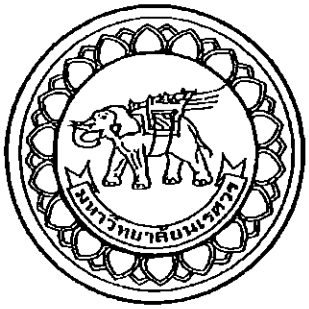


การพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด

THE DEVELOPMENT OF FERTILIZER DISTRIBUTING EQUIPMENT FOR CORN

นายเอกชัย คล้ายใจตรง รหัส 49380257

นายณัฐพล ชัยชนะ รหัส 49380776

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ...../...../.....
เลขทะเบียน 1506760 e.2
เลขเรียกหนังสือ ปร. ๐๘๗๖ก ๒๕๕๒
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายเอกชัย คล้ายใจตรง	รหัส 49380257
	นายณัฐพล ชัยชนะ	รหัส 49380776
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์ วิสาข์ เจ่าสกุล	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2552	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์ วิสาข์ เจ่าสกุล)

.....กรรมการ
(อาจารย์ธนา บุญฤทธิ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ศรีสัจจา วิทยศักดิ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น)

.....กรรมการ
(อาจารย์วัฒนชัย เยาวรัตน์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายเอกชัย คล้ายใจตรง	รหัส 49380257
	นายณัฐพล ชัยชนะ	รหัส 49380776
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์ วิสาข์ เจ่าสกุล	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2552	

.....

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้เป็นโครงงานการพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการออกแบบและสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดโดยจะเป็นเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดที่เป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรรายย่อยหรือมีเงินในการลงทุนไม่สูงมากนัก ซึ่งเครื่องใส่ปุ๋ยที่สร้างขึ้นจะเป็นชนิดแบบต่อพวงกับรถไถขนาดเล็ก และมีขนาด กว้าง 1เมตร ยาว 120 เมตร และสูง 0.8 เมตร สามารถใส่ปุ๋ยข้าวโพดได้ 3 แถว

การออกแบบการทดลองครั้งนี้ได้มีวิธีการทดลองใส่ปุ๋ยแล้วหาเวลาใส่ปุ๋ย/ไร่ และประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องใส่ปุ๋ย โดยจะทำการทดลอง เทียบกัน 3 แบบ คือ ใช้แรงงานคนใส่ปุ๋ย ใช้เครื่องใส่ปุ๋ยที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นหรือเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดติดกับรถไถเดินตาม และใช้เครื่องใส่ปุ๋ยติดกับรถแทรกเตอร์ และจะมีการหาต้นทุนเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดติดกับรถไถเดินตาม ระยะเวลาคืนทุน ซึ่งในการทดลองครั้งนี้จะมีการประเมินแบบประเมินความพอใจเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดติดรถไถเดินตามโดยจะให้เกษตรกรเป็นผู้ประเมิน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่เกษตรกรในหมู่บ้านนาสนุ่น ตำบลนาสนุ่น อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์

จากการทดลองในครั้งนี้สามารถได้ทราบผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่า การใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามจะใช้เวลาในการใส่ปุ๋ยน้อยกว่าใช้แรงงานคน เมื่อเทียบการใส่ปุ๋ยในปริมาณพื้นที่เท่ากัน โดยการใช้แรงงานคนในการใส่ปุ๋ยนั้นจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง/ไร่ เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง/ไร่ และเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ ใช้เวลาประมาณ 45 นาที/ไร่ ดังนั้น เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดติดกับรถไถเดินตามที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้น่าจะเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรรายย่อยที่มีเงินลงทุนไม่สูงมากนัก ถ้าเทียบกับการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ ก็ยังน่าลงทุนเนื่องจากราคาเครื่องและเงินลงทุนเฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า และประสิทธิภาพการทำงานก็ไม่ห่างกันมาก

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมอุตสาหการฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงลงได้ ด้วยความสนับสนุนจาก ท่านอาจารย์ วิสาข์ เจ่าสกุล และอาจารย์ ประเทือง โมรารายอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้กรุณาช่วยเหลือสนับสนุน พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการเขียน ตลอดจนกรุณาตรวจ และแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้นโครงงาน จนกระทั่งโครงงานประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้โครงงานวิศวกรรมอุตสาหการฉบับนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้เลยหากปราศจากครอบครัวที่คอยให้ความรัก และกำลังใจ ขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง และบุคลากรทุกท่านในคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่คอยให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจนเกิดโครงงานวิศวกรรมฉบับนี้ ทางผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณ ทุกท่านไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายเอกชัย คล้ายใจตรง
นายณัฐพล ชัยชนะ
มีนาคม 2553

สารบัญ

หน้า

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

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน.....1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ.....1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....1
1.6 ขอบเขตการทำโครงงาน.....2
1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2
1.8 แผนการดำเนินงาน.....3
1.9 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....4
2.1 หลักการออกแบบ.....4
2.2 โซ่ส่งกำลัง.....6
2.3 คุณสมบัติของ Solid Works.....9
2.4 การทดสเตอร์ คำนวณอัตราทด.....10
2.5 เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม.....12
2.6 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์.....14
2.7 ข้าวโพด.....15
2.8 วิธีใส่ปุ๋ยและเครื่องมือ.....19

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.9 รูปปุ๋ยและเวลาใส่ปุ๋ย.....20
2.10งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....21

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน.....23
3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด.....23
3.2 การออกแบบเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด.....23
3.3 วิธีสร้างและทดสอบเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด.....24
3.1 การทดลองและประเมินผล.....24
3.1 แก้ไขเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด.....25
3.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....25

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....26
4.1 การออกแบบและดำเนินการสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด.....26
4.2 การสร้างและประกอบเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด.....31
4.3 การทดสอบเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด.....34
4.4 ผลการทดลอง.....36
4.1 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์.....39
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้.....43

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....47
5.1 บทสรุป.....47
5.2 ข้อเสนอแนะ.....47

เอกสารอ้างอิง.....49
ภาคผนวก ก.....50
ภาคผนวก ข.....55
ภาคผนวก ค.....57

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน 3

2.1 แสดงการทดสเตอร์คำนวณอัตราทด 10

4.1 แสดงผลการจับเวลาในการทดลองเปรียบเทียบกัน 3 แบบ 36

4.2 แสดงผลการทดลองการใส่ปุ๋ยระหว่างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามกับคนใส่ปุ๋ย 37

4.3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามกับเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ 38

4.4 แสดงค่าการคำนวณการคิดต้นทุนการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยต่อพ่วงรถไถเดินตาม 41

4.5 แสดงค่าการคำนวณระยะเวลาคืนทุนของเครื่องใส่ปุ๋ยต่อพ่วงรถไถเดินตาม 42

4.6 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด 44

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การขับด้วยโซ่ส่งกำลัง....6

2.2 โซ่เส้นยาวขับหลายเพลา....7

2.3 แสดงการติดตั้งโซ่ขับสองจาน....7

2.4 ใช้ยางเป็นตัวหน่วงการสั่นสะเทือน....8

2.5 ใช้รางรับการไถลสำหรับระยะจุดศูนย์กลางที่ห่างไกลมาก....8

2.6 สปริงความตึงของโซ่สั้น....9

2.7 ไฮดรอลิคปรับความตึงของโซ่....9

3.1 แสดงอุปกรณ์ทำร่นข้าวโพดและเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์....23

3.2 แบบเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด....24

4.1 โครงสร้างคานรับน้ำหนัก....26

4.2 การติดตั้งระบบขับส่งกำลัง....27

4.3 แสดงการติดตั้งสเตอร์และโซ่ขับส่งกำลัง....27

4.4 สเตอร์ขนาด 32 ฟัน และ สเตอร์ขนาด 16 ฟัน....28

4.5 การจัดตำแหน่งสเตอร์ขนาด 32 ฟัน และสเตอร์ขนาด 16 ฟัน....28

4.6 แสดงการออกแบบถังใส่ปุ๋ย....29

4.7 แสดงการออกแบบล้อใบแซง....30

4.8 แสดงการออกแบบใบแถก....30

4.9 แสดงอุปกรณ์การลำเลียงปุ๋ย....31

4.10 แสดงการใส่ตุ๊กตากับด้านข้างถังบรรจุปุ๋ย....31

4.11 แสดงการวางตำแหน่งของแกนใส่ปุ๋ยทั้ง 2 ตัว....32

4.12 แสดงอุปกรณ์การลำเลียงปุ๋ยกับถังบรรจุปุ๋ย....32

4.13 แสดงอุปกรณ์ต่อพวงกับรถไถนาเดินตาม....33

4.14 แสดงการประกอบอุปกรณ์กลบดินหรือใบแถกดิน....33

4.15 แสดงเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด....34

4.16 รูปแสดงการต่อพ่วงเครื่องใส่ปุ๋ยกับรถไถเดินตาม....34

4.17รูปแสดงการบรรจุปุ๋ยใส่เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด....35

4.18 แสดงการใส่ปุ๋ยข้าวโพดโดยเครื่องใส่ปุ๋ยติดรถไถเดินตาม....35

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.19 รูปแสดงการเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยข้าวโพดระหว่างคนใส่ปุ๋ยและเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตาม 37
4.20 รูปแสดงการเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยของเครื่องต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามกับเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ 38
4.21 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้เครื่องกับพื้นที่ (ไร่) 41
4.22 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาคืนทุนกับพื้นที่ (ไร่) 43
4.23 แผนภูมิแสดงระดับความพึงพอใจของเกษตรกร 46
ก.1 แสดงการต่อพ่วงเครื่องใส่ปุ๋ยกับรถไถเดินตาม 51
ก.2 แสดงการบรรจุปุ๋ยใส่เครื่อง 52
ก.3 แสดงการใส่ปุ๋ยข้าวโพดโดยเครื่อง 52
ก.4 แสดงการต่อพ่วงเครื่องใส่ปุ๋ยกับรถไถเดินตาม 54
ค.1 เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด 58
ค.2 ถังบรรจุปุ๋ย 59
ค.3 ตัวยึดถังปุ๋ยกับคาน 60
ค.4 ตัวยู 61
ค.5 ล็อกตัวยู 62
ค.6 ตัวยึดประกอบสลัก 63
ค.7 สลักเกลียว 64
ค.8 มือเปิดฝาถังบรรจุปุ๋ย 65
ค.9 อาร์มล้อใบแซง 66
ค.10 ลิ่มยึดโครง 67
ค.11 เหล็กยึดแขนข้าง 68
ค.12 ตัวขันความลึกใบแถก 69
ค.13 ปลอกสวมสลัก 70
ค.14 โครงใบแถก 71
ค.15 ลิ้นกันปุ๋ยลง 72
ค.16 ตัวยึดโครงใบแถก 73
ค.17 ตัวต่อสลักกับคาน 74

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ค.18 ใบแถก(ขวา)..... 75

ค.19 หัวต่อตัวขันระดับ..... 76

ค.20 ฝาถัง..... 77

ค.21 ใบแถก(ซ้าย)..... 78

ค.22 สลักล้อใบแซง..... 79

ค.23 ตัวประคองคานกลาง..... 80

ค.24 แกนเพลา..... 81

ค.25 ตัวรองรับคานปรับ..... 82

ค.26 ปลอกสวมขันระดับ..... 83

ค.27 คาน..... 84

ค.28 เหล็กฉากยึดตุ๊กตา..... 85

ค.29 ปลอกสวมแกน..... 86

ค.30 ตัวรองใบแถกด้านล่าง..... 87

ค.31 ล้อใบแซง..... 88

ค.32 ตัวกันอาร์มล้อใบแซง..... 89

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากปัจจุบันการทำการเกษตรได้มีการนำเอาเครื่องจักรและเครื่องทุ่นแรงช่วยในการเพิ่มผลผลิตและช่วยให้เกษตรกรใช้เวลาในการทำงานน้อยลงทำให้เหลือเวลาไปทำงานอื่นได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและยังสามารถสามารถปฏิบัติงานได้เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งเกษตรกรยังสามารถปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้น ถ้าเปรียบเทียบการใช้รถไถกับการใช้แรงงานของคนในเวลาเดียวกัน การเพาะปลูกพืชเป็นอาชีพที่นับว่ามีการทำเกษตรกรรมกันมาก และเกษตรกรรายย่อยส่วนมากนิยมใช้รถไถแบบเดินตามเนื่องจากรถไถขนาดใหญ่หรือรถแทรกเตอร์มีราคาที่สูงเกินกว่ารายได้ของเกษตรกรรายย่อย คณะผู้จัดทำโครงงานจึงคิดวิธีการออกแบบและสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดพ่วงต่อรถไถนาแบบเดินตาม แม้ว่าการทำงานของเครื่องใส่ปุ๋ยพ่วงต่อรถไถแบบเดินตามช้ากว่าเครื่องปลูกพืชพ่วงต่อรถไถขนาดใหญ่หรือรถแทรกเตอร์ แต่ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรที่มีเงินลงทุนน้อย จึงได้มีโครงงานพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดขึ้นมา ในการผลิตเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดนั้นต้องอาศัยหลักการและทฤษฎีหลายอย่างเข้ามาช่วย เพื่อสนับสนุนให้ได้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดพ่วงต่อกับรถไถนาแบบเดินตามที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพที่ดี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดพ่วงต่อกับรถไถนาเดินตาม

