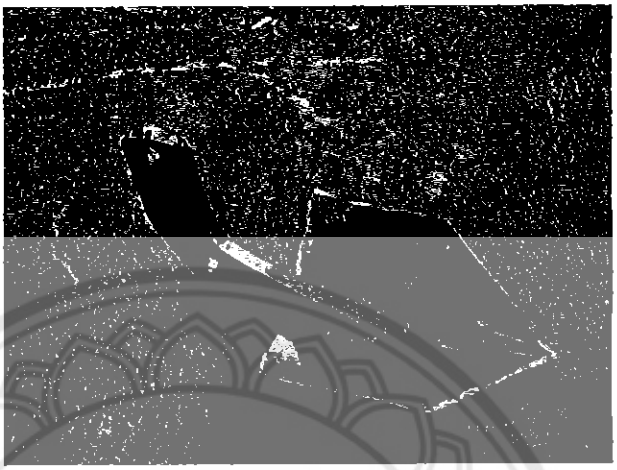
4.3.5 การออกแบบกลไกการทำงานของชุดมีด

ส่วนของกลไกชุดมีดทำหน้าที่ในการแยกกาบมะพร้าวออก โดยได้รับแรงจากคานเหล็กที่กดลง ทำให้กดไกชุดมีดเคลื่อนที่ขึ้นและส่งกำลังให้กับใบมีดเพื่อถ่างใบมีดออกใช้แยกกาบมะพร้าวโดยมีกลไกในการคืนตัวกลับของกลไกโดยใช้สปริงสวมกับเพลาตรงกลาง

รูปที่ 4.6 แสดงส่วนกลไกชุดมีด

4.3.6 การออกแบบใบมีด

ใบมีด มีทั้งหมด 3 ตัว ออกแบบให้แหลมบริเวณตรงปลายมีด ปลายมีดชนกันทั้ง 3 ตัว ทำจากเหล็กใบผานตีให้โค้ง มีความแข็งสามารถรับแรง ใบมีดทั้งสามเชื่อมติดกับข้อต่อที่เจาะรูไว้ 2 รูเพื่อสวมน็อตติดกับชุดกลไกมีด



รูปที่ 4.7 ใบมีด

4.3.7 ข้อกำหนด

เครื่องปอกมะพร้าวที่ออกแบบจะต้องใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน สะดวกในการใช้งาน บำรุงรักษาง่าย ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นสามารถถอดประกอบจากกันได้ ง่ายต่อการเปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อชำรุด

4.4 ลักษณะจำเพาะ

จากการวิเคราะห์ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการและแนวคิดในการออกแบบทำให้สามารถกำหนดลักษณะจำเพาะได้

4.4.1 ส่วนของมีดที่ใช้ในการฉีกเปลือกมะพร้าว

มีลักษณะคล้ายหัวลูกศร ยึดติดกับกลไกลการฉีก สามารถถ่างออกได้ระยะกว้างสุด 18 เซนติเมตร

4.4.2 ส่วนของแรงที่ใช้ในการฉีกเปลือกมะพร้าว

ใช้แรงกดจากคนโดยอาศัยหลักการทำงานของคานเข้ามาช่วยในการผ่อนแรง

4.4.3 ส่วนของโครงสร้างรับแรง

มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม ยื่นมาด้านหน้าเพื่อรองรับแรงกดที่เกิดขึ้น

4.4.4 ส่วนของตัวจับยึด (fixture) ที่ใช้ในการใส่มะพร้าว

มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม สามารถเลื่อนขึ้น-ลงได้ เพื่อปรับตำแหน่งให้เหมาะสม มีพื้นที่เพียงพอต่อการใส่ลูกมะพร้าวได้จำนวน 1 ลูก

4.5 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 แสดงเวลาในแต่ละขั้นตอนในการทำงานของการใช้เครื่องปอกมะพร้าว

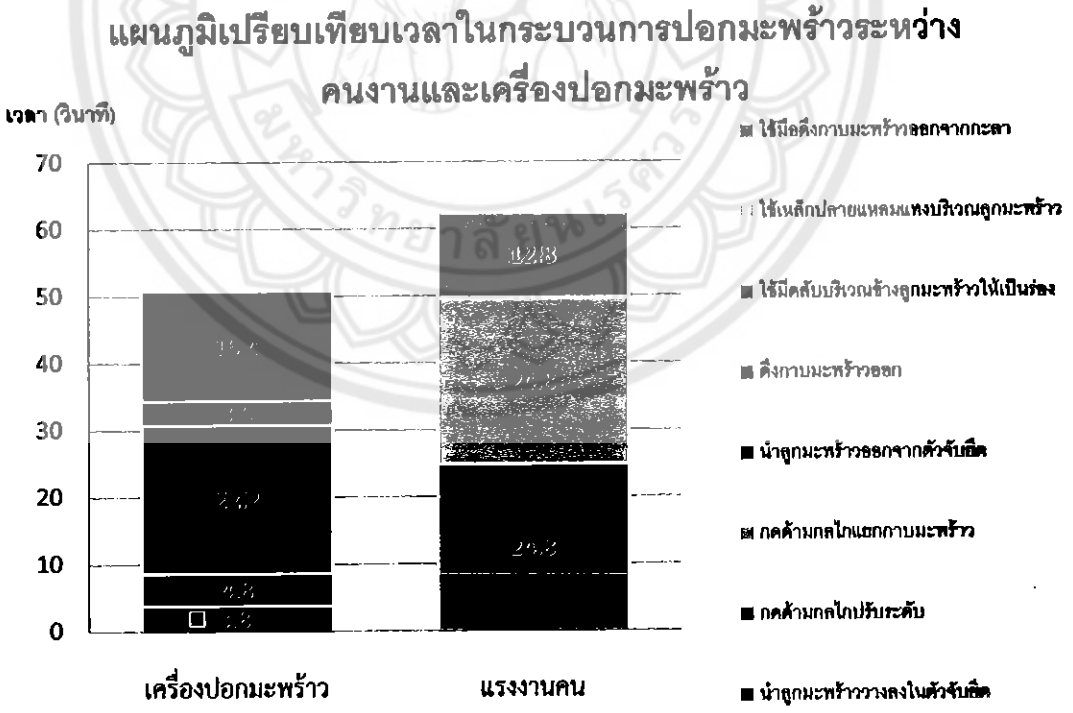
Element Operation Name		Measurement of Element Operation(sec)						Cycle Time (sec)
		1	2	3	4	5	Average	
1	เอาลูกมะพร้าวใส่	5	3	3	5	3	3.8	50.8
2	กด เพื่อให้มีดแทงเข้าไปในลูกมะพร้าว	4	5	7	4	4	4.8	
3	กด เพื่อฉีกเปลือกมะพร้าว	20	26	16	24	25	22.2	
4	นำลูกมะพร้าวออก	3	3	2	6	4	3.6	
5	ดึงกาบมะพร้าวออก	13	17	14	17	21	16.4	
Total		45	54	42	56	57	50.8	

จากตารางที่ 4.1 แสดงเวลาในแต่ละขั้นตอนในการทำงานของการใช้เครื่องปอกมะพร้าว โดยในขั้นตอนแรกจะเริ่มจากการ นำลูกมะพร้าวใส่ตัวจับยึดกดเพื่อให้มีดแทงเข้าไปในลูกมะพร้าว กดด้ามกดเพื่อแยกแยกกาบมะพร้าว นำลูกมะพร้าวออกจากตัวจับยึด และใช้มือดึงกาบมะพร้าวออก จะได้ cycle time ที่ 50.8 วินาที

ตารางที่ 4.2 แสดงเวลาในแต่ละขั้นตอนในการทำงานคนในการปอกมะพร้าว

Element Operation Name		Measurement of Element Operation (sec)						Cycle Time (sec)
		1	2	3	4	5	Average	
1	ใช้มีดสับบริเวณข้างลูกมะพร้าวให้เป็นร่อง	26	28	20	21	29	24.8	62.4
2	ใช้เหล็กปลายแหลมแทงบริเวณลูกมะพร้าว	28	27	25	24	20	24.8	
3	ใช้มือดึงกาบมะพร้าวออกจากกะลา	14	16	11	12	11	12.8	
Total		68	71	57	57	60	62.6	

ตารางที่ 4.2 แสดงเวลาในแต่ละขั้นตอนในการทำงานคนในการปอกมะพร้าว โดยในขั้นตอนแรกจะเริ่มจากการ ใช้มีดสับบริเวณข้างลูกมะพร้าวให้เป็นร่อง ใช้เหล็กปลายแหลมแทงบริเวณลูกมะพร้าว และใช้มือดึงกาบมะพร้าวออกจากกะลา จะได้ cycle time ที่ 62.4 วินาที



รูปที่ 4.8 แผนภูมิเปรียบเทียบเวลาระหว่างการใช้เครื่องปอกและการใช้วิธีการดั้งเดิมในการปอกมะพร้า

เวลาที่ได้จากตาราง 4.2 เป็นตารางที่แสดงเวลาในแต่ละขั้นตอนในการทำงานคนในการปอกมะพร้าว ผลรวมเวลา cycle time ที่ได้คือ 62.4 วินาทีต่อลูก เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับตารางที่ 4.2 ซึ่งแสดงเวลาในแต่ละขั้นตอนในการทำงานของการใช้เครื่องปอกมะพร้าว ได้เวลา cycle time 50.8 วินาทีต่อลูก ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าการทำงานของคนปอก เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้วเครื่องปอกมะพร้าวทำงานได้ดีขึ้นกว่าการใช้คนปอกมะพร้าวคิดเป็น 18.6%