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน

ได้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดแบบต่อพ่วงกับรถไถเดินตาม

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ

1.4.1 เครื่องใส่ปุ๋ยที่ได้ทำการออกแบบและสร้างขึ้นมานั้นสามารถทำการใส่ปุ๋ยได้จริงสามารถใส่ปุ๋ยได้ 3 แถว

1.4.2 การใช้งานเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดวัดจากความพึงพอใจของเกษตรกรที่ได้ทดลองใช้เครื่องโดยที่วัดระดับความพึงพอใจที่ 80 % ขึ้นไป โดยใช้แบบสอบถามวัดระดับความพึงพอใจ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 นำหลักการออกแบบการทดลองมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดที่ได้ออกแบบไว้ ทั้งนี้เพื่อหาจุดที่เหมาะสมของปัจจัยเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์เกษตรกรที่ผลิตข้าวโพด

1.5.2 ทำให้เกษตรกร และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตข้าวโพดตัดสินสินใจลงทุนผลิตข้าวโพดโดยอาศัยเครื่องใส่ปุ๋ยพ่วงต่อรถไถแบบเดินตาม

1.6 ขอบเขตการทำโครงงาน

ศึกษาความเหมาะสมในทำการออกแบบและสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าว และจะทำการทดลองใส่ปุ๋ยในหมู่บ้านนาสนุ่น ตำบลนาสนุ่น อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.7.1 ขั้นตอนการวางแผน (Plan)

1.7.1.1 จัดทำแผนการดำเนินงาน

1.7.1.2 ศึกษารายละเอียดเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดและอุปกรณ์ต่าง ๆ

1.7.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Do)

1.7.2.1 ออกแบบเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

1.7.2.2 จัดหาวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ

1.7.2.3 ทำการผลิตชิ้นส่วนตามที่ออกแบบ

1.7.2.4 ทำการสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

1.7.3 ขั้นตอนการทดสอบ

1.7.3.1 ทดลองการทำงานของเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดในแปลงข้าวโพดจริงของเกษตรกร

1.7.3.2 ออกแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องใส่ปุ๋ย โดยเกษตรกรหมู่บ้านนาสนุ่น ต.นาสนุ่น อ.ศรีเทพ จ.เพชรบูรณ์

1.7.4 ขั้นตอนการแก้ไข/ปรับปรุง (Action)

1.7.5 ขั้นตอนการกำหนดคู่มือการใช้งาน

1.7.6 สรุปผลการทำโครงงานวิจัย

1.8 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ
1	ศึกษาค้นคว้าข้อมูล	←	→						
2	ศึกษาการทำงานของเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด		←	→	→				
3	ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ		←	→	→	→			
4	ทดสอบการใช้งานจริงในแปลงของเกษตรกร						↔		
5	แก้ไขแบบที่เกิดการผิดพลาด							↔	
6	วิเคราะห์และสรุปผล								↔

1.9 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1. ค่าถ่ายเอกสาร	1,000	บาท
2. ค่าเดินทาง	2,000	บาท
3. ค่าสร้างเครื่องใสปุ๋ยข้าวโพด	4,000	บาท
4. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	500	บาท
รวมเป็นเงิน	7,500	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 หลักการออกแบบ

ผลิตภัณฑ์ที่ดีย่อมเกิดจากการผลิตที่ดี ความตั้งใจ ความเอาใจใส่ คนทำต้องคำนึงถึงหลักการทำที่ถูกวิธี ตามแบบที่เขียนไว้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่ดีเอาไว้ควรมีองค์ประกอบอะไรบ้างแล้วใช้ความคิดสร้างสรรค์ วิธีการต่างๆที่ได้กล่าวมา เสนอแนวคิดให้เป็นผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมตามหลักการออกแบบ โดยหลักการออกแบบควรคำนึงถึงนั้นมี 8 ประการ คือ

1) หน้าที่ใช้สอย (Function)
2) ความปลอดภัย (Safety)
3) ความแข็งแรง (Construction)
4) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics)
5) ความสวยงาม (Aesthties)
6) ราคา (Cost)
7) การซ่อมแซมง่าย (Maintenance)
8) วัสดุและการผลิต (Materials and production)

2.1.1 หน้าที่ใช้สอย

หน้าที่ใช้สอยถือเป็นหลักการออกแบบที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกที่ต้องคำนึงถึงผลิตภัณฑ์ทุกชนิด ต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกสบาย

เรื่องหน้าที่การใช้สอยนับว่าเป็นสิ่งที่ละเอียดอ่อนซับซ้อน ผลิตภัณฑ์บางชนิดมีประโยชน์ใช้สอยตามที่ผู้คนทั่วๆไป ทราบเบื้องต้นว่า มีหน้าที่ใช้สอยแบบนี้ แต่ความละเอียดอ่อนที่นักออกแบบได้คิดนั้นได้ตอบสนองความสบายอย่างเต็มที่

2.1.2 ความปลอดภัย

สิ่งที่อำนวยประโยชน์ได้มากเพียงไร ย่อมมีโทษเพียงนั้น การออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้ ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ต้องแสดงเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจนหรือคำอธิบายไว้

2.1.3 ความแข็งแรง

ผลิตภัณฑ์จะต้องมีความแข็งแรงในตัวของผลิตภัณฑ์หรือโครงสร้างเป็นความเหมาะสมในการที่นักออกแบบรู้จักใช้คุณสมบัติของวัสดุและจำนวนหรือปริมาณของโครงสร้างในกรณีที่จะต้องมีการรับน้ำหนัก ต้องเข้าใจหลักโครงสร้างและการรับน้ำหนัก

ส่วนความแข็งแรงของตัวผลิตภัณฑ์เองนั้นก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบรูปร่างและการเลือกวัสดุและการศึกษาข้อมูลการใช้งานผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องรับน้ำหนักหรือกระทบกระแทกอะไร แต่อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงความประหยัดควบคู่ไปด้วย

2.1.4 ความสะดวกสบายในการใช้

นักออกแบบต้องศึกษาวิชาการกายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับสัดส่วน ขนาดและขีดจำกัดที่เหมาะสำหรับอวัยวะส่วนต่างๆในร่างกาย ทั้งด้านสรีระ จะทำให้ทราบถึงขีดจำกัด ความสามารถของร่างกาย ที่กล่าวมานั้นจะทำให้นักออกแบบกำหนดขนาด ส่วนโค้ง ส่วนตรง ส่วนแคบของผลิตภัณฑ์ต่างๆได้อย่างเหมาะสมกับร่างกายหรืออวัยวะของมนุษย์ที่ใช้ ก็จะก่อให้เกิดความสะดวกสบายเกิดขึ้น ดังนั้นนักออกแบบจึงต้องศึกษาสัดส่วนร่างกายของชนชาติที่ใช้ผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์

2.1.5 ความสวยงาม

ผลิตภัณฑ์ในยุคปัจจุบันนี้ความสวยงามนับว่ามีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปน้อยกว่าหน้าที่ใช้สอยเลย ความสวยงามจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการตัดสินใจซื้อเพราะประทับใจส่วนหน้าที่ใช้สอยจะดีหรือไม่ต้องใช้เวลาอีกระยะหนึ่ง ก็จะเกิดความบกพร่องในหน้าที่ใช้สอยให้เห็นภายหลัง ผลิตภัณฑ์บางอย่างความสวยงามก็คือหน้าที่ใช้สอยนั่นเอง

2.1.6 ราคา

ผลิตภัณฑ์นั้นย่อมมีข้อมูลด้านผู้บริโภคและด้านการตลาดที่ได้ค้นคว้าและสำรวจแล้ว ผลิตภัณฑ์ย่อมจะต้องมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายว่าที่จะใช้เป็นคนกลุ่มใด อาชีพ ฐานะเป็นอย่างไร นักออกแบบก็จะกำหนดแบบผลิตภัณฑ์ ประมาณราคาขายให้กลุ่มเป้าหมายที่จะซื้อได้และราคาก็เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ และเลือกวิธีผลิตได้อย่างรวดเร็ว เหมาะสม

อย่างไรก็ดี ถ้าประมาณการออกแบบมาแล้ว ปรากฏว่า ราคาค่อนข้างสูงกว่าที่กำหนดไว้ก็อาจจะเปลี่ยนแปลงราคาหรือพัฒนาองค์ประกอบด้านต่างๆใหม่ แต่ยังคงคุณภาพไว้เรียกว่าเป็นวิธีการลดค่าใช้จ่าย

2.1.7 การซ่อมแซมง่าย

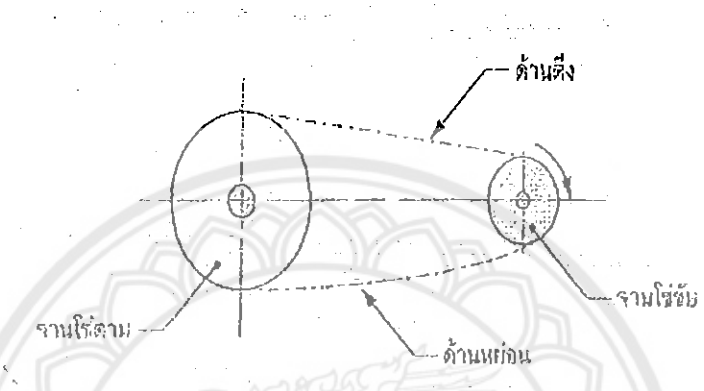
หลักการนี้คงใช้กับผลิตภัณฑ์ เครื่องจักร เครื่องยนต์ จะต้องศึกษาถึงตำแหน่งในการจัดวางกลไกแต่ละชิ้น เพื่อที่จะใช้ออกแบบส่วนต่างๆ ให้สะดวกในการถอดซ่อมแซมหรือเปลี่ยนได้

2.1.8 วัสดุและการผลิต

อาจมีกรรมวิธีการเลือกใช้วัสดุและวิธีผลิตได้หลายแบบ แต่ละแบบหรือวิธีใดถึงจะเหมาะสมที่สุด ที่จะไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าการประมาณ ฉะนั้น นักออกแบบคงจะต้องศึกษาเรื่องวัสดุและวิธีผลิตให้ลึกซึ้ง โดยเฉพาะวัสดุก็ต้องเลือกใช้คุณสมบัติให้เหมาะสมคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่พึงมียิ่งในยุคสมัยนี้ มีการรณรงค์ช่วยกันนำวัสดุหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่

2.2 โซ่ส่งกำลัง

การขับส่งกำลังด้วยโซ่ดังแสดงในรูป ประกอบด้วยโซ่ที่คล้องรอบจานโซ่ตั้งแต่ 2 อันขึ้นไป จานโซ่เป็นที่มีฟันรูปร่างพิเศษ ในการขับด้วยโซ่นั้นข้อโซ่จะขบกับฟันของจานโซ่จึงไม่มีการลื่นไถล ทำให้การส่งกำลังมีอัตราทดคงที่เช่นเดียวกับการทดด้วยเฟือง โซ่จะทำหน้าที่ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ขนานกันเท่านั้น การขับด้วยโซ่จะใช้กันอย่างกว้างขวางในเครื่องจักรต่างๆ



รูปที่ 2.1 การขับด้วยโซ่ส่งกำลัง

ที่มา: หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล2, จำรูญ ตันติพิศาลกุล

ข้อดีของการส่งกำลังด้วยโซ่

1) สามารถส่งกำลังในระยะที่ห่างระหว่างเพลาขับกับเพลาตามได้ไกล

2) การติดตั้งสะดวก ไม่ต้องกังวลเรื่องการเยื้องศูนย์มากนัก

3) สามารถส่งกำลังได้สูง และประสิทธิภาพค่อนข้างสูง

4) ไม่เกิดการลื่นไถล ทำให้การส่งกำลังมีอัตราทดที่คงที่

5) สามารถส่งกำลังในที่ที่มีความชื้นและฝุ่นละอองได้

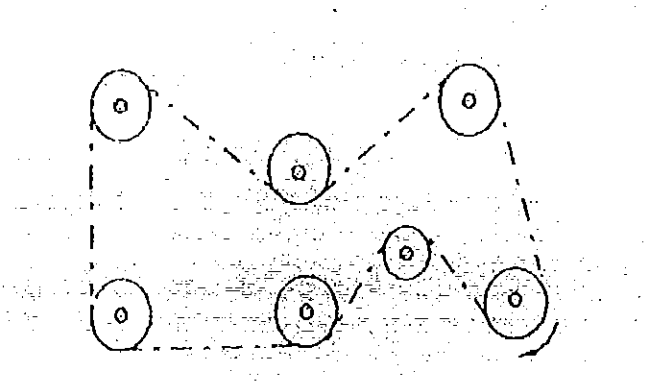
6) สามารถส่งกำลังจากตัวส่งกำลังขับตั้งต้นไปขับเพลาได้หลายตัวในเวลาเดียวกัน

ข้อเสียของการส่งกำลังด้วยโซ่

1) ระยะพิตช์ของโซ่เพิ่มขึ้น (โซ่ยืดออก) เนื่องจากการสึกหรอของข้อต่อซึ่งทำให้ต้องใช้ตัวปรับความตึงเพื่อป้องกันไม่ให้โซ่หลุดจากจานโซ่

2) การบำรุงรักษายุ่งยากกว่าสายพาน จะต้องคอยใส่น้ำมันหล่อลื่นระหว่างการใช้งาน

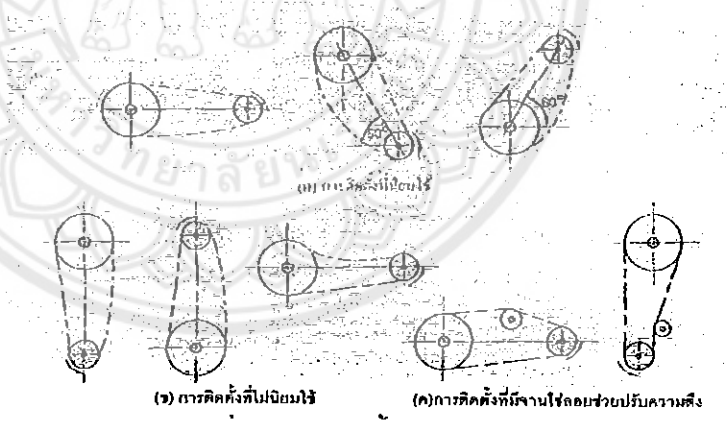
3) เกิดเสียงดังและการสั่นในระหว่างการทำงานเนื่องจากการกระแทกระหว่างโซ่กับโดนฟันของจานโซ่และความเร็วไม่คงที่



รูปที่ 2.2 โซ่เส้นยาวขับหลายเพลา

ที่มา : หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล2, จำรูญ ตันติพิศาลกุล

การติดตั้งโซ่โดยปกตินิยมติดตั้งในแนวจุดศูนย์กลางของจานโซ่ทั้งคู่อยู่ในแนวระดับเดียวกัน หรือทำมุมกับแนวระดับไม่เกิน 60 องศา และจะให้ด้านล่างเป็นด้านหย่อน ไม่นิยมการติดตั้งให้แนวศูนย์กลางของจานโซ่ทั้งคู่อยู่ในแนวดิ่ง หรือด้านบนเป็นด้านหย่อน เนื่องจากโซ่มักจะหลุดจากจานโซ่ได้ง่ายเมื่อโซ่เกิดการยืดเพียงเล็กน้อย

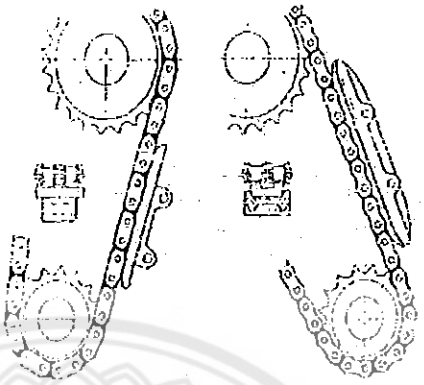


รูปที่ 2.3 แสดงการติดตั้งโซ่ขับสองจาน

ที่มา : หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล2, จำรูญ ตันติพิศาลกุล

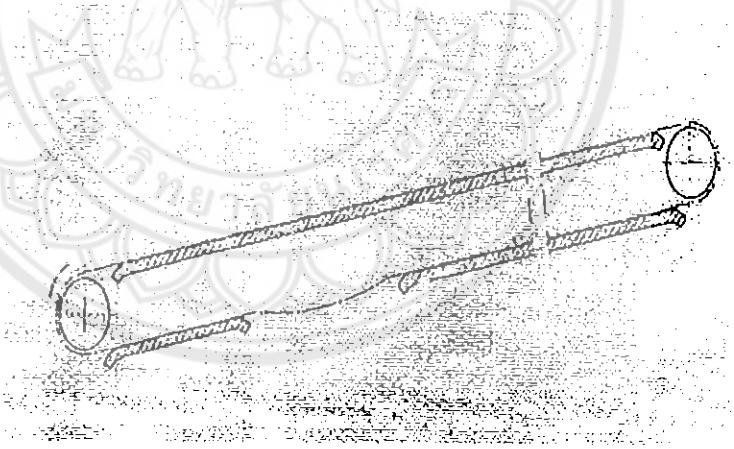
เราสามารถขยายขอบเขตของการใช้งานโซ่ขับ โดยการใช้อุปกรณ์ช่วยพิเศษ ได้แก่ ตัวหน่วงการสั่นสะเทือน (Vibration damper) เพื่อจำกัดการสั่นของโซ่เพื่อมีการกระแทกเป็นระยะๆและความเร็วสูง การติดตั้งล้อช่วยรองรับหรือรางรับการไถล เมื่อระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของจานโซ่ห่างกันมาก เพื่อลดความเค้นที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักของโซ่ หรือการใช้อุปกรณ์ปรับความตึงของโซ่

ด้านหย่อน เพื่อจานโซ่ตัวตามอยู่เหนือจานโซ่ตัวขับ เพื่อให้เกิดความตึงเบื้องต้นที่จำเป็นในด้านหย่อนของโซ่



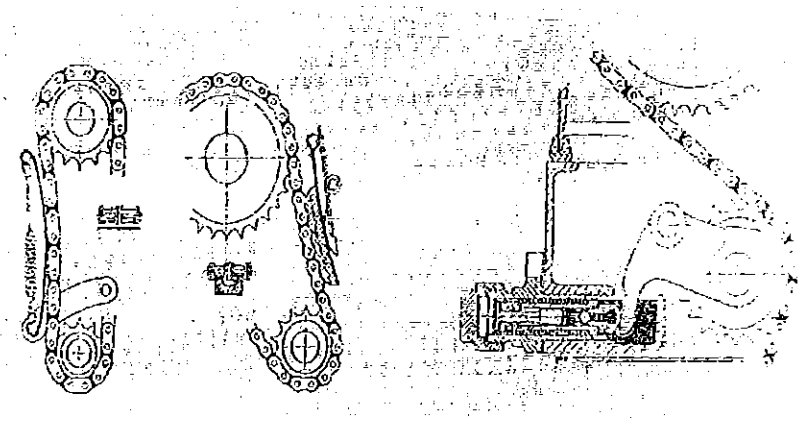
รูปที่ 2.4 ใช้ยางเป็นตัวหน่วงการสั่นสะเทือน

ที่มา : หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล2, จำรูญ ตันติพิศาลกุล



รูปที่ 2.5 ใช้รางรับการไถลสำหรับระยะจุดศูนย์กลางที่ห่างไกลมาก

ที่มา : หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล2, จำรูญ ตันติพิศาลกุล



รูปที่ 2.6 สปริงปรับความตึงของโซ่สั้น **รูปที่** 2.7 ไฮดรอลิคปรับความตึงของโซ่

ที่มา : หนังสือการออกแบบเครื่องจักรกล2, จำรูญ ตันติพิศาลกุล

เราสามารถแบ่งชนิดของโซ่ตามลักษณะการทำงานได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ โซ่ขับหรือโซ่ส่งกำลัง โซ่ลำเลียง (Conveyor chain) และโซ่ดึง แต่ละกลุ่มยังแบ่งย่อยออกเป็นประเภทตามรายละเอียดของการออกแบบในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะ โซ่ส่งกำลังเท่านั้น ประเภทของโซ่ส่งกำลังมีดังนี้

โซ่ลูกกลิ้ง (Rolling chain) ประกอบด้วยสลัก ปลอกสลัก ลูกกลิ้ง แผ่นประกับในและแผ่นประกับนอก ปลอกสลักจะสวมอัดแน่นกับแผ่นประกับใน มีลูกกลิ้งกลวงหมุนได้อิสระสวมอยู่ด้านนอกของปลอกสลัก แผ่นประกับนอกยึดอยู่กับสลัก

2.3 คุณสมบัติของ Solid Works

โปรแกรม Solid Works เป็นโปรแกรมที่ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบงานทางด้านวิศวกรรม ที่มีข้อดีคือ การใช้งานง่ายทำการขึ้นรูปชิ้นงานได้รวดเร็ว และมีการควบคุมคำสั่งที่ใช้ในการเขียนรูปโดยการอ้างอิงกับค่า พารามิเตอร์ ทำให้การออกแบบชิ้นส่วนทางกลหรือผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่นตัวมีประสิทธิภาพพร้อมทั้งได้นำเอาข้อได้เปรียบของ Microsoft Windows ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการติดต่อกับผู้ใช้งานโปรแกรม Solid Work เป็นซอฟท์แวร์สำเร็จรูปที่มีความสามารถสูง และเรียนรู้ได้ง่ายจึงทำให้วิศวกรและผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ สามารถถ่ายทอดความคิดออกมาเป็นโมเดลในรูปแบบของ 3 มิติ ที่มีทั้งลักษณะของการกำหนดสีและแสง รวมถึงความสามารถในการนำโมเดล 3 มิติ มาสร้างเป็นแบบ 2 มิติหรือเรียกว่า แบบแปลน(Drawing)ได้โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดต่างๆ ได้ เช่น การกำหนดขนาด การแสดงภาพฉาย การสร้างภาพตัด การสร้างแบบแปลนภาพประกอบ การสร้างตารางรายการวัสดุ และการสร้างภาพแยกชิ้นงานประกอบ เป็นต้น

ข้อดีของโปรแกรม Solid Works เป็นโปรแกรมที่ได้นำข้อดีและข้อได้เปรียบของการใช้งานของโปรแกรมอื่นๆ มาทำการพัฒนาให้ผู้ออกแบบใช้งานได้ง่าย ซึ่งตัวโปรแกรมพัฒนาขึ้นมาโดยเพิ่มเครื่องมือที่ช่วยได้วิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล และยังเจาะลึกถึงงานออกแบบเพื่อใช้ในการสร้างโมเดลต้นแบบในลักษณะงานต่างๆที่มีความซับซ้อนมากๆ เช่น งานออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล การออกแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆ งานออกแบบแม่พิมพ์ งานออกแบบโลหะแผ่น การออกแบบระบบงานท่อ การออกแบบโครงสร้าง และการวิเคราะห์งานทางด้านกลศาสตร์ของแข็งโดยใช้หลักการทาง Finite Element รวมไปถึงการวิเคราะห์ชิ้นงานจากการฉีดขึ้นรูป นอกจากงานออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกลแล้วยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงาน วิศวกรรมแขนงอื่นได้