4.6 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการสร้างเครื่องปอกมะพร้าวประกอบด้วยรายการต่างๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงรายการค่าใช้จ่ายในการผลิตเครื่องปอกมะพร้าว

ลำดับ	รายการ	ราคา(บาท)
1	เหล็กแบบ ยาว 30 เซนติเมตร	40
2	เหล็กเพลาขาว นิ้ว ยาว 1 เมตร	400
3	สปริง	300
4	บานพับ	120
5	เหล็กใบผาน	80
6	แป๊ปสเตรย์	250
7	เหล็กเหลี่ยนตัน ยาว 70 เซนิเมตร	130
8	ท่อดำ นิ้ว ยาว 2 เมตร	150
9	เกลียวรับแรง	100
10	เหล็กแบน ยาว 175 เซนติเมตร	340
11	เหล็กแหนบ	350
12	ค่าเครื่องมือ	300
13	ค่าแรงงาน	600
14	ค่าไฟฟ้า	200
	รวม	3,360

ดังนั้นค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตเครื่องปอกมะพร้าว เท่ากับ 3,360 บาท จากข้อมูลเบื้องต้นนำไปวิเคราะห์หาจุดพอดีทุนของเครื่องปอกมะพร้าวได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงรายการค่าใช้จ่ายในการผลิตเครื่องปอกมะพร้าวเพื่อวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน

ลำดับ	รายการค่าใช้จ่าย	ราคา	หมายเหตุ
1	ค่าวัสดุอุปกรณ์	3,360 บาท/เครื่อง	อายุการใช้งาน 5 ปี
2	ค่าน้ำมันหล่อลื่น	0.00037 บาท/ชิ้น	หยอดน้ำมันทุก 1 เดือน
3	ค่าบำรุงรักษา	0.00022 บาท/ชิ้น	ทำการเปลี่ยนอะไหล่สำรองทุก 3 เดือน -สลักยึด

4.6.1 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

F คือต้นทุนคง = 3,360 บาท

V คือต้นทุนแปรผัน = 0.00037+0.00022

= 0.00059 บาทต่อชิ้น

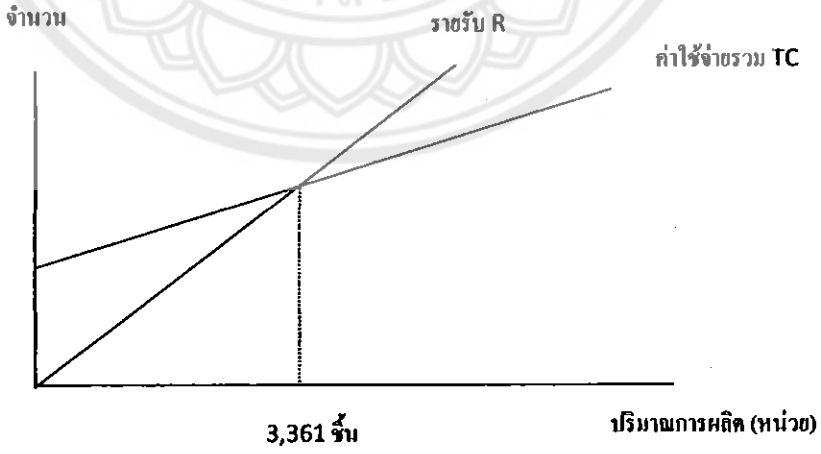
P คือกำไร = 1 บาทต่อชิ้น

จากสูตร N =F/(p-v) = 3,360/(1-0.00059)

คิดเป็นชิ้นจะได้ = 3,361 ชิ้น

คิดเป็นลูกจะได้ = 1,120 ลูก

คิดเป็นเวลาจะได้ = 140 วัน ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน



รูปที่ 4.89แสดงจุดคุ้มทุนในการผลิตกระทง

ดังนั้น จุดคุ้มทุนในการปอกมะพร้าวของชาวบ้านเท่ากับ 3,361 ชิ้น หรือ ใช้เวลา 140 วัน เพื่อใช้ในการปอกมะพร้าวให้ได้ 3,361 ชิ้น

4.7 การทดสอบเชิงสถิติ

4.7.1 ตารางการทดลอง

ทดลองโดยการนำลูกมะพร้าวมาเพื่อทดสอบระหว่างการปอกมะพร้าวโดยใช้คน (h) และการปอกมะพร้าวโดยใช้เครื่อง (m) เพื่อหาเวลาเฉลี่ยในการปอกมะพร้าว

ทำการเก็บข้อมูลที่ได้จากการปอกมะพร้าวโดยใช้คนผู้จัดทำโครงงานได้เก็บข้อมูลจากการปอกมะพร้าวโดยใช้คนเป็นจำนวน $n_h = 3$ ได้ข้อมูลเป็นดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงเวลาที่ได้จากการใช้คนปอกมะพร้าว

จำนวนครั้ง	วิธีการแบบดั้งเดิม (sec)
1	67
2	56
3	70

ผลรวม = 193 วินาที

ค่าเฉลี่ย = 64.33 วินาที

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 7.37 วินาที

ทำการเก็บข้อมูลที่ได้จากการปอกมะพร้าวโดยใช้เครื่อง ผู้จัดทำได้เก็บข้อมูลจากการปอกมะพร้าวโดยใช้คนเป็นจำนวน $n_m = 20$ ได้ข้อมูลเป็นดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงเวลาที่ได้จากการใช้เครื่องปอกมะพร้าว

จำนวนครั้ง	เวลาที่เครื่องปอก (sec)	จำนวนครั้ง	เวลาที่เครื่องปอก (sec)
1	35	11	38
2	44	12	49
3	32	13	57
4	46	14	34
5	47	15	35

ตารางที่ 4.6 แสดงเวลาที่ได้จากการใช้เครื่องปอกมะพร้าว (ต่อ)

จำนวนครั้ง	เวลาที่เครื่องปอก (sec)	จำนวนครั้ง	เวลาที่เครื่องปอก (sec)
6	34	16	47
7	40	17	42
8	46	18	55
9	47	19	31
10	33	20	36

ผลรวม = 828 วินาที
ค่าเฉลี่ย = 41.40 วินาที
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 7.99 วินาที

สมมติฐาน

H_0: $\mu_m \geq \mu_h$ เวลาที่ใช้เครื่องปอกมะพร้าวมากกว่าเวลาที่ใช้คนปอกมะพร้าว ; $\mu_m - \mu_h \geq 0$

H_1: $\mu_m < \mu_h$ เวลาที่ใช้เครื่องปอกมะพร้าวน้อยกว่าเวลาที่ใช้คนปอกมะพร้าว ; $\mu_m - \mu_h < 0$

μ_m = ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้เครื่องปอกมะพร้าว
μ_h = ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้คนปอกมะพร้าว
ทดสอบความแปรปรวนของข้อมูลทั้งสองกลุ่ม $\alpha = 0.05$

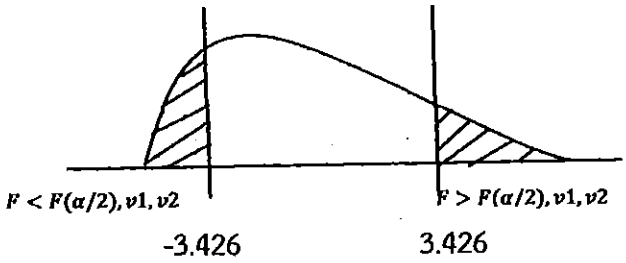
$H_0 = \sigma_m^2 = \sigma_h^2$

$H_1 = \sigma_m^2 \neq \sigma_h^2$

กรณีที่ต้องการทดสอบว่า : σ_m^2 และ σ_h^2 เท่ากันหรือไม่

ดังนั้น ตัวสถิติที่ใช้ คือ $F = \frac{S_m^2}{S_h^2}$; V = (v1, v2)

ตัวสถิติคือ $F = \frac{S_m^2}{S_h^2}$ =1.17 V = (19, 2)



รูปที่ 4.10 แสดงพื้นที่วิกฤตของ f-test

ดังนั้น 1.17 < 3.426 ไม่ตกในบริเวณปฏิเสธ Ho นั่นคือ $\sigma_m^2 = \sigma_h^2$

ประชากรมีการแจกแจงปกติไม่ทราบค่า σ_m^2 และ σ_h^2

แต่ทราบว่า $\sigma_m^2 - \sigma_h^2$ และ $n_m, n_h < 30$

ตัวสถิติทดสอบ คือ *t-test*

$$S_p^2 = \frac{(n_1-1)S_m^2+(n_2-1)S_h^2}{n_1+n_2-2}$$

$$= \frac{(20-1)7.97+(3-1)7.37}{20+3-2}$$

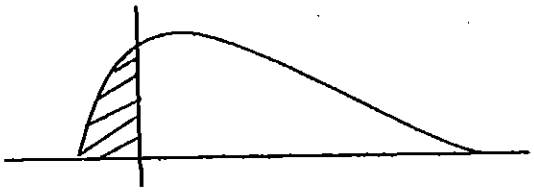
$$= 7.91$$

$$S_p = \sqrt{7.91}$$

$$= 2.81$$

$$t = \frac{(\bar{x}1-\bar{x}2)-d_0}{Sp\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}}$$

$$= \frac{(41.4-64.33)-0}{2.81\sqrt{\frac{1}{20}+\frac{1}{3}}} = -13.17$$



รูปที่ 4.11 แสดงพื้นที่วิกฤต ของ t-test

สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน -13.17 < -1.7207 **ตกในบริเวณปฏิเสธ** H_0 **นั่นคือ เวลาที่ใช้เครื่องปอกมะพร้าวน้อยกว่าเวลาที่ใช้คนปอกมะพร้าว ที่ระดับนัยสำคัญ** 0.05