2.4 การทดสเตอร์ คำนวณอัตราทด

ตารางที่ 2.1 แสดงการทดสเตอร์

ตารางการทดสเตอร์

สเตอร์หน้า	สเตอร์หลัง	อัตราทด	สเตอร์หน้า	สเตอร์หลัง	อัตราทด	สเตอร์หน้า	สเตอร์หลัง	อัตราทด	สเตอร์หน้า	สเตอร์หลัง	อัตราทด
13	28	2.1538	14	28	2.0000	15	28	1.8667	16	28	1.7500
13	29	2.2308	14	29	2.0714	15	29	1.9333	16	29	1.8125
13	30	2.3077	14	30	2.1429	15	30	2.0000	16	30	1.8750
13	31	2.3846	14	31	2.2143	15	31	2.0667	16	31	1.9375
13	32	2.4615	14	32	2.2857	15	32	2.1333	16	32	2.0000
13	33	2.5385	14	33	2.3571	15	33	2.2000	16	33	2.0625
13	34	2.6154	14	34	2.4286	15	34	2.2667	16	34	2.1250
13	35	2.6923	14	35	2.5000	15	35	2.3333	16	35	2.1875
13	36	2.7692	14	36	2.5714	15	36	2.4000	16	36	2.2500
13	37	2.8462	14	37	2.6429	15	37	2.4667	16	37	2.3125
13	38	2.9231	14	38	2.7143	15	38	2.5333	16	38	2.3750
13	39	3.0000	14	39	2.7857	15	39	2.6000	16	39	2.4375
13	40	3.0769	14	40	2.8571	15	40	2.6667	16	40	2.5000
13	41	3.1538	14	41	2.9286	15	41	2.7333	16	41	2.5625
13	42	3.2308	14	42	3.0000	15	42	2.8000	16	42	2.6250
13	43	3.3077	14	43	3.0714	15	43	2.8667	16	43	2.6875
13	44	3.3846	14	44	3.1429	15	44	2.9333	16	44	2.7500
13	45	3.4615	14	45	3.2143	15	45	3.0000	16	45	2.8125

ที่มา : www.fcciracing.com

จากตารางอัตราทด เราจะสังเกตว่าคู่สเตอร์จะมีอัตราทดแบ่งออกเป็น 3 แบบ ด้วยกันคือ

1) แบบหารลงตัว เช่น 14/28=2.0000 หรือ 13/39=3.0000

2) แบบหารแล้วเกิดทศนิยม แต่ไม่เกิน 2 ตำแหน่ง เช่น 14/35=2.5000 หรือ16/36=2.2500

3) แบบหารแล้วเกิดทศนิยมเกิน 3 ตำแหน่งขึ้นไป เช่น 13/40=3.0769 หรือ 14/34=2.4286 แล้วทั้ง 3 แบบนี้มันมีข้อแตกต่าง ดังนี้

1) แบบหารลงตัว คู่เฟืองใดที่มีอัตราทดแบบนี้จะไม่เป็นที่ยอมรับกันทางทฤษฎี (ยกเว้นในเฟืองไทม์มิ่ง) เพราะอัตราทดเช่นนี้จะทำให้เกิดการพบกันของคู่ฟันเดิมทุกๆรอบการทำงาน เช่นคู่เฟือง 14/28 อัตราทดเท่ากับ 2:1 คือเฟือง 14 ฟันหมุน 1 รอบส่วนเฟือง 28 ฟันหมุน 2 รอบดังนั้นเฟืองที่ 1 ของเฟือง 14 จะหมุนวนมาเจอกับฟันเฟืองที่ 14 และ 28 ของเฟือง 28 ฟันทุกๆรอบการทำงานซึ่งลักษณะนี้จะเกิดขึ้นทุกๆ คู่ฟัน จนทำให้เกิดสึกหรอที่เกิดขึ้นเป็นการสึกหรอที่ตายตัว แล้วเมื่อใดที่มีการขยับเปลี่ยนแปลงคู่เฟืองนั้นๆก็จะเกิดเสียงดังขึ้นเพราะเกิดจากการสึกหรอที่ เกิดนั้นไม่ตรงกัน ทีนี้เมื่อเรามาดูถึงคู่สเตอร์บ้าง ถึงแม้ฟันสเตอร์จะไม่ได้ขบกันโดยตรงเหมือนกับ เฟืองเกียร์ แต่ปัญหาการสึกหรอดังที่กล่าวมาแล้วนั้นก็เกอดขึ้นได้ เพราะอย่างไรเสียจำนวนข้อโซ่ก็ตายตัว เมื่อการใช้งานเกิดขึ้นการสึกหรอของฟันสเตอร์ก็จะเป็นอย่างที่กล่าวมา ดังนั้นทางโรงงานผลิตจึงนำฟันเฟืองที่หารกันไม่ลงตัว มาใช้ เราจะกล่าวถึงต่อไปว่าทำไมถึงต้องใช้แบบหารไม่ลงตัวแต่ทั้งนี้เราบางทีเราก็อาจจะเห็นทีมแข่งบางทีมใช้สเตอร์แบบหารกันลงตัวนี้ลงสนาม ซึ่งก็สามารถใช้ได้เพราะการแข่งเป็นแบบชั่วคราวขึ้นอยู่กับความต้องการของทีมแข่ง แต่ถ้าทำมาใช้งานวิ่งทุกวันแบบรถทั่วไปเห็นจะไม่มีใครทำครับ

2) แบบหารแล้วเกิดทศนิยม แต่ไม่เกิน 2 ตำแหน่ง เราทราบกันไปแล้วว่าอัตราทดที่หารแล้วลงตัวมีผลเสียอย่างไร ทีนี้ก็มาดูอัตราทดที่หารแล้วไม่ลงตัวจะมีผลดีอย่างไร แล้วที่แบ่งออกมาว่าจุดทศนิยมไม่เกิน 2 ตำแหน่งเป็นนี้เป็นอย่างไร การที่อัตราทดหารกันแล้วได้ลงตัวเลขของมาเป็นจุดทศนิยมนั้นเป็นสิ่งที่ดีเพราะฟันเฟืองมีโอกาสที่จะไปพบกับคู่ฟันอื่นได้ ทำให้การสึกหรอไม่ซ้ำซาก แต่การที่มีตัวเลขจุดทศนิยมไม่เกิน 2 ตำแหน่ง เช่น 14/35=2.5000 หรือ 16/36=2.2500 นี้ มันก็มีโอกาสที่จะไม่พบกันซ้ำๆของคู่ฟันใดอีก ดังนั้นแบบทศนิยมไม่เกิน 2 ตำแหน่งเป็นแบบที่ดีแต่ไม่ดีที่สุด

3) แบบหารแล้วเกิดทศนิยมเกิน3ตำแหน่ง แบบนี้เป็นแบบที่ทางบริษัทผู้ผลิตใช้กันมากที่สุด (แบบ cbr) เข้าเรื่องไม่ว่าจะเป็นในส่วนของเฟืองเกียร์ เฟืองชามคลัทช์ จนถึงสเตอร์ เพราะแบบนี้ฟันเฟืองจะหมุนวนให้ทุกฟันเฟืองของทั้งคู่ได้พบกันทุกฟันการสึกหรอจึงเป็นไปแบบกระจายตัว สรุปก็คือ การที่ให้ฟันเฟืองทุกฟันของคู่เฟืองได้พบกันทุกฟันเป็นสิ่งที่ดีที่สุด และการที่จะได้รู้ได้ว่าฟันเฟืองทุกฟันได้พบกันหมดก็ดูจากผลคำนวณอัตราทดว่าเป็นจุดทศนิยม เกิน 3 ตำแหน่งหรือไม่ซึ่งสเตอร์เองก็ต้องใช้การดูเช่นนี้เหมือนกัน แต่ทั้งนี่ทั้งนั้นในส่วนของสเตอร์เองยังมีตัวแปลที่สำคัญที่จะทำให้มีผลต่อการแข่งขันคือ โซ่และขนาดของสเตอร์อีกด้วย

2.5 เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม คือ การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในทางวิศวกรรมอย่างมีประสิทธิภาพโดยวัดมูลค่าของผลงานด้านวิศวกรรม

2.5.1 ต้นทุน (Cost)

ต้นทุน (Cost) และค่าใช้จ่าย (Expend) เป็นคำซึ่งมีความหมายใกล้เคียงกันมากที่สุดโดยความเข้าใจทั่วไปอาจแยกความหมายของต้นทุนว่าเป็นส่วนของการลงทุน โดยจ่ายเป็นจำนวนเงินหรือสิ่งแลกเปลี่ยนอย่างอื่นเพื่อให้ได้มาซึ่งทรัพย์สินหรือบริการใดๆ ส่วนค่าใช้จ่ายมักเข้าใจว่าเป็นจำนวนที่จ่ายไปในการใช้บริการ หรือดำเนินงาน ในความหมายดังกล่าวจึงไม่เห็นความแตกต่างของคำทั้งสอง ต้นทุนมีความหมายที่แตกต่างกันไปโดยมีรูปแบบและลักษณะการประเมินต่าง ๆ กัน การใช้ต้นทุนสำหรับการวิเคราะห์กิจกรรมต่าง ๆ จึงมีความหมายที่แตกต่างกันออกไป เช่น ต้นทุนในความหมายทางบัญชีจะแตกต่างกับต้นทุนในทรรศนะของผู้บริหาร ต้นทุนสามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการใช้งานและลักษณะปัญหาที่จะวิเคราะห์ ต้นทุนชนิดหนึ่งใช้ได้กับงานลักษณะหนึ่งแต่ใช้งานอีกลักษณะหนึ่งไม่ได้ ตัวอย่างง่าย ๆ คือ ต้นทุนมาตรฐานของสินค้าในระบบบัญชีจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอเนื่องจากราคาวัตถุดิบเปลี่ยนไปต้นทุนมาตรฐานดังกล่าว จะใช้เป็นต้นทุนเพื่อกำหนดให้ราคาขึ้นสูงตามไม่ได้ ในการประเมินต้นทุนถ้าใช้ชนิดของต้นทุนไม่ถูกต้อง หรือใช้วิธีการประเมินต้นทุนที่ไม่เหมาะสมจะทำให้การวิเคราะห์บิดเบือนไปได้

2.5.2 ประเภทของต้นทุน

ต้นทุนมีรูปแบบลักษณะของการประเมินต่างกันไป คำว่าต้นทุนมักมีคำอื่นต่อท้ายเพิ่มเติมเพื่อระบุให้เห็นถึงลักษณะความแตกต่างของต้นทุนนั้นๆ ซึ่งสามารถแยกชนิดของต้นทุนต่าง ๆ ได้ดังนี้

- ต้นทุนอนาคต (Future Cost) ในการตัดสินใจเกี่ยวกับอนาคต เช่น การจัดซื้อเครื่องจักรที่ใช้ในปีหน้า ราคาของเครื่องจักร ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเป็นเรื่องของอนาคต การประเมินค่าใช้จ่ายจึงเป็นการประเมินต้นทุนสำหรับอนาคต ต้นทุนที่ประเมินถือเป็นต้นทุนอนาคต

- ต้นทุนเสียโอกาส (Opportunity Cost) เป็นการเสียโอกาสหรือเสียผลประโยชน์ที่พึงจะได้ถือเป็นต้นทุนในลักษณะหนึ่ง ต้นทุนเสียโอกาสจึงเป็นต้นทุนในลักษณะขาดทุนกำไรที่ควรจะได้ โดยมากต้นทุนชนิดนี้เกิดขึ้นเนื่องจากความจำกัดของทรัพยากร ตัวอย่างธุรกิจที่ได้รับผลตอบแทนเพียง 5% ถือว่ามีค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนเสียโอกาส 3 % เพราะหากว่านำฝากธนาคารจะได้ดอกเบี้ย 8% อย่างไรก็ตามต้นทุนเสียโอกาสเป็นเพียงต้นทุนสมมติเท่านั้น จะนำมาคิดและบันทึกตามระบบบัญชีไม่ได้

- ต้นทุนจม (Sunk Cost) เป็นต้นทุนในอดีตที่เกิดจากการตัดสินใจ ณ เวลาที่ผ่านมาแล้วและไม่อาจแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ในปัจจุบัน ซึ่งก็คือต้นทุนที่คงที่คงมีจำนวนเท่าเดิมไม่เพิ่มขึ้น

หรือลดลงไม่ว่าจะตัดสินใจเลือกทางเลือกไหนหรือจะดำเนินการอย่างไร ดังนั้นต้นทุนนี้จึงไม่กระทบกระเทือนหรือมีผลต่อการตัดสินใจ

- ต้นทุนโดยตรงและต้นทุนโดยอ้อม (Direct and Indirect Cost) ค่าใช้จ่ายที่คิดโดยตรงกับทรัพย์สินหรือผลิตภัณฑ์ เช่นค่าแรงหรือค่าวัสดุ จะจ่ายเป็นจำนวนเงินหรือสิ่งทดแทนอื่นโดยตรงตามจำนวนผลิตที่เกิดขึ้น ต้นทุนโดยตรงจึงเป็นต้นทุนชนิดเดียวกับต้นทุนแยกได้ส่วนต้นทุนโดยอ้อมเป็นต้นทุนที่อยู่ในลักษณะต้นทุนร่วม ซึ่งไม่สามารถจะแยกแสดงเป็นแต่ละรายการของผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้ เช่น ค่าไฟฟ้า ค่ายารักษาการ ค่าใช้จ่ายทางด้านบริหาร ฯลฯ ส่วนมากต้นทุนโดยตรงกับต้นทุนโดยอ้อมจะผูกพันกับการผลิต หมายความว่าถ้าต้นทุนใดเกี่ยวข้องโดยตรงกับการผลิตจะถือเป็นต้นทุนโดยตรง ส่วนต้นทุนที่ใช้สำหรับเป็นส่วนช่วยให้เกิดการผลิตจะถือเป็นต้นทุนโดยอ้อม

- ต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน (Fixed and Variable Cost) ต้นทุนคงที่ คือ ต้นทุนที่คิดสำหรับทรัพย์สินที่ให้บริการหรือผลิตผลก็ได้ โดยต้นทุนไม่เปลี่ยนแปลงตามจำนวนหน่วยที่ให้บริการหรือที่ผลิตได้ เช่น ต้นทุนเครื่องจักรและตัวอาคารโรงงานจะเป็นต้นทุนที่ซึ่งจะไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าโรงงานจะไม่ได้ผลิตอะไร หรือผลิตมากขึ้นภายใต้สมรรถภาพที่มีอยู่ ส่วนต้นทุนผันแปร จะเปลี่ยนไปตามจำนวนหน่วยผลิตที่เพิ่มขึ้น เช่น ค่าวัสดุ

- ต้นทุนผลิตภัณฑ์ (Product Cost) คือต้นทุนที่เกิดขึ้นเพราะความต้องการผลิตสินค้าซึ่งเป็นต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เช่นต้นทุนค่าเช่าโรงงงาน ต้นทุนวัตถุดิบ เป็นต้น ถ้าหากว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ระหว่างงวดขายไปได้ในงวดที่ผลิตก็จะไม่เกิดปัญหา ว่าต้นทุนที่เกิดขึ้นควรจะเป็นต้นทุนสำหรับงวดหรือต้นทุนผลิตภัณฑ์ เพราะต้นทุนในส่วนนี้ถูกนำไปหักออกจากรายได้ เพื่อหากำไรในงวดเดียวกัน

2.5.3 องค์ประกอบของต้นทุน (The cost elements)

ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต คือ ต้นทุนทั้งหมด ที่เกี่ยวข้องในการทำให้เป็นผลิตภัณฑ์ขึ้นมาไม่ว่าเป็นโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม ซึ่งจะแบ่งแยกส่วนประกอบของต้นทุนเป็น 3 ชนิด คือ

- วัตถุดิบทางตรง (Direct Material) คือ ต้นทุนของวัตถุดิบที่เป็นส่วนหลัก ๆ หรือสำคัญของผลิตภัณฑ์สามารถวัดจำนวนได้โดยง่ายและมีค่าแน่นอน วัตถุดิบทางตรงของผลิตภัณฑ์อาจจะมีมากกว่า 1 ชนิดก็ได้ หากผลิตภัณฑ์นั้นจำเป็นต้องใช้วัตถุดิบหลายอย่างเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ การวัดต้นทุนวัตถุดิบทางตรงมี 2 ลักษณะคือ วัดปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ไป และวัดราคาต่อหน่วยของวัตถุที่ใช้ไปซึ่งปริมาณวัตถุที่ใช้ไปเพื่อการผลิตได้มาจากใบเบิกวัตถุดิบ ส่วนการกำหนดราคาวัตถุดิบนั้นอาจกำหนดราคาต้นทุนในกำกับสินค้านั้นเลย

- แรงงานทางตรง (Direct Labor) คือ ต้นทุนแรงงานที่สามารถติดตามได้โดยตรงสำหรับการผลิตภัณฑ์ว่าในการผลิตจะต้องใช้แรงงานคนกี่คนเป็นเวลากี่ชั่วโมง จึงจะสำเร็จซึ่งเมื่อนำมาคูณ

กับอัตราค่าจ้างต่อชั่วโมงก็จะได้เป็นต้นทุนแรงงานทางตรง ซึ่งเวลาที่ใช้นี้จะคิดเฉพาะเวลาที่เสียไปในการผลิตภัณฑ์เท่านั้น เวลาที่ล่วงไปโดยไม่ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์จะถือว่าเป็นแรงงานทางอ้อมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของค่าโสหุ้ยการผลิต

- โสหุ้ยการผลิต (Factory Overhead) คือ ต้นทุนการผลิตอื่นๆ ที่ไม่สามารถคำนวณต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ได้โดยตรง หรือ ต้นทุนการผลิตอื่นๆ ที่ไม่ใช่วัตถุดิบทางตรงและแรงงานทางตรง ตัวอย่างได้แก่

1) วัตถุดิบทางอ้อม (Indirect Material) คือ วัสดุที่ต้องใช้ในการผลิตสินค้าสำเร็จรูป แต่ไม่สามารถจำแนกเป็นวัตถุดิบทางตรงได้เฉพาะเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์แต่มีปริมาณการใช้น้อยมากหรือการคำนวณต่อหน่วยผลิตภัณฑ์มีความซับซ้อนเสียเวลาและไม่มีประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์

2) แรงงานทางอ้อม (Indirect Labor) คือ แรงงานที่ไม่สามารถคำนวณต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ได้โดยตรง เช่น ค่าแรงผู้ควบคุมแรงงาน ค่าแรงของฝ่ายธุรการในฝ่ายผลิต

3) ค่าสวัสดิการ (Payroll Fringe Cost) คือ แรงงานอีกประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ คือ สวัสดิการต่าง ๆ เช่นค่าประกันสังคม ค่าประกันชีวิตเป็นต้น

2.6 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ใช้หลักการของ Donnell Hunt (1976) เมื่อคิดค่าเสื่อมราคาเป็นแบบเส้นตรง (Straight-Line Method) โดยการคำนวณหาต้นทุนการใช้เครื่อง จุดคุ้มทุน และระยะเวลาคืนทุนของการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยข้าวโพดโดยใช้แรงงานคนแต่พลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่จะใช้ในการไถพลังงานจึงประเมินให้การใส่ปุ๋ยข้าวโพดใช้พลังงานประมาณ 5 % ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด (พลังงานที่ใช้ทั้งหมดหมายถึงค่าน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น ค่าแรงผู้ปฏิบัติงาน) สำหรับผลการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

2.6.1 การคำนวณหาต้นทุนการใช้เครื่อง

$$Ac = (Fc/A) + (1/Ct)[R\&M + F + O + Lo + L1] \quad (2.1)$$

$$Fc = D + I \quad (2.2)$$

$$D = (P-S)/N \quad (2.3)$$

$$I = [(P+S)/2](r/100) \quad (2.4)$$

เมื่อ D = ค่าเสื่อมราคา (บาท/ปี)

I = ดอกเบี้ย (บาท/ปี)

P = ราคาซื้อ (บาท)

S = มูลค่าซาก (บาท)

N = อายุการใช้งาน (ปี)

r = อัตราดอกเบี้ย (เปอร์เซนต์/ปี)

Ac = ต้นทุนการใช้เครื่อง (บาท/ไร่)

Fc = ต้นทุนคงที่ (บาท/ปี)

A = พื้นที่ใส่ปุ๋ยข้าวโพดใน 1 ปี (ไร่)

R&M = ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (บาท/ชั่วโมง)

F = ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ชั่วโมง)

O = ค่าน้ำมันหล่อลื่น (บาท/ชั่วโมง)

Lo = ค่าแรงงานคนปฏิบัติงาน (บาท/ชั่วโมง)

Ll = ค่าแรงงานคนเติมปุ๋ย (บาท/ชั่วโมง)

Ct = ความสามารถในการทำงานของเครื่องมือ (ไร่/ชั่วโมง)

2.6.2 การคำนวณระยะเวลาคืนทุนในการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period, PBP) คือระยะเวลาจากการเริ่มต้นลงทุนถึงเวลาที่ผลประโยชน์สุทธิ (Net Benefits) ของการใช้เครื่องต้นแบบมีค่าเท่ากับการลงทุน คำนวณได้จากสมการ

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{จำนวนเงินลงทุน}}{\text{ผลประโยชน์สุทธิเฉลี่ยต่อปี}} \qquad (2.5)$$

ผลประโยชน์สุทธิ = ผลประโยชน์ (บาท/ปี) - ต้นทุนการใช้เครื่อง (ไม่รวมค่าเสื่อมราคา)

ผลประโยชน์ = พื้นที่ใส่ปุ๋ย x ค่าจ้างใส่ปุ๋ยข้าวโพด (40บาท/ไร่)

ต้นทุนการใช้เครื่อง = ดอกเบี้ย + ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา + ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง + ค่าน้ำมันหล่อลื่น + ค่าแรงงานคนทำงาน

2.7 ข้าวโพด

ข้าวโพด เป็นผักอุตสาหกรรม และส่งออก ที่สำคัญของประเทศ การส่งออกมีทั้งการแปรรูป บรรจุกระป๋อง การส่งออกฝักสด และการแช่แข็ง ซึ่งมีแนวโน้มการตลาดที่สดใสในปี 2534 ประเทศไทย สามารถทำรายได้จากข้าวโพดฝักอ่อน เป็นมูลค่า มากกว่าพันล้านบาท

สำหรับเกษตรกรแล้ว ข้าวโพดนับเป็นผักที่นิยมปลูก เนื่องจากมีเทคโนโลยีการผลิตที่ไม่ยุ่งยาก มีระบบตลาดที่สะดวกและมั่นคงพอควร ไม่ต้องใช้สารเคมีอันตราย และเป็นพืชที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น โดยมีอายุตั้งแต่วันปลูกถึงวันเก็บเกี่ยวประมาณ 45-50 วัน และมีช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยว

เพียง 7-10 วัน ดังนั้น ตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว ฝักอ่อนหมด จะใช้เวลาเพียง 60-70 วันเท่านั้น เกษตรกรสามารถปลูกได้ปีละ 4-5 ครั้งซึ่งสามารถปลูกเป็นพืชหลักที่ทำรายได้ที่ดี การปลูกข้าวโพดฝักอ่อนเพื่ออุตสาหกรรมหรือส่งออก ฝักสดนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุด คือคุณภาพ และปริมาณของผลผลิต ทำอย่างไรให้ได้มาตรฐานมากที่สุด ดังนั้น เกษตรกรควรศึกษาข้อมูลต่างๆก่อนปลูกซึ่งมีข้อที่เกษตรกรควรคำนึงถึงดังนี้

- เกษตรกรควรรวมตัวเป็นกลุ่ม ซึ่งจะทำให้มีผลผลิตมากพอสำหรับผู้ซื้อ และสามารถทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้าและวางแผนการผลิตร่วมกัน

- การปลูกข้าวโพด ต้องใช้แรงงานมากในช่วงการดึงช่อดอกตัวผู้ และช่วงเก็บเกี่ยวทุกวัน ซึ่งจากการสำรวจพบว่า สามารถทำได้ครอบครัวละประมาณ 3-5 ไร่ เกษตรกรจึงควรทยอยปลูก ซึ่งต้องวางแผนการผลิตร่วมกับผู้ซื้อ

2.7.1 พันธุ์ข้าวโพด

พันธุ์ข้าวโพดที่ดี เป็นปัจจัยที่สำคัญข้อหนึ่งที่จะได้ผลผลิตคุณภาพดี คือมีปริมาณฝักเสียไม่ได้มาตรฐานน้อย ตามความต้องการของโรงงานแปรรูป ขณะเดียวกันพันธุ์นั้น ก็ควรให้ผลผลิตสูง และง่ายต่อการจัดการของเกษตรกรผู้ปลูกด้วยพันธุ์ข้าวโพดที่เกษตรกรใช้มีดังนี้

- พันธุ์ผสมเปิดต่างๆ ได้แก่ สุวรรณ 1 สุวรรณ 2 สุวรรณ 3 รังสิต 1 และเชียงใหม่ 90 เป็นต้น จะสังเกตได้ว่า นอกเหนือจากพันธุ์รังสิต 1 เชียงใหม่ 90 และพันธุ์ข้าวโพดหวานแล้ว พันธุ์สุวรรณ 1, 2, 3 ต่างเป็นพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อใช้ในการผลิตเป็นข้าวโพดไร่ มีข้อดีคือ มีความต้านทานโรคราน้ำค้าง การเจริญเติบโตและปรับตัวดี และเมล็ดพันธุ์มีราคาถูก แต่มีข้อควรระวังคือ ฝักอ่อนจะโตเร็วควรเก็บเกี่ยวฝักอ่อนในระยะที่เหมาะสม มิฉะนั้นจะทำให้ฝักอ่อนมีขนาดโตเกินมาตรฐานที่โรงงานอุตสาหกรรมต้องการ