4.7.2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจ

นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินมาวิเคราะห์ **เพื่อแสดงผลของการประเมินความพึงพอใจของชาวบ้านที่มีต่อเครื่องปอกมะพร้าว** โดยหาค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนตามรายการ**แล้วนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์** ซึ่งใช้ตามแนวคิดของเบส (Best, 1970 อ้างในแสงวาทย์ **วงศ์ใหญ่, 2540) โดยกำหนดเกณฑ์มาตรฐานเป็นระดับการปฏิบัติการดังนี้**

4.51-5.00 หมายถึง มากที่สุด
3.51-4.50 หมายถึง มาก
2.51-3.50 หมายถึง ปานกลาง
1.51-2.50 หมายถึง น้อย
1.00-1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

ข้อมูลของการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องปอกมะพร้าว โดย**ชาวบ้านที่ผ่านการทดลองใช้เครื่องปอกมะพร้าว**จำนวน 13 คน

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องปอกมะพร้าว

ประเด็นการประเมิน	ความถี่	ระดับความพึงพอใจ					
		5	4	3	2	1	ค่าเฉลี่ย
1.ลักษณะทางกายภาพ							**4.01**
1.1 เครื่องปอกมะพร้าวภาพรวมมีความคงทน	จำนวน	5	7	1	0	0	4.30
	ร้อยละ	38.46	53.84	7.69	0	0	
1.2 การออกแบบเครื่องปอกมะพร้าวมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	จำนวน	3	5	4	1	0	3.77
	ร้อยละ	23.07	38.46	30.76	7.69	0	
1.3 การออกแบบและสร้างชิ้นส่วนเครื่องปอกมะพร้าวมีความแข็งแรง	จำนวน	2	8	3	0	0	3.92
	ร้อยละ	15.38	61.53	23.07	0	0	
1.4 การออกแบบและสร้างเครื่องมีความลงตัวได้อย่างเหมาะสม	จำนวน	2	10	1	0	0	4.07
	ร้อยละ	15.38	76.92	7.69	0	0	
2.ลักษณะการใช้งาน							**4.17**
2.1 การป้อนมะพร้าวเข้าเครื่องทำได้สะดวก	จำนวน	3	9	1	0	0	4.15
	ร้อยละ	23.07	69.23	7.69	0	0	
2.2 การทำงานของชิ้นส่วนต่างๆมีความสัมพันธ์กัน	จำนวน	4	5	4	0	0	3.99
	ร้อยละ	30.76	38.46	30.76	0	0	
2.3 เครื่องปอกมะพร้าวสามารถทำงานได้นานติดต่อกัน	จำนวน	5	5	3	0	0	4.18
	ร้อยละ	38.76	38.76	23.07	0	0	

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องปอกมะพร้าว (ต่อ)

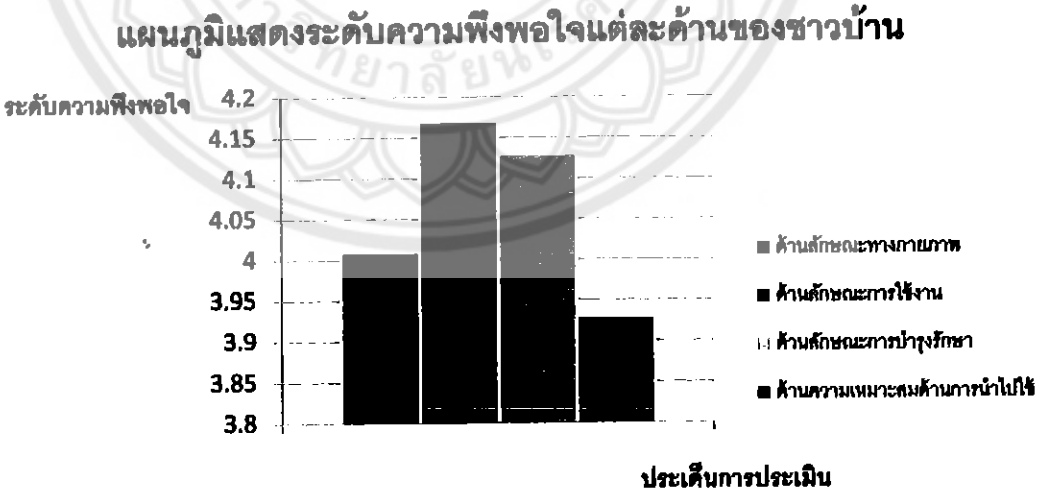
ประเด็นการประเมิน	ความถี่	ระดับความพึงพอใจ					
		5	4	3	2	1	ค่าเฉลี่ย
2.4 เครื่องปอกมะพร้าวมีขั้นตอนการปฏิบัติงานน้อย	จำนวน	6	6	1	0	0	4.38
	ร้อยละ	46.15	46.15	7.69	0	0	
3.ลักษณะการบำรุงรักษา							**4.13**
3.1 เครื่องปอกมะพร้าวสามารถเก็บรักษาได้ง่าย	จำนวน	7	3	2	1	0	4.20
	ร้อยละ	53.38	23.07	15.38	7.69	0	
3.2 วัสดุที่นำมาใช้ทำเครื่องหาได้ง่ายและราคาถูก	จำนวน	3	5	4	1	0	3.76
	ร้อยละ	23.07	38.46	30.76	7.69	0	
3.3 เมื่อมีชิ้นส่วนชำรุดสามารถปรับเปลี่ยนได้ง่าย	จำนวน	6	5	2	0	0	4.30
	ร้อยละ	46.15	38.46	15.38	0	0	
3.4 เครื่องปอกมะพร้าวง่ายต่อการบำรุงรักษา	จำนวน	7	3	3	0	0	4.28
	ร้อยละ	53.38	23.07	23.07	0	0	
4.ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้							**3.93**
4.1 เครื่องปอกมะพร้าวสามารถช่วยลดขั้นตอนในการทำงานได้	จำนวน	4	7	2	0	0	4.13
	ร้อยละ	30.76	53.38	15.38	0	0	
4.2 เครื่องปอกมะพร้าวสามารถช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้	จำนวน	4	5	3	1	0	4.23
	ร้อยละ	30.76	38.46	23.07	7.69	0	
4.3 เครื่องปอกมะพร้าวสามารถช่วยทุ่นแรงของผู้ปฏิบัติงานได้	จำนวน	0	6	6	1	0	3.38
	ร้อยละ	0	46.15	46.15	7.69	0	

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องปอกมะพร้าว (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ความถี่	ระดับความพึงพอใจ					
		5	4	3	2	1	ค่าเฉลี่ย
4.4 ผู้ปฏิบัติงานมีความพอใจในการใช้เครื่อง	จำนวน	4	5	3	1	0	3.92
	ร้อยละ	30.76	38.46	23.07	7.69		
4.5 มีความสะดวกในการทำงาน	จำนวน	5	6	1	0	0	4.01
	ร้อยละ	38.76	46.15	7.69	0	0	

หมายเหตุ จำนวนผู้ประเมิน 13 คน

จากตาราง เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้พบว่า ระดับความพึงพอใจของปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพของเครื่องปอกมะพร้าวนั้นมีค่าเฉลี่ย 4.01 อยู่ในระดับเกณฑ์ที่พึงพอใจมาก ระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับปัจจัยด้านลักษณะการใช้งานนั้นมีค่าเฉลี่ย 4.17 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์ที่พึงพอใจมาก ระดับความพึงพอใจของปัจจัยด้านการบำรุงรักษานั้นมีค่าเฉลี่ย 4.13 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์พึงพอใจมาก ระดับความพึงพอใจของปัจจัยด้านความเหมาะสมการนำไปใช้นั้นมีค่าเฉลี่ย 3.93 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจปานกลาง



รูปที่ 4.12 แผนภูมิแสดงระดับความพึงพอใจของกลุ่มชาวบ้านตำบลลานดอกไม้ตก อำเภอโกสัมพีนคร จังหวัดกำแพงเพชร

ผลการทำโครงงานวิจัยครั้งนี้ ปรากฏว่าเครื่องปอกมะพร้าวที่คณะผู้จัดทำโครงงานได้จัดสร้างขึ้น ซึ่งแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องปอกมะพร้าว จำนวน 13 คน โดยปัจจัยที่มีระดับความพึงพอใจสูงที่สุดคือ ปัจจัยด้านลักษณะการใช้งาน ปัจจัยด้านการบำรุงรักษา ปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพ ปัจจัยด้านความเหมาะสมการนำไปใช้งาน ตามลำดับ สรุปได้ว่าปัจจัยด้านความเหมาะสมการนำไปใช้งานเป็นจุดด้อยของเครื่องปอกมะพร้าว เนื่องจากเครื่องปอกมะพร้าวสามารถช่วยทุ่นแรงของผู้ปฏิบัติงานได้น้อย ต้องมีการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างเครื่องปอกมะพร้าวให้มีประสิทธิภาพในการช่วยทุ่นแรงให้มากขึ้นกว่าเดิม