- พันธุ์ลูกผสมของทางราชการและบริษัทเอกชนต่างๆ พันธุ์ข้าวโพดอ่อนเหล่านี้มีข้อดี คือ มีความสม่ำเสมอของทรงต้น และอายุเก็บเกี่ยวตลอดจนจำนวนฝักอ่อนได้มาตรฐานสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิด ทั้งนี้ ต้องมีการดูแลรักษาที่ดีด้วยเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมแม้จะมีราคาสูงแต่ในการผลิตข้าวโพด ปัจจุบันซึ่งเป็นการผลิตเพื่ออุตสาหกรรมซึ่งต้องคำนึงถึงคุณภาพ ความสม่ำเสมอของผลผลิต และปัญหาค่าแรงงานการเก็บเกี่ยวสูงแล้ว การใช้พันธุ์ลูกผสมก็มีความจำเป็นมากขึ้น

2.7.2 การปรับปรุงดิน

ข้าวโพดสามารถปลูกได้ในดินเกือบทุกชนิด แต่การที่จะปลูกข้าวโพดให้ได้ผลดีนั้น ควรปลูกในดินร่วน ตั้งแต่ดินร่วนเหนียวและดินร่วนทราย พื้นที่ปลูกต้องเป็นดินที่ ระบายน้ำดีเพราะข้าวโพดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในดินเปียกแฉะและระบายน้ำยาก ข้าวโพดสามรถปลูกได้ในสภาพดินที่มีปฏิกิริยาตั้งแต่ pH 5.5-7.0 และสามารถปลูกในดินที่เป็นกรดค่อนข้างจัด การปรับปรุงและบำรุงดินสำหรับข้าวโพ ควรทำดังนี้

- ใส่ปูน กรณีที่ดินเป็นกรด เช่น ในท้องที่ภาคกลาง ถ้าเกษตรกรยังไม่ได้วิเคราะห์ดิน ก็

อาจทำได้โดยการใส่ปูนขาว ในอัตราต่ำ เช่น 100-200 กก./ไร่ การใส่ปูนขาวนอกจาก จะช่วยแก้ความเป็นกรดให้แก่ดินแล้ว ยังสามารถให้ธาตุอาหารแคลเซียมแก่พืชด้วย สิ่งที่ควรปฏิบัติอีกประการหนึ่งคือ การใส่หินฟอสเฟตบด เพราะจะสามารถเป็นปุ๋ยแก่ข้าวโพด ฝักอ่อนอย่างดี นอกจากแก้ความเป็นกรดแล้ว ยังมีธาตุฟอสฟอรัสแล้ว ธาตุอาหารรองและ อาหารเสริมปนอยู่

- ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยให้โครงสร้างของดินดี ชุ่มน้ำและระบายน้ำดีอย่างสม่ำเสมอ ผลผลิตสูง และเปอร์เซ็นต์ฝักมาตรฐานสูง ปุ๋ยอินทรีย์ สามารถใช้ได้ถึง 5 ตันต่อไร่ แต่เนื่องจากปัจจุบันเกษตรกรจัดซื้อหรือหาปุ๋ยอินทรีย์ไม่สะดวกนัก การใส่ขึ้นกับกำลังซื้อของเกษตรกร แต่อย่างน้อยเกษตรกรควรใส่ประมาณ 200-300 กก./ไร่ และใส่ทุกปี นอกจากนี้ ต้นข้าวโพด หากไม่นำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ ก็สามารถจะใช้ไถกลบบำรุงดินได้อย่างดี

2.7.3 การเตรียมดินปลูก

ขุดดินหรือพรวนดินให้ร่วนโปร่ง และมีความลึกประมาณ 25 เซนติเมตร แล้วยกร่องเป็นลูกฟูกสูง 25 เซนติเมตร ให้ร่องระบายน้ำได้ สำหรับฤดูฝนให้พื้นที่นาใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักตาม ที่หาได้เพื่อปรับปรุงสภาพดินให้ร่วนซุย

วิธีปลูกโดยทั่วไปจะปลูกในหลุมที่ขุดเตรียมเอาไว้ก่อนหน้านั้นจะให้น้ำก่อน ประมาณ 3 วัน เพื่อหลังจากปลูกแล้วจะทำให้เมล็ดงอกได้รับความชื้นพอดีก่อนปลูกเอาปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักรองก้นหลุมประมาณ 1 กะลามะพร้าว/หลุม แล้วใส่ปุ๋ยเคมีหลุมละ 7 กรัมหรือฝาน้ำอัดลมใช้สูตร 20-20-0 หรือ 16-20-0 คลุกเคล้าปุ๋ยกับดินให้เข้ากัน เอาดินกลบบางๆ หยอดเมล็ดหลุมละ 4-5 เมล็ด (เมล็ดควรทดสอบความงอกแล้วคลุกยาเอพรอน 35 หรือยากันราก่อนปลูก) เอาดินกลบหนาประมาณ 1-2 ซม. เมื่อเมล็ดงอกแล้ว 2 สัปดาห์ หรือต้นข้าวโพดสูงประมาณ 1 คืบ ถอนต้นที่อ่อนแอออกเหลือต้นที่แข็งแรงไว้ 3 ต้นต่อหลุม การหยอดเมล็ดนั้นอาจจะใช้เครื่องหยอดเมล็ดซึ่งหยอดเมล็ดได้สะดวก ประหยัดเวลา และสามารถควบคุมอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ได้สม่ำเสมอกว่าการใช้คนปลูก

2.7.4 ระยะปลูก

ผลผลิตข้าวโพดจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ต่อไปนี้คือ

2.7.4.1 จำนวนต้นต่อพื้นที่ (ในกรณีที่มีปัจจัยอื่นๆ เหมาะสม)

2.7.4.2. พันธุ์

2.7.4.3 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2.7.4.4 ปริมาณปุ๋ยที่ใส่

2.7.4.5 การชลประทาน

ระยะปลูกและอัตราปลูกขึ้นอยู่กับปริมาณปุ๋ยที่ใส่ ระยะปลูกที่เหมาะสมโดยทั่วๆ ไปใช้ 50x50 จำนวน 3 ต้นต่อหลุม (19,000 ต้นต่อไร่) หรือ 50x40x3 จำนวน 3 ต้นต่อหลุมขึ้นไป แต่ถ้าเพิ่มอัตราปลูกไปถึง 26,000 ต้นต่อไร่ ก็ได้แต่ไม่ควรเพิ่มมากกว่านี้ไม่มีประโยชน์ อาจเพิ่มโดยวิธีจำนวนต้น

ต่อหลุม อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าจำนวนผลผลิตจะขึ้นอยู่กับ จำนวนต้นพืชต่อพื้นที่ปลูก แต่ถ้าหากว่าเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่มากจนเกินความพอดี ก็อาจทำให้เกิดผลต่างๆ ตามมาเช่นน้ำหนักของฝักจะลดลง ขนาดของฝักจะลดลงทั้งความยาวและความกว้าง จำนวนฝักต่อต้นลดลงทำให้ปริมาณของต้นที่ไม่มีฝักมากขึ้น ทำให้ต้นล้มและเกิดโรคเน่าคอดินมากขึ้น ทำให้เจริญเติบโตช้าและต้นเตี้ยกว่าปกติ

2.7.5 อัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูก

ถ้าเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เช่น รังสิต 1 สุวรรณ 1 หรือ 2 จะใช้เมล็ดพันธุ์ 6-7 กก.ต่อไร่ แต่ถ้าเป็นข้าวโพดหวานจะใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 3-5 กก.ต่อไร่ ส่วนการหยอด จำนวนเมล็ดต่อหลุมนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการของจำนวนต้นต่อหลุม เช่น หากต้องการ 3 ต้นต่อหลุมก็จะหยอดเมล็ด 4-5 เมล็ดต่อหลุมเป็นต้น (ในกรณีนี้เมล็ดจะต้องมีความงอกไม่ต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์)

2.7.6 การใส่ปุ๋ยข้าวโพดฝักอ่อน

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อข้าวโพด ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ส่วนโปแทสเซียมสำคัญ เป็นอันดับรอง ดังนั้น ในท้องที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ปุ๋ยที่จะใช้ในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนนั้น ไม่จำเป็นต้อง ใส่ครบทุกธาตุอาหาร แนวทางปฏิบัติในการใส่ปุ๋ย สรุปกว้าง ๆ ได้ดังนี้

2.7.6.1 ในสภาพสวนยกร่อง ปลูกข้าวโพดติดต่อกัน ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ รองก้นหลุมตอนปลูกและโรยข้างแถว เมื่อข้าวโพดอายุ 25-30 วัน ครั้งละครึ่งของปริมาณทั้งหมด

2.7.6.2 ในดินนาตามหลังข้าว ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเดียว อัตรา 15-30 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีใส่เช่นเดียวกับข้อ 1

2.7.6.3 ในพื้นที่ไร่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ ควรใช้ปุ๋ยอินทรีย์ให้มาก 1-2 ตันต่อไร่ ปุ๋ยเคมีใช้ 15-15-15 อัตรา 75-100 กก.ต่อไร่ รองก้นหลุมตอนปลูกและปุ๋ยไนโตรเจน 10-15 กิโลกรัม ต่อไร่ โรยข้างแถวเมื่ออายุ 25-30 วัน ถ้าดินดีใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเดียว 20 กก.ต่อไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้ง

2.7.7 การให้น้ำกับเมล็ดฝักอ่อน

การให้น้ำกับข้าวโพดฝักอ่อน จะต้องเอาใจใส่ใกล้ชิดเพราะข้าวโพดฝักอ่อนจะเจริญเติบโตได้ดี มีฝักสมบูรณ์ พื้นดินที่ใช้ ปลูกต้องมีความชื้นตลอดฤดูปลูก ระมัดระวังอย่าให้ถึงกับ แฉะจะชะงักการเจริญเติบโต

การขาดน้ำหรือปล่อยให้ดินแห้งช่วงใดช่วงหนึ่งของการเจริญเติบโต จะทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงักเช่นกัน และมีผลกระทบถึงผลผลิตขนาดฝักอ่อนและคุณภาพของฝัก โดยเฉพาะฝักที่มีรูปร่างผิดปกติจะเกิดขึ้นมากถ้าขาดน้ำในช่วงดิดฝักอ่อน อาจกล่าวได้ว่า ข้าวโพดฝักอ่อนต้องการน้ำโดยพิจารณาดินในระดับบน คือ 0-20 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูก ในการปฏิบัติ

ทั่วไปการให้น้ำ ในฤดูแล้ง คือขณะที่ข้าวโพดยังเล็ก ให้น้ำทุก 2-3 วัน เมื่อต้นสูงประมาณ 50-60 เซนติเมตร หรือสูงประมาณหัวเข่า ให้น้ำทุก 5-7 วัน ต่อจากนั้นให้น้ำเมื่อดินในแปลงเริ่มแห้ง

2.7.8 การพรวนดินและกำจัดวัชพืช

ข้าวโพดมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น แม้จะมีวัชพืชขึ้นแต่ไม่ทำให้ผลผลิตลดลง การใส่ปุ๋ยในช่วงข้าวโพดมีอายุ 15-20 วัน จะช่วยกำจัดวัชพืชเหมือนกับมีการพรวนดิน ทำให้ลดค่าใช้จ่ายลง แต่ถ้าจะทำเพียงครั้งเดียวก็พอ หรือถ้าต้องการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชก็ใช้ อลาคอร์ อัตรา 600-700 ซีซีต่อไร่ ฉีดพ่นหลังจากปลูกขณะที่ข้าวโพดและวัชพืชยังไม่งอก

2.7.9 การถอดยอด

เมื่อข้าวโพดมีอายุประมาณ 38 วัน หรือเมื่อมีใบจริงครบ 7 คู่ ช่อดอกตัวผู้จะเริ่มโผล่ออกมาจากใบธง (ใบยอด) ให้ดึงช่อดอกตัวผู้ทิ้งโดยใช้มือหนึ่งจับลำต้นไว้ อีกมือหนึ่งจับใบข้าวโพดที่บานอยู่ตรงกลางของยอด ดึงออกมาตรงๆ การถอดยอดเพื่อป้องกันไม่ให้ เกิดการผสมเกสร เพราะถ้ามีการผสมเกสรเกิดขึ้น ข้าวโพดฝักอ่อนจะมีคุณภาพด้อยลง เนื่องจากเมล็ดจะโป่งพอง และทำให้ข้าวโพดไม่ได้มาตรฐานตามที่ตลาดต้องการ นอกจากนี้การถอดยอดยังช่วงแย่งให้สามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น และยังช่วยให้ผลผลิต ข้าวโพดฝักอ่อนเพิ่มขึ้นด้วย การถอดยอดเป็นเทคนิคสำคัญที่เกษตรกรไม่ควรละเลย เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี

2.7.10 แหล่งผลิตในประเทศที่สำคัญ

ภาคเหนือ ได้แก่ เพชรบูรณ์ นครสวรรค์พิษณุโลก

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ นครราชสีมา ศรีสะเกษ ชัยภูมิ

ภาคกลาง ได้แก่ สระบุรี ลพบุรี

ภาคตะวันตก ได้แก่ สุพรรณบุรี กาญจนบุรี

ภาคตะวันออก ได้แก่ สระแก้ว จันทบุรี

ฤดูปลูก แบ่งเป็น 2 ฤดู

ต้นฝน เดือนมีนาคม-พฤษภาคม

ปลายฝน เดือนกรกฎาคม-สิงหาคม

2.8 วิธีใส่ปุ๋ยและเครื่องมือ

การใส่ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้ข้าวโพดสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่นั้นต้องใส่ให้ถูกวิธี การใส่ปุ๋ยข้าวโพดที่นิยมกันมีหลายวิธี คือ การใส่ปุ๋ยแบบหว่านที่มีการกลบดินและไม่กลบดินก็ได้ การใส่ปุ๋ยข้างแถวปลูกที่มีการกลบดินและไม่กลบดิน และการใส่ปุ๋ยแบบเฉพาะบริเวณหรือเป็นจุดที่มีการกลบดินและไม่กลบดิน ซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อด้อยและข้อเด่นแตกต่างกันออกไป การที่จะใช้วิธีการใดนั้นขึ้นกับชนิดของดิน ถ้าเป็นดินทรายอาจไม่จำเป็นต้องมีการกลบดิน

เพราะปุ๋ยสามารถซึมลงในดินได้ดีในเวลาฝนตก ทำให้รากข้าวโพดสามารถดูดซึมสารอาหารได้เร็ว แต่ถ้าเป็นดินร่วนหรือดินเหนียวจำเป็นต้องมีการกลบปุ๋ย เพราะอาจเกิดการสูญเสียสารอาหารไปในอากาศ และการชะล้างไปตามหน้าดินในเวลาฝนตก ทำให้รากข้าวโพดไม่สามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองทางเศรษฐกิจโดยเปล่าประโยชน์

การใส่ปุ๋ยข้าวโพดทำได้ 2 วิธี คือ ใส่ด้วยเครื่องจักร และโดยใช้แรงงานคน เครื่องจักรใส่ปุ๋ยแบ่งได้ 2 ชนิดโดยอิงตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักร คือ

1) ชนิดหยอดบนผิวดิน เป็นเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ที่มีช่องหยอดเม็ดปุ๋ยไปพร้อมกัน ซึ่งนิยมใช้ในเวลาปลูกเพราะช่วยลดเวลาทำงาน

2) ชนิดพ่นเม็ดปุ๋ย เป็นเครื่องจักรขนาดเล็กที่คนสะพายไว้บนหลังเพื่อพ่นเม็ดปุ๋ยไปตามแปลงปลูก เครื่องใส่ปุ๋ยชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้ในระยะที่ข้าวโพดกำลังเติบโต แต่ในปัจจุบันยังไม่เห็นเกษตรกรนำเครื่องจักรนี้มาใช้ เนื่องจากยังใส่ปุ๋ยโดยใช้แรงงานคน

2.9 รูปปุ๋ยและเวลาใส่ปุ๋ย

การใส่ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้ข้าวโพดสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่นั้นต้องเลือกรูปของปุ๋ยให้เหมาะสม เพราะปุ๋ยแต่ละชนิดมีระยะเวลาการละลายเป็นไอออนแตกต่างกัน เช่น ปุ๋ยคอกและปุ๋ยพืชสดต้องใช้เวลานานพืชจึงสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากต้องอาศัยการย่อยสลายจากจุลินทรีย์ในดินเพื่อเปลี่ยนรูปก่อน ซึ่งกระบวนการนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ความชื้นและอุณหภูมิ ส่วนปุ๋ยเคมีละลายได้เร็วกว่าปุ๋ยชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะไนโตรเจนเพียงแต่ถูกน้ำก็จะละลายเป็นไอออน และพืชสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว

การใส่ปุ๋ยควรพิจารณาใส่ในขณะที่ข้าวโพดต้องการจริงๆ เพราะถ้าใส่ในขณะที่ข้าวโพดไม่ต้องการก็เป็นการสูญเสียทางเศรษฐกิจโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องจากปุ๋ยที่ใส่ลงไปไม่ถูกข้าวโพดดูดไปใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ โดยปกติในช่วงข้าวโพดมีอายุน้อยจะต้องการสารอาหารในปริมาณน้อย เมื่อเข้าสู่ช่วงกำลังเติบโตเต็มที่ก็ต้องการสารอาหารมากตามไปด้วย และเมื่อเข้าสู่ระยะแก่ใกล้เก็บเกี่ยวก็ต้องการสารอาหารเพิ่มเติมอีกบ้างในปริมาณเล็กน้อย

เวลาใส่ปุ๋ยนั้นขึ้นกับชนิดของปุ๋ย ชนิดของดิน และระยะการเติบโตของข้าวโพด ปุ๋ยที่ละลายช้าและไม่ซึมลงไปใต้ดินกับน้ำ เช่น ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ควรจะใส่ลงไปทั้งหมดตอนเตรียมดินครั้งสุดท้ายก่อนปลูก ส่วนปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งสามารถละลายและซึมลงไปในดินได้รวดเร็ว ควรจะแบ่งใส่ครั้งแรกประมาณ 1/2 หรือ 1/3 พร้อมกับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ส่วนที่เหลือถ้าดินที่ปลูกเป็นดินเหนียวหรือร่วนปนทรายก็ควรใส่ลงไปทั้งหมดเมื่อข้าวโพดสูง 50 เซนติเมตร แต่ถ้าเป็นดินทราย ปุ๋ยจะซึมลงไปใต้ดินกับน้ำได้อย่างรวดเร็ว ควรจะแบ่งปุ๋ยที่เหลือออกเป็น 2 ส่วน โดยใส่

ส่วนที่เหลือครั้งที่สาม สองอาทิตย์ก่อนออกดอกจะทำให้ข้าวโพดใช้ปุ๋ยได้ดีขึ้น (กรมวิชาการเกษตร , 2524)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์, สมเด็จ ทองสมบัติ และคมกริช กะทาง(พ.ศ.2548)

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พืชเพื่อที่จะนำไปใช้ปลูกพืชแทนการใช้แรงงานคนในพื้นที่ราบโดยพ่วงต่อกับรถไถนาแบบเดินตาม เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พืชนี้ออกแบบให้สามารถปลูกพืชได้สามชนิดด้วยกันคือ ข้าว ข้าวโพดและถั่วลิสง อีกทั้งได้ออกแบบให้ปรับระยะห่างระหว่างหลุมและแถวในการปลูกให้เหมาะสมของพืชแต่ละชนิดตามข้อมูลของกรมวิชาการเกษตรเครื่องต้นแบบประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญๆ ได้แก่ ชุดไถเปิดร่อง ชุดหยอดเมล็ดพืช ชุดกลบและอัดดิน ชุดล้อควบคุมระยะในการปลูก และชุดเฟืองควบคุมระยะในการปลูก ขนาดของเครื่องต้นแบบมีความกว้าง 120 ซม. ความยาว 150 ซม. ความสูง 50 ซม. และน้ำหนัก 70 กก. จากการทดสอบเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์พืชในการปลูกพืชแต่ละชนิด พบว่าสามารถปลูกพืชได้โดยประมาณ 8ไร่/วัน ค่าใช้จ่ายในการปลูกพืชอยู่ในช่วง 20-30 บาท/ไร่ และถ้าเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการหยอดแล้วเครื่องต้นแบบนี้จะหยอดได้เร็วกว่าประมาณ 20 เท่า

สันธาร นาควัฒนานุกูล, จารุวัฒน์ มงคลธนทรรศ และคนัย ศารทูลพิทักษ์(พ.ศ.2547)

งานวิจัยนี้เป็นการปฏิบัติงานร่วมกับโรงงานเอกชนผู้ผลิตอุปกรณ์พ่วงท้ายรถไถเดินตามในการ ออกแบบ ปรับปรุงทดสอบ สร้างต้นแบบ และ ทำการผลิตเชิงพาณิชย์อุปกรณ์งานเขตกรรมสำหรับไร่อ้อย 4 ชนิดได้แก่

1) อุปกรณ์เปิดร่องสำหรับปลูกอ้อยพ่วงท้ายรถไถเดินตามซึ่งเรียกว่า "ผาลชักร่องอ้อย" ได้ทำการพัฒนาขึ้นทั้งหมด 3 แบบ จนกระทั่งได้แบบสุดท้ายที่สามารถเปิดร่องดินเป็นรูปตัว วี ได้ขนาดปากร่องกว้างสูงสุด 70-80 เซนติเมตรและความลึกสูงสุด 30-35 เซนติเมตร

2) อุปกรณ์กำจัดวัชพืชชนิด 3 แถวพ่วงท้ายรถไถเดินตาม ซึ่ง เรียกว่า "ผาลหัวหมู 3 ขา" ได้ทำการปรับปรุง และพัฒนาจากของเดิมจำนวน 2 แบบหลังจากการทดสอบการใช้งานแล้วได้แบบที่ 2 เป็นแบบสุดท้ายที่นำไปผลิตเชิงพาณิชย์ โดยสามารถเพิ่มความแข็งแรง น้ำหนักลงได้ 25-30% นอกจากนี้ ยังสามารถปรับแต่งมุมก้มและมุมเงยได้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ไม่น้อยกว่า 20%

3) อุปกรณ์กำจัดวัชพืช ชนิด 5 แถว พ่วงท้ายรถไถเดินตามเรียกว่า "ผาลพรวน 5 ขา" ทำการออกแบบใหม่โดยผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่น นำมาขึ้นรูปซึ่งช่วยลดต้นทุนค่าวัสดุลงได้ประมาณ 10%

และช่วยลดต้นทุนการผลิตทางด้านการเชื่อมลงได้ประมาณ 40% โดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการใช้งาน และความแข็งแรง

4) อุปกรณ์หยอดปุ๋ยพ่วงท้ายรถไถเดินตามทำการออกแบบปรับปรุงคันบังคับใหม่ให้สามารถทำงานได้แน่นอนมากยิ่งขึ้นและได้ทำการออกแบบพัฒนาอุปกรณ์เปิดร่องดินและอุปกรณ์โรยปุ๋ยเพื่อให้สามารถใช้งานได้ 3 รูปแบบ โดยที่เกษตรกรสามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการ

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

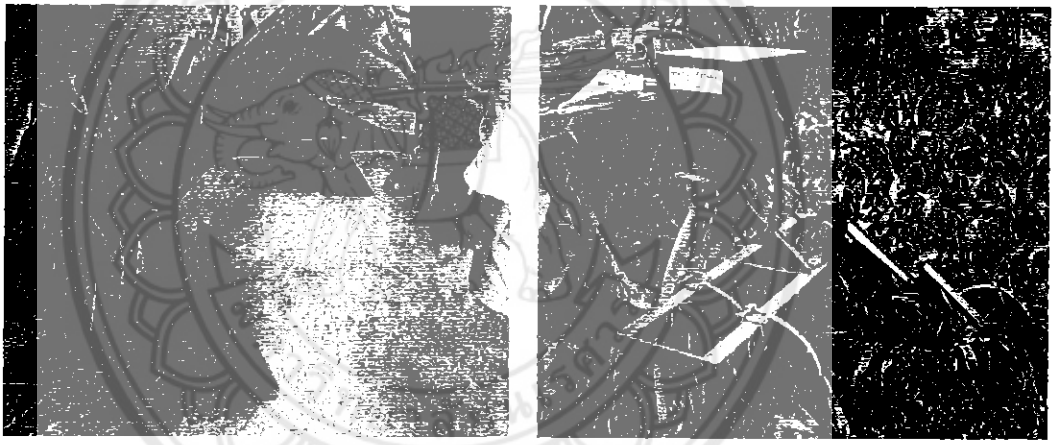
3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

3.1.1. เอกสาร

คณะผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลจากหนังสือ บทความ ตำราเอกสารต่าง ๆ รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