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1.1 ลักษณะตัวจับยึด (Fixture) เครื่องปอกมะพร้าวจะต้องมีตัวจับยึด (fixture) เพื่อยึดลูกมะพร้าวให้อยู่กับที่ ติดกับเสาที่เชื่อมกับโครงสร้างฐาน สามารถเลื่อนขึ้นลงเพื่อปรับระดับให้เหมาะสมกับขนาดของลูกมะพร้าว ทำจากเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมและเชื่อมติดกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมขนาด 25x25 เซนติเมตร โดยจะมีส่วนที่ยึดลูกมะพร้าวไว้ให้ทรงตัวอยู่ในตัวจับยึด (fixture) โดยประยุกต์ใช้จากเหล็กแบนแล้วนำมาตีขึ้นรูปให้โค้งเพื่อให้ได้ขนาดเหมาะสมกับขนาดของลูกมะพร้าวใช้สปริงเป็นกลไกในการบีบเหล็กแบนอัดตัวให้ลูกมะพร้าวทรงตัวอยู่ในตัวจับยึด (fixture)

5.1.2 รอบการทำงาน (cycle time) แสดงเวลาในแต่ละขั้นตอนในการทำงานคนในการปอกมะพร้าว ผลรวมเวลา cycle time ที่ได้คือ 62.4 วินาทีต่อลูก เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับตารางที่ 4.2 ซึ่งแสดงเวลาในแต่ละขั้นตอนในการทำงานของการใช้เครื่องปอกมะพร้าว ได้เวลา cycle time 50.8 วินาทีต่อลูก ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าการทำงานของคนปอก เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้วเครื่องปอกมะพร้าวทำงานได้ดีขึ้นกว่าการใช้คนปอกมะพร้าวคิดเป็น 18.6%

5.1.3 จุดคุ้มทุน จุดคุ้มทุนในการปอกมะพร้าวของชาวบ้านเท่ากับ 3,360 ชิ้น หรือ ใช้เวลา 140 วันเพื่อใช้ในการปอกมะพร้าวให้ได้ 3,361 ชิ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการดำเนินงานควรทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบการทำงานและข้อมูลของอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้ในการทำเครื่อง เพื่อหาความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน และทำให้การทำงานในส่วนต่างๆ รวดเร็วขึ้น

5.2.2 เครื่องปอกมะพร้าวเป็นเครื่องต้นแบบของเครื่องมือสามารถนำมาพัฒนาต่อยอดได้เพื่อให้การทำงานของเครื่องสามารถทำงานได้ดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา พรมอยู่ และคณะ. (2550). **เครื่องแบนกล้วยตาก.:** ปริญญานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง. (2552). **สถิติวิศวกรรม (Engineering Statistics).:** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

มานพ ตันตระบัณฑิตย์ และคณะ. (2536). **ชิ้นส่วนเครื่องจักกล.:** กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์ ประชาชน จำกัด.

รศ.จำรูญ ตันติพิศาลกุล (2547). **เขียนแบบวิศวกรรม 2 (เขียนแบบเครื่องกล).:** กรุงเทพ ฯ : บริษัท เอส อาร์ พริ้นติ้งแมสโปรดักส์ จำกัด

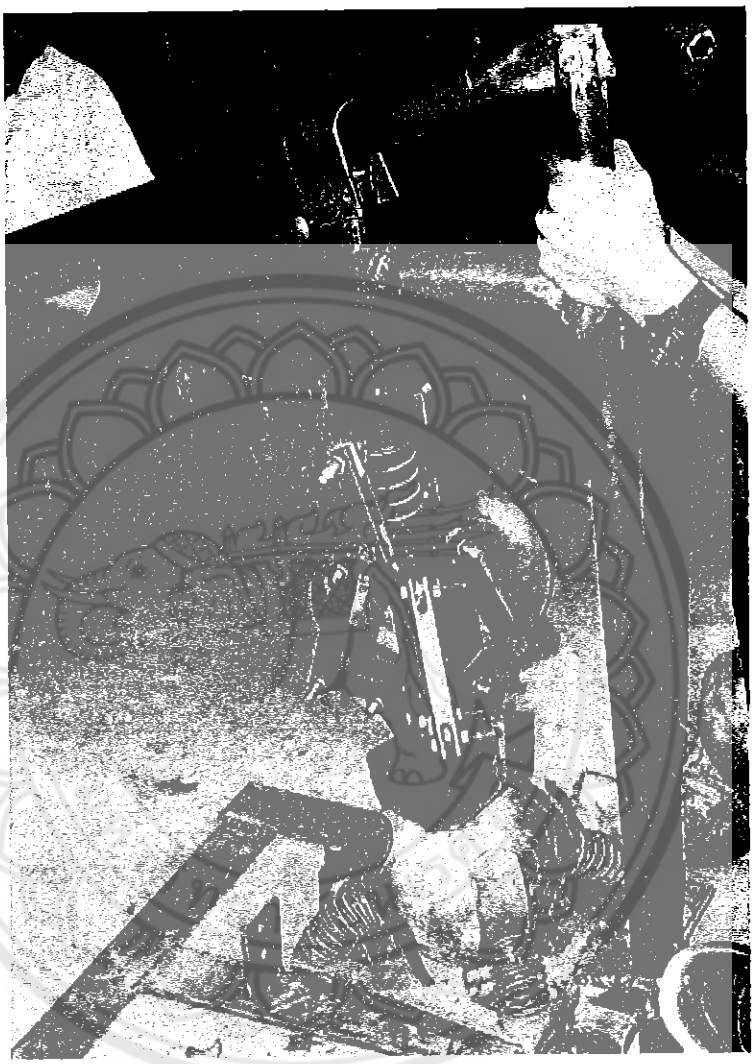
รศ.ดร.ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา (2551) **การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง กรุงเทพฯ :** บริษัท สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด

ภาคผนวก ก.

คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องปอกมะพร้าว

คู่มือการใช้งานเครื่องปอกมะพร้าว เพื่อใช้ประโยชน์จากกาบมะพร้าว

DESIGN AND LMPLEMENTATION OF COCONUT PEELER MACHINE FOR THE MANUFACTURING OF FLOATING BASKET



รูปที่ ก.1 แสดงแสดงลักษณะของเครื่อง

ลักษณะสำคัญของเครื่องปอกมะพร้าว

ตารางที่ ก.1 แสดงลักษณะการใช้งานของเครื่องปอกมะพร้าว

ตาราการใช้งาน	ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตกระทงในท้องถิ่น
สถานประกอบการ	โรงเรียนบ้านลานดอกไม้ ตำบลลานดอกไม้ตก อำเภอโกสัมพีนคร จังหวัดกำแพงเพชร
ลักษณะผลิตภัณฑ์สำเร็จ	เครื่องปอกมะพร้าวเพื่อใช้ประโยชน์จากกาบมะพร้าว

ข้อควรปฏิบัติก่อนการใช้งาน

- ตรวจสอบอุปกรณ์ต่างให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานเสมอ
- ตรวจสอบเครื่องให้อยู่ในตำแหน่งและสภาพที่พร้อมใช้งานเสมอ
- ควรมีการวางแผนการปฏิบัติงานก่อนการลงมือทุกๆครั้งเพื่อนให้การทำงาน**ประสบผลสำเร็จ**ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้
- หยอดน้ำมันข้อต่อต่างๆ
- ควรอ่านคู่มือก่อนการใช้งานเพื่อให้การใช้งานถูกวิธี

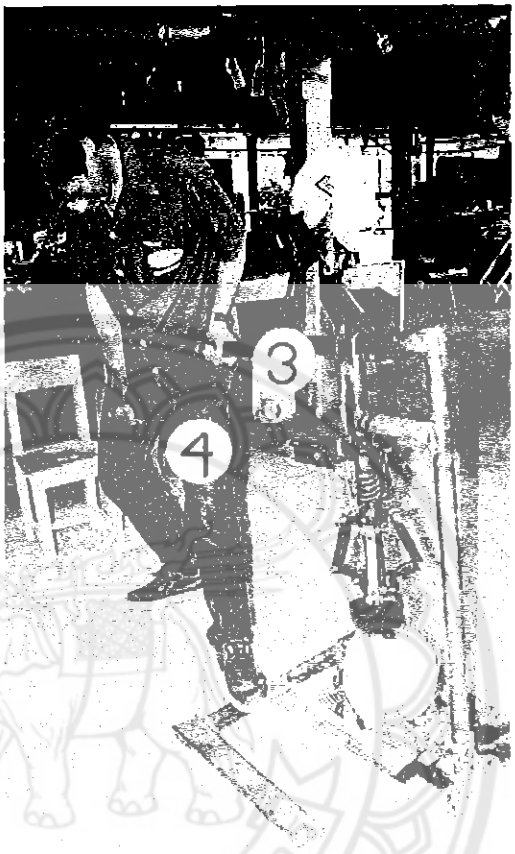
ขั้นตอนในการทำงาน

- จัดเตรียมเครื่องปอกมะพร้าวให้พร้อมใช้งานในทุกส่วน

- นำลูกมะพร้าวใส่ลงในตัวจับยึด (Fixture) ตำแหน่งที่ 1 ดังในรูป ถ้าในกรณีระดับช่องใส่ลูกมะพร้าวกับชุดกลไกมีดไม่พอให้ปรับระดับสูงต่ำของตัวจับยึด (Fixture) บริเวณหมายเลข2 ดังรูป

รูปที่ ก.2 แสดงการปรับระดับของตัวจับยึด (Fixture)

- ยกด้ามปรับระดับชุดมีดขึ้นตำแหน่งที่ 3 ดังในรูปและกดลงให้ใบมีดกดลงบนหัวของลูกมะพร้าว จากนั้นกดด้ามกดแยกกาบมะพร้าวในตำแหน่งหมายเลข 4 ดังในรูป เพื่อแยกกาบมะพร้าวออกจากกะลา เมื่อกาบมะพร้าวแยกออกจากกะลาแล้วยกด้ามปรับระดับชุดมีดในตำแหน่งที่ 3 ขึ้น

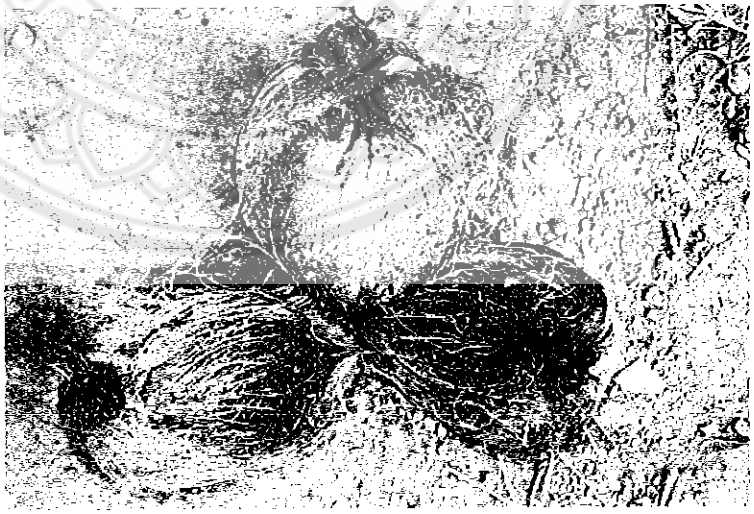


รูปที่ ก.3 แสดงลักษณะการกดด้ามกด

- นำลูกมะพร้าวออกจากตัวจับยึด (Fixture)

รูปที่ ก.4 แสดงการนำลูกมะพร้าวออก

- ใช้มือแยกกาบมะพร้าวส่วนที่ยังติดกะลาออก จะได้กาบมะพร้าวทั้งหมด 3 ส่วน



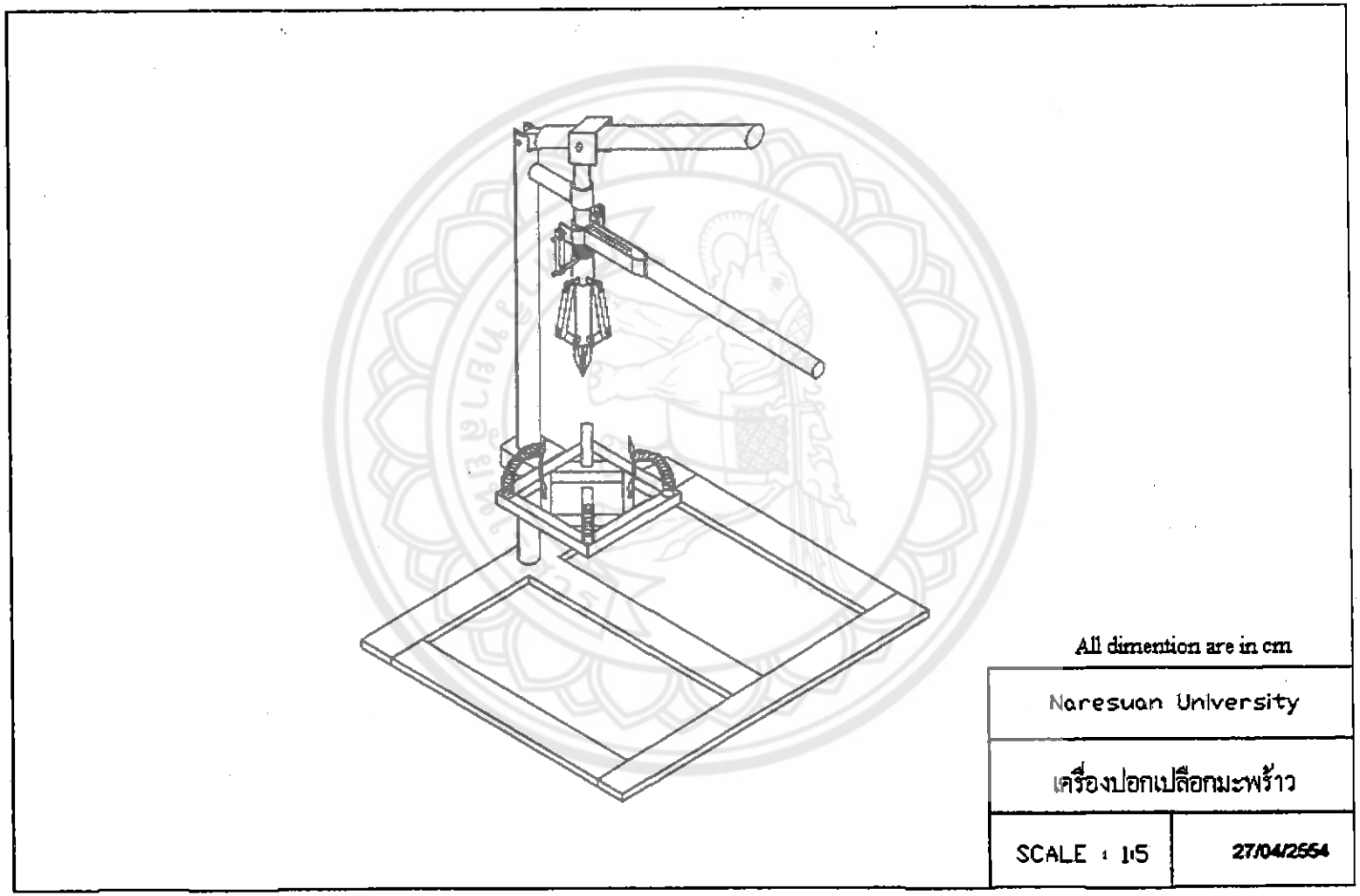
รูปที่ ก.5 แสดงลักษณะของเปลือกมะพร้าว

การบำรุงรักษา

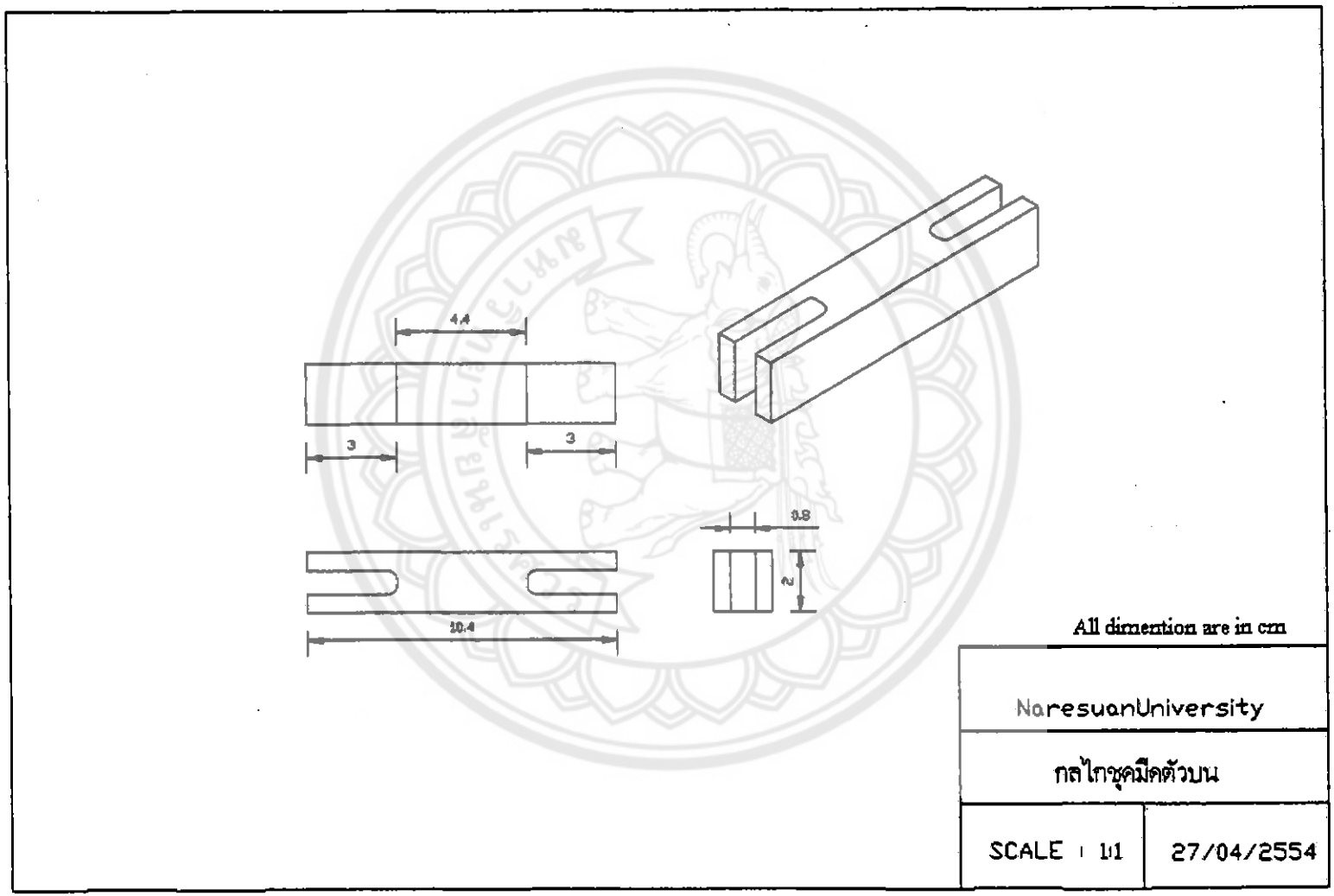
- ตรวจสอบอุปกรณ์ต่างให้อยู่ในสภาพที่พร้อมทำงานเสมอ
- หลังจากปฏิบัติงานเสร็จ ควรทำความสะอาดและตรวจสอบอุปกรณ์ที่อาจจะชำรุด
- หมั่นตรวจสอบบริเวณจุดที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายได้ง่าย และตรวจสอบความผิดปกติในการทำงานและทำการแก้ไขปรับปรุง ซ่อมแซมอยู่เสมอ
- ใช้น้ำมันหล่อลื่นบริเวณ ชุดกลไกการแยกกากบมะพร้าว เพื่อการใช้งานที่ได้ประสิทธิภาพ

ภาคผนวก ข.

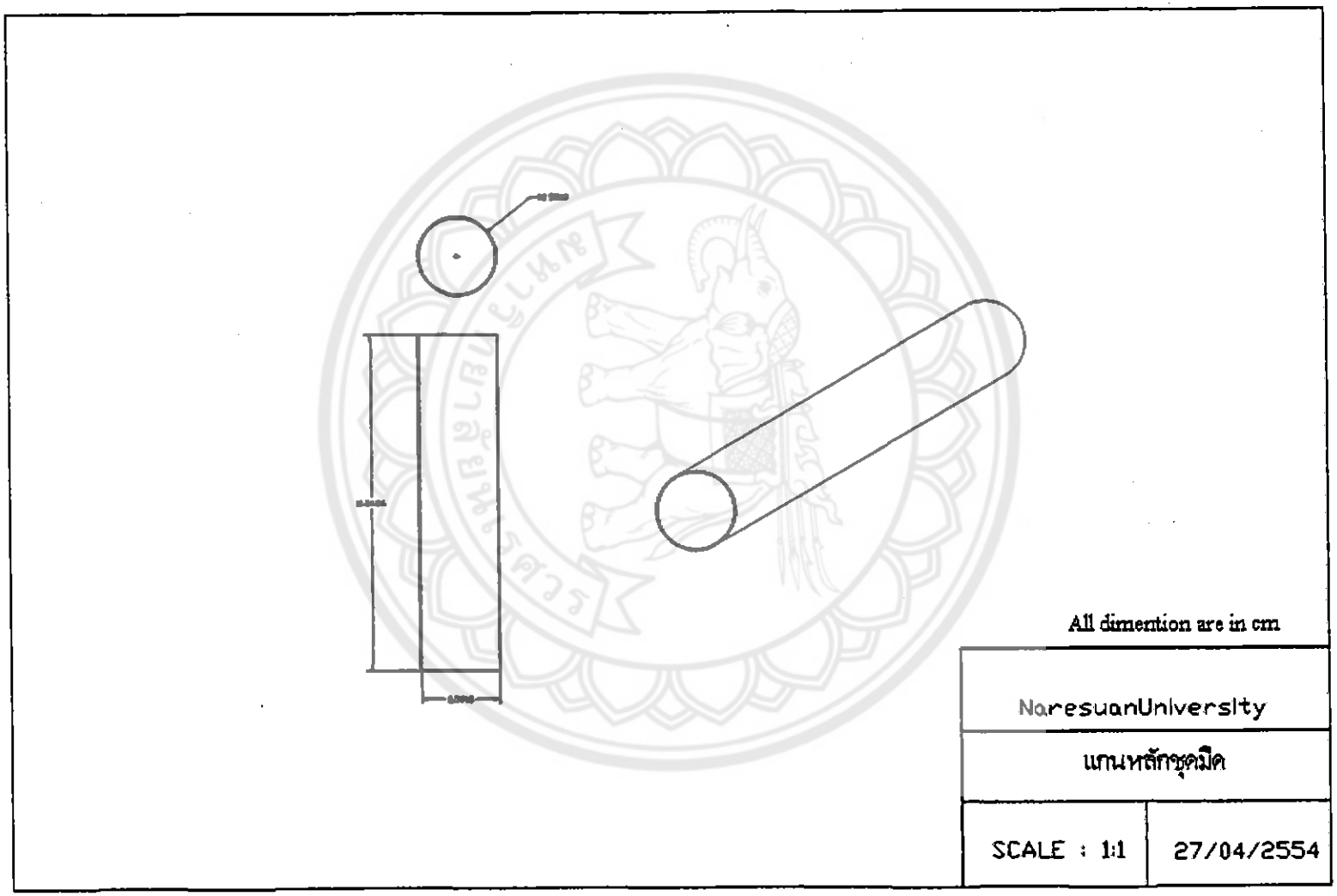
แบบเครื่องปอกมะพร้าว



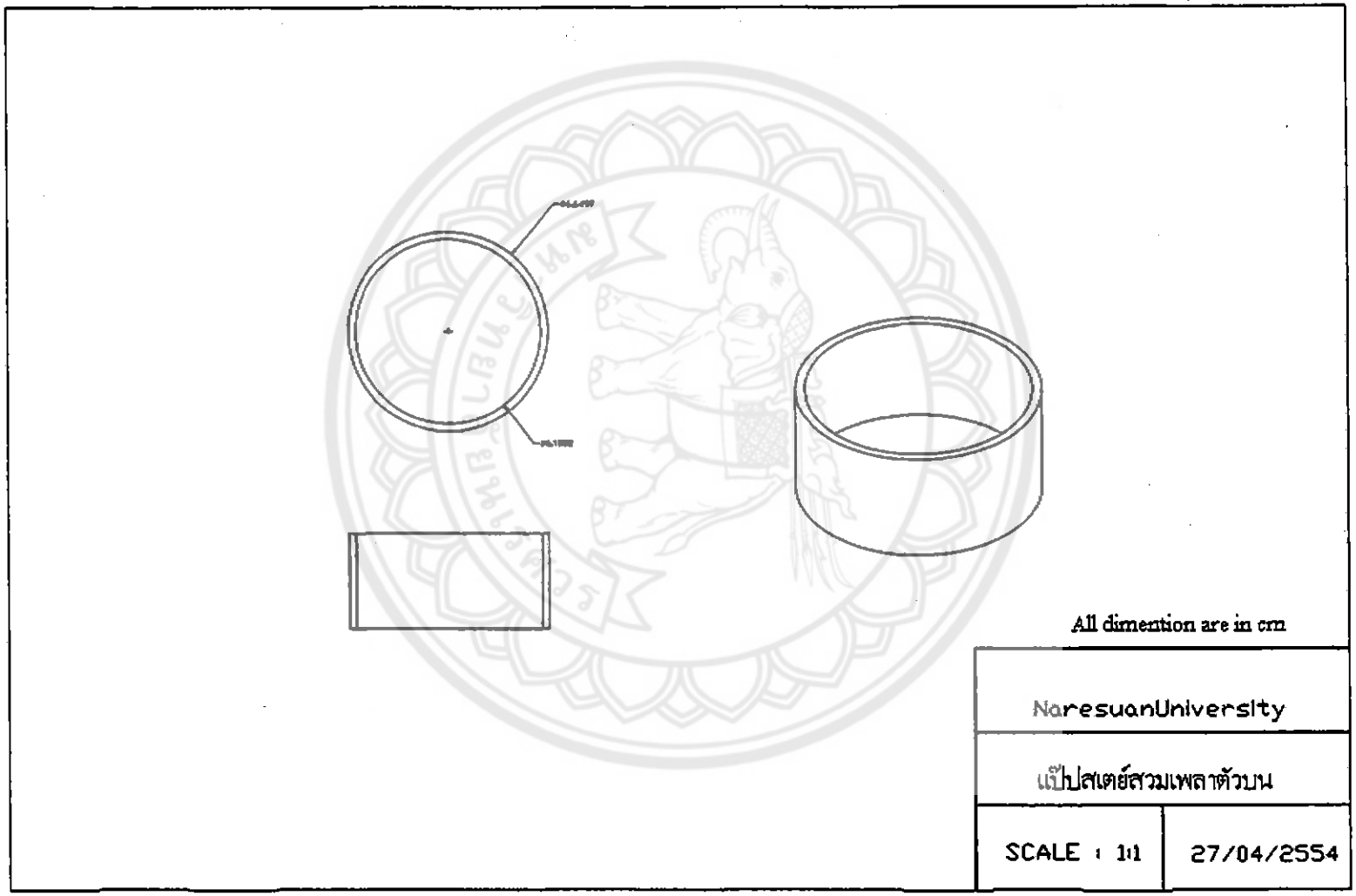
รูปที่ ข.1 เครื่องปอกเปลือกมะพร้าว



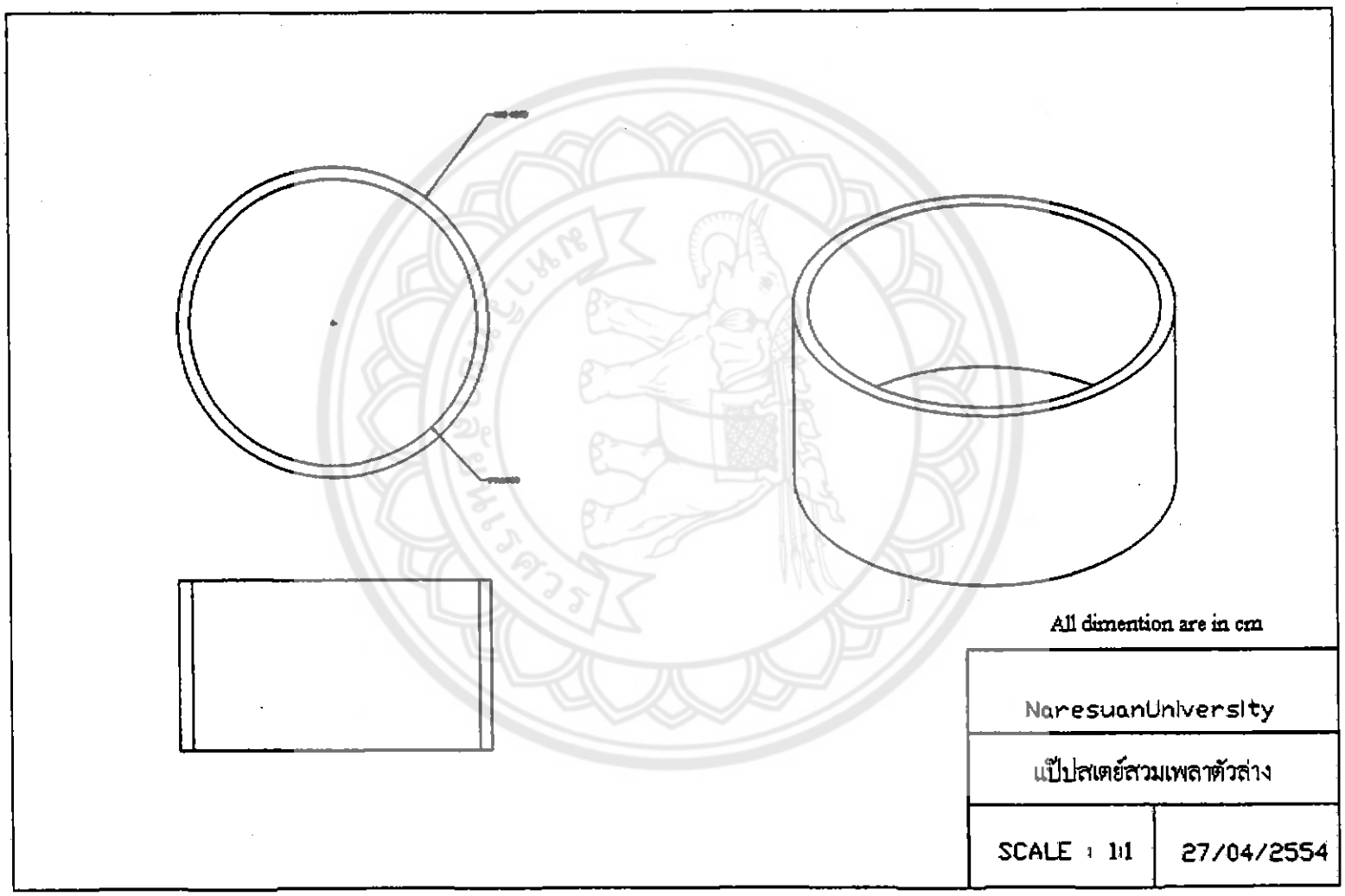
รูปที่ ข.2 กลไกชุดมีดตัวบน



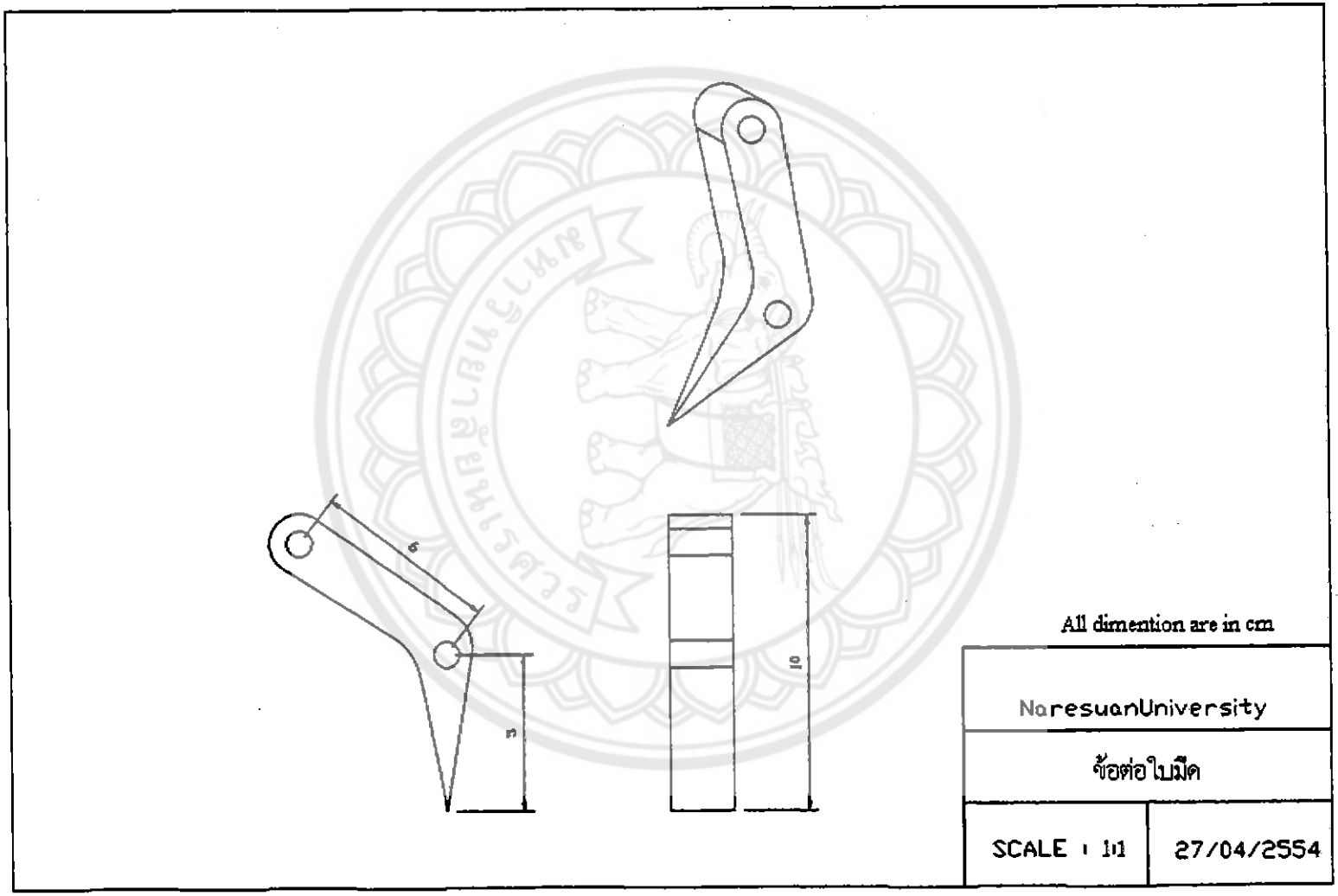
รูปที่ ข.3 แกนหลักชุดมีด



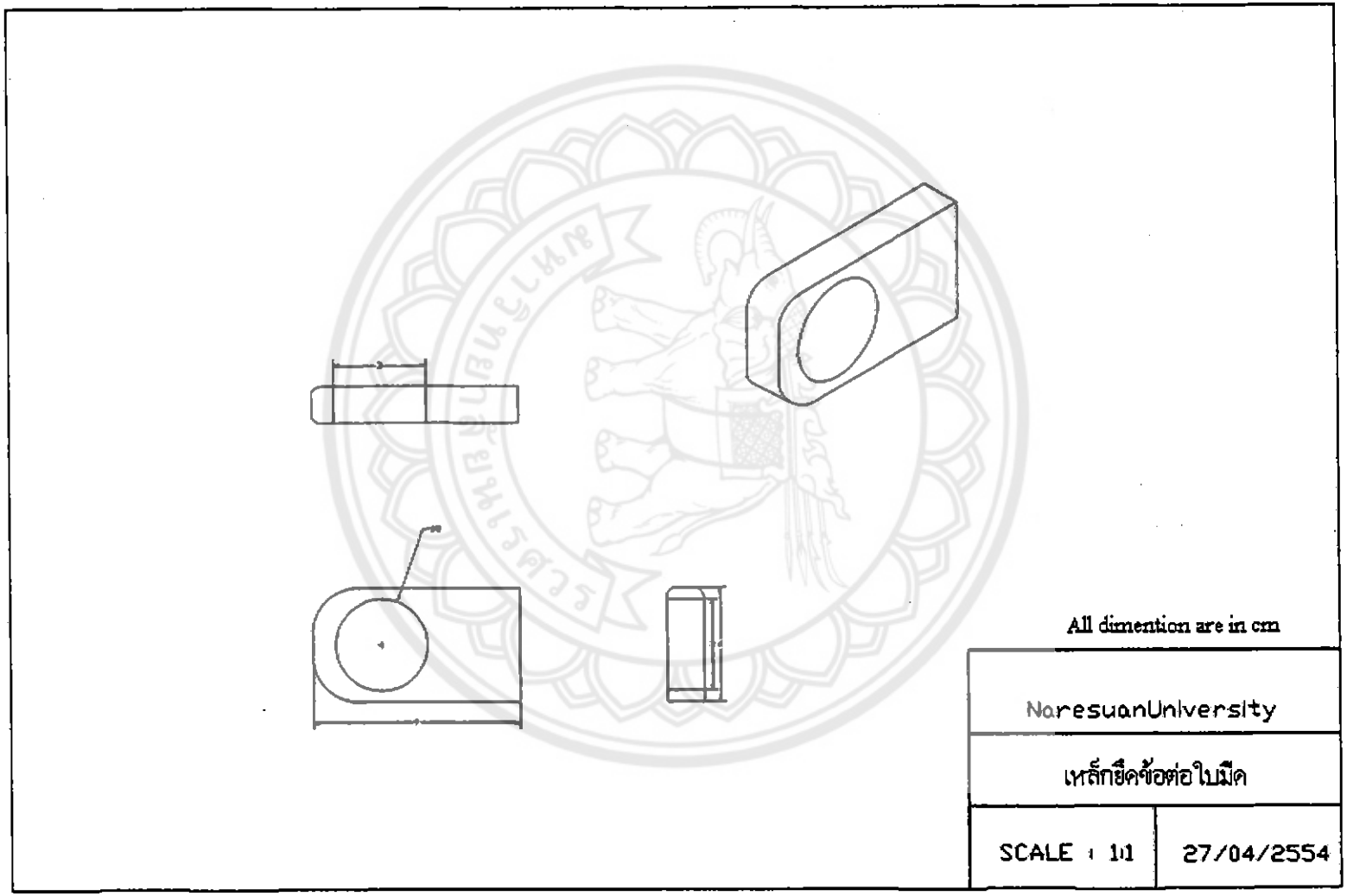
รูปที่ ข.4 แป้บสเตย์สวมเพลาตัวบน



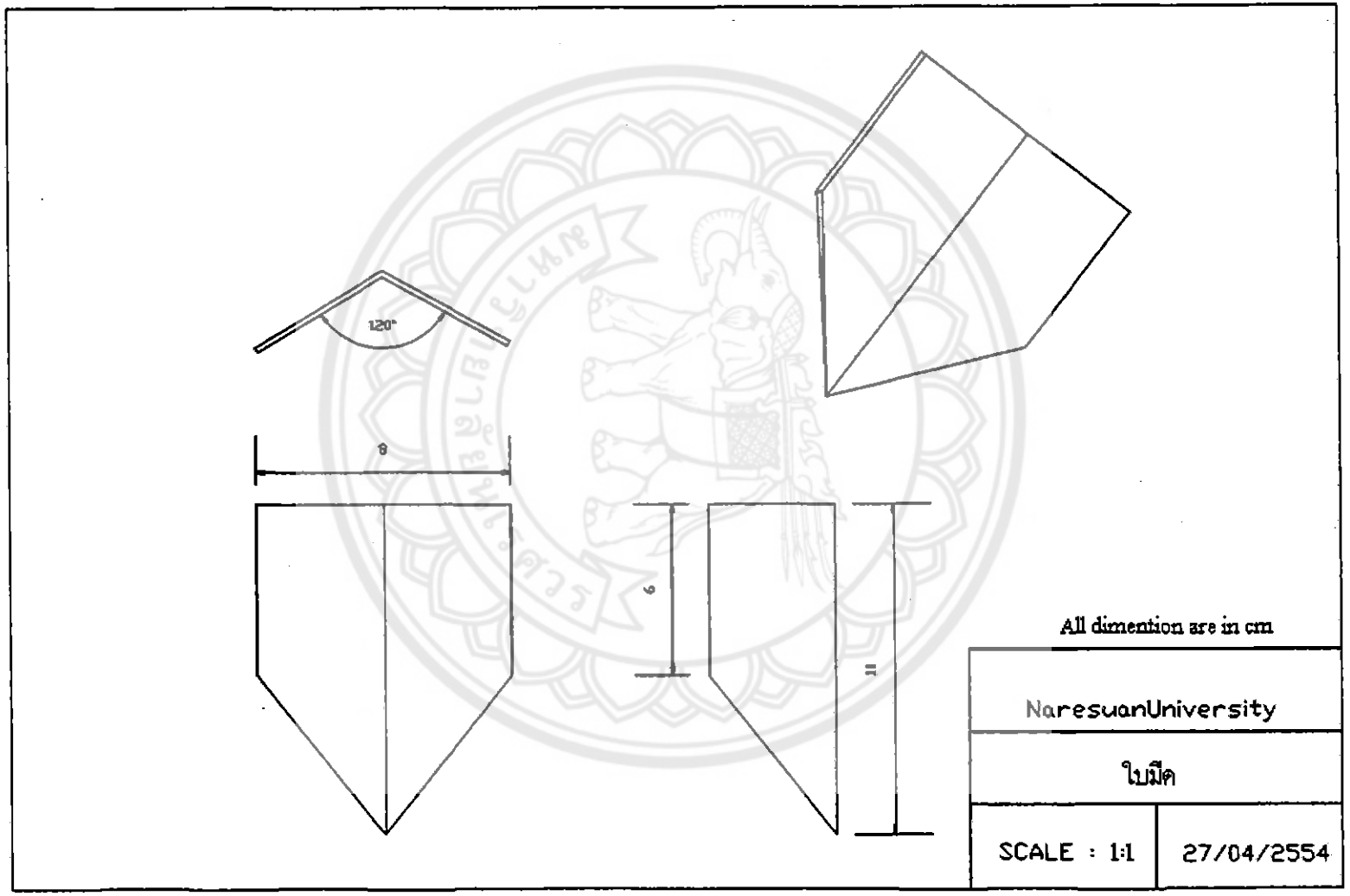
รูปที่ ข.5 แป้ปสเตย์สวมเพลาตัวล่าง



รูปที่ ข.6 ข้อต่อใบมีด



รูปที่ ข.7 เหล็กยึดข้อต่อใบมีด


120°
8
9
11
All dimention are in cm
NaresuanUniversity
ใบมีด
SCALE : 1:1
27/04/2554

รูปที่ ข.8 ใบมีด

ภาคผนวก ค

การคำนวณ

การคำนวณค่าใช้จ่ายของน้ำมันหล่อลื่น

กำหนดให้ อัตราการผลิตอย่างน้อย 30 ลูกต่อชั่วโมง

ใน 1วันทำงาน 8 ชั่วโมง = 30x8

= 240 ลูกต่อวัน

มะพร้าว 1 ลูก แบ่งออก 3 ส่วน

มะพร้าว 240 ลูก แบ่งออกเป็น 720 ชิ้นต่อวัน

ใน 1 ปีกำหนดให้ใช้น้ำมันหล่อลื่น 1 ลิตร ราคา 96 บาท

ในระยะเวลา 1 เดือน จะใช้น้ำมันหล่อลื่น 0.84 ลิตร เป็นราคา 8 บาท

เพราะฉะนั้นใน 1 วันจะเสียค่าน้ำมันหล่อลื่น = 8/21600

= 0.00037 บาทต่อชิ้น

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

กำหนดให้ อัตราการผลิตอย่างน้อย 30 ลูกต่อชั่วโมง

ใน 1วันทำงาน 8 ชั่วโมง = 30x8

= 240 ลูกต่อวัน

มะพร้าว 1 ลูก แบ่งออก 3 ส่วน

มะพร้าว 240 ลูก แบ่งออกเป็น 720 ชิ้นต่อวัน

ใน 1 ปีกำหนดให้ทำการเปลี่ยนอะไหล่ (สลักยึด) 4 ครั้ง ครั้งละ 48 บาท

เพราะฉะนั้นใน 1 วันจะเสียค่าบำรุงรักษา = 48/21600

= 0.00022 บาทต่อชิ้น

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

F คือต้นทุนคง = 3,360 บาท

V คือต้นทุนแปรผัน = 0.00037+0.00022

= 0.00059 บาทต่อชิ้น

P คือกำไร = 1 บาทต่อชิ้น

จากสูตร $N = \frac{F}{p-v} = \frac{3,360}{1-0.00059}$

คิดเป็นชิ้นจะได้ = 3,361 ชิ้น

คิดเป็นลูกจะได้ = 1,120 ลูก

เพราะฉะนั้นจำนวนการปอกมะพร้าวของกลุ่มหมู่บ้านที่คุ้มทุนต่อการผลิตเครื่องปอกมะพร้าว= 140 วัน

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายไพศาล สุขสด

ภูมิลำเนา 83 หมู่ที่ 1 ตำบล บ้านตึก อำเภอ ศรีสัชนาลัย จังหวัด สุโขทัย 64130

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเมืองเชลียง
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: tong_tango@hotmail.com

ชื่อ นายเรวัต คงเมือง

ภูมิลำเนา 217 หมู่ที่ 5 ตำบล อุดมธัญญา อำเภอ ตากฟ้า จังหวัด นครสวรรค์ 60190

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนตาคลีประชาสรรค์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: rewet.k@hotmail.com