3.2.2. ข้อมูลภาคสนาม

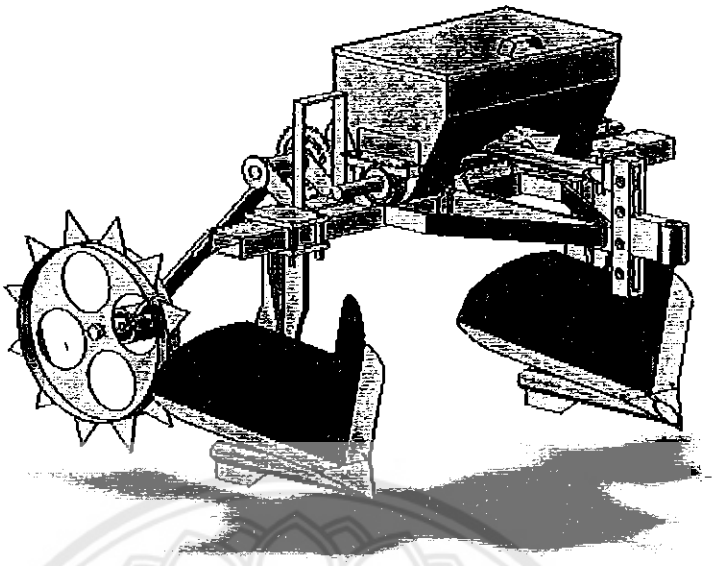
พื้นที่ในการศึกษาคณะผู้ศึกษาเลือกพื้นที่หมู่บ้านบ้านนาสนุ่น ต.นาสนุ่น อ.ศรีเทพ จ.เพชรบูรณ์



รูปที่ 3.1 แสดงอุปกรณ์ทำรุ่นข้าวโพด, เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์

3.2 การออกแบบเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการพัฒนาโดยนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาวิธีการใหม่ซึ่งต้องอาศัยความละเอียด และความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบลักษณะของเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด ที่ต้องการสร้างขึ้นจะต้องมีความสามารถใช้งานในการใส่ปุ๋ยข้าวโพดได้ 3 แถว และยังสามารถปรับระยะใบแถกตามความกว้างของแถวข้าวโพดได้ โดยสามารถทำได้สะดวกและง่าย การการออกแบบเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดจะมีรูปร่างดังนี้



รูปที่ 3.2 แบบเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

3.3 วิธีสร้างและทดสอบเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

3.3.1 อุปกรณ์

3.3.1.1 เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดพ่วงต่อรถไถแบบเดินตาม

3.3.1.2 รถไถแบบเดินตาม

3.3.1.3 เครื่องจักรกลที่ใช้ในการสร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ

3.3.1.4 ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด

3.3.1.5 เครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องมือต่างๆ

3.3.1.6 กล้องบันทึกภาพ

3.3.2 ออกแบบโครงสร้างหลักและกระบวนการทำงาน

3.3.3 ดำเนินการสร้างโดยทำตามแบบ

3.3.4 ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ

3.3.5 ทำการทาสีกันสนิม

3.3.6 ทำการทาสี

3.4 การทดลองและประเมินผล

ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดและหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปร.
2873ก
2552
ค.2

3.5 แก้ไขเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

เมื่อทราบถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับเครื่องใส่ปุ๋ยแล้วจึงทำการแก้ไขเพื่อให้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดสามารถทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ว 506761

3.6 สรุปผลการดำเนินงาน

สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและจัดทำรูปเล่มที่ได้ดำเนินการพัฒนาเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดจนปัญหาในการทำงานของเครื่องใส่ปุ๋ยและสรุปจากแบบประเมินความพึงพอใจโดยเกษตรกร เพื่อที่จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและเป็นข้อมูลในการทำวิจัยครั้งต่อไป

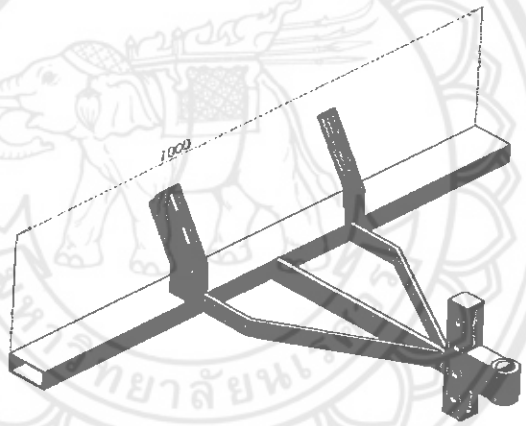
บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

4.1 การออกแบบเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด

เมื่อได้ทำการศึกษาทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับกับการออกแบบแล้ว คณะผู้ดำเนินงานวิจัยจึงได้ทำการออกแบบเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดขึ้น โดยมีโครงสร้างและรูปร่างลักษณะที่แข็งแรงและคำนึงถึงลักษณะการใช้งานที่เหมาะสม ซึ่งจะมีการออกแบบและดำเนินการสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดดังนี้

4.1.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด

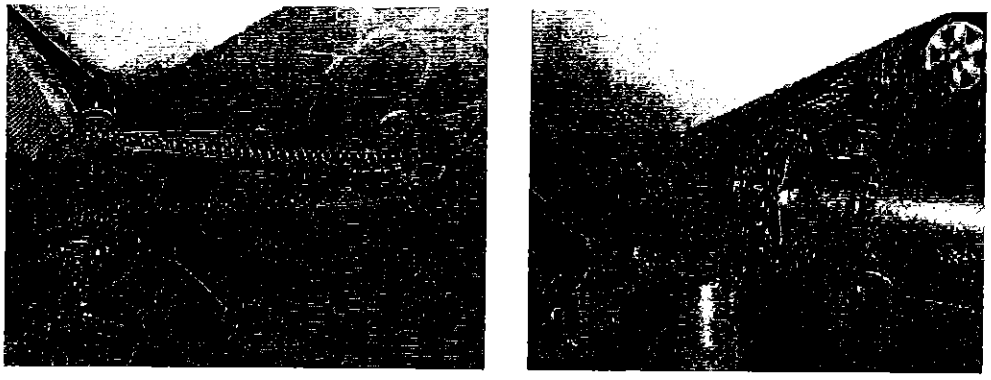
ในการออกแบบและสร้างโครงสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด จะต้องออกแบบให้มีความแข็งแรงและมีน้ำหนักที่ไม่มาก วัสดุที่นำมาสร้างจะมีใช้เหล็กกล่องขนาดกว้าง 7.5 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร มาใช้สร้างคานรับน้ำหนัก



รูปที่ 4.1 โครงสร้างคานรับน้ำหนัก

4.1.1.1 โซ่ส่งกำลัง

ระบบส่งกำลังของของเครื่องใส่ปุ๋ยสำหรับข้าวโพด จะอาศัยโซ่เป็นตัวขับส่งกำลังจากการหมุนของล้อใบแซง ซึ่งหากล้อใบแซงหมุนจะทำให้ สเตอร์ขนาด 16 ฟัน ที่ติดกับแกนหมุนของล้อใบแซงหมุนตาม พร้อมกับทำให้โซ่ขับส่งกำลังไปยังแกนเพลา



รูปที่ 4.2 การติดตั้งระบบขับส่งกำลัง

4.1.1.2 สเตอร์

สเตอร์ขับส่งกำลังที่ใช้จะมีรายละเอียด ดังนี้

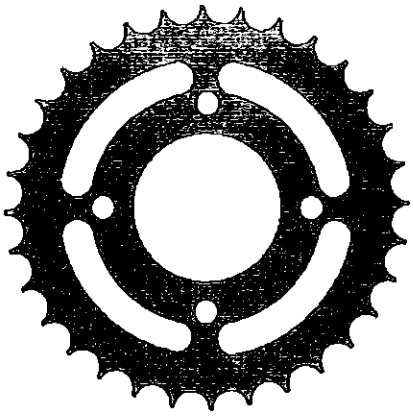
สเตอร์ขนาด	32	ฟัน
สเตอร์ขนาด	16	ฟัน

โดยมีลักษณะการติดตั้งดังรูปที่ 4.2

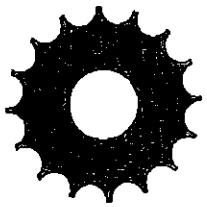
รูปที่ 4.3 แสดงการติดตั้งสเตอร์และโซ่ขับส่งกำลัง

4.1.1.3 การคำนวณการทดรอบของสเตอร์

ในการเลือกสเตอร์มาใช้งานจะใช้สเตอร์ขนาด 32 ฟัน และ 16 ฟัน จำนวนอย่างละ 2 ตัว คือ ใช้สเตอร์ขนาด 32 ฟัน 2 ตัว และใช้สเตอร์ขนาด 16 ฟัน 2 ตัว ซึ่งจะแบ่งการทำงานของสเตอร์ออกเป็น 2 ชุด โดยการหมุนของสเตอร์มีอัตราการทด เท่ากับ 2 ต่อ 1 ถ้าสเตอร์ขนาด 32 ฟัน หมุน 1 รอบ จะทำให้ สเตอร์ขนาด 16 ฟัน หมุน 2 รอบ



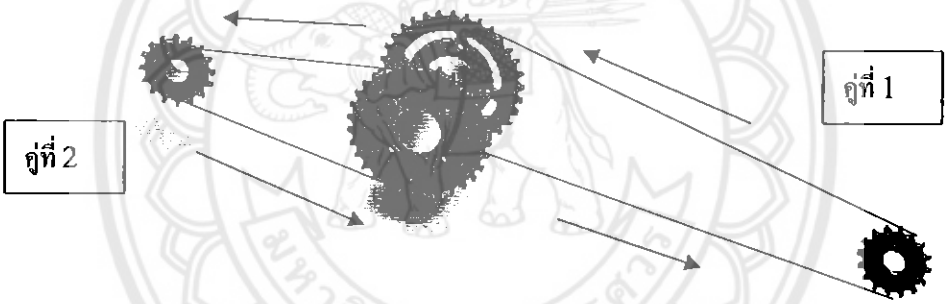
สเตอร์ขนาด 32 ฟัน



สเตอร์ขนาด 16 ฟัน

รูปที่ 4.4 สเตอร์ขนาด 32 ฟัน และ สเตอร์ขนาด 16 ฟัน

ในการออกแบบและสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด จะวางตำแหน่งของสเตอร์ ดังนี้



รูปที่ 4.5 การจัดตำแหน่งสเตอร์ขนาด 32 ฟัน และ สเตอร์ขนาด 16 ฟัน

สเตอร์ตัวที่ 1 ขนาด 16 ฟัน จะติดกับล้อใบแซง

สเตอร์ตัวที่ 2 ขนาด 32 ฟัน จะติดอยู่กับแกนหมุนเดียวกันกับสเตอร์ตัวที่ 3

สเตอร์ตัวที่ 3 ขนาด 32 ฟัน จะติดอยู่กับแกนหมุนเดียวกันกับสเตอร์ตัวที่ 4

สเตอร์ตัวที่ 4 ขนาด 16 ฟัน จะติดอยู่กับแกนเพลาหมุน

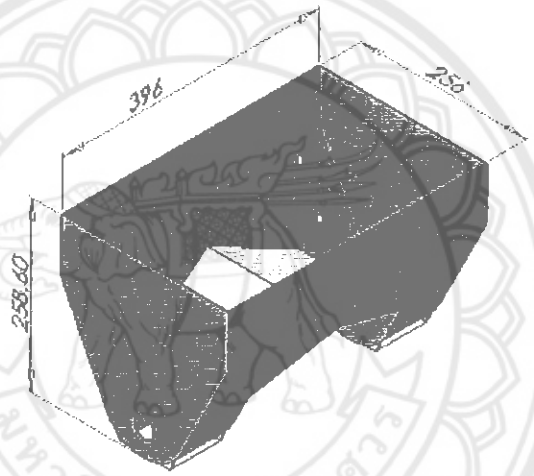
ลักษณะการหมุนของสเตอร์ มีดังนี้

1) สเตอร์ตัวที่ 1 จะส่งกำลังขับไปยังสเตอร์ตัวที่ 2 โดยอัตราทดรอบ คือ 2:1

2) สเตอร์ตัวที่ 2 และ 3 ก็จะหมุนพร้อมกัน โดยตัวที่ 3 จะส่งกำลังขับไปยังสเตอร์ตัวที่ 4 จากการทำงานของสเตอร์จะเห็นได้ว่า ถ้าสเตอร์ขนาด 16 ฟันที่ติดล้อใบแซงหมุนก็จะทำให้สเตอร์ขนาด 16 ฟัน ที่ติดเพลาแกนหมุนใส่ปุ๋ยหมุนตาม เช่น สเตอร์ขนาด 16 ฟัน ที่ติดล้อใบแซงหมุน 1 รอบ แกนใส่ปุ๋ยก็จะหมุน 1 รอบ เช่นกัน

4.1.1.4 การออกแบบถังบรรจุปุ๋ย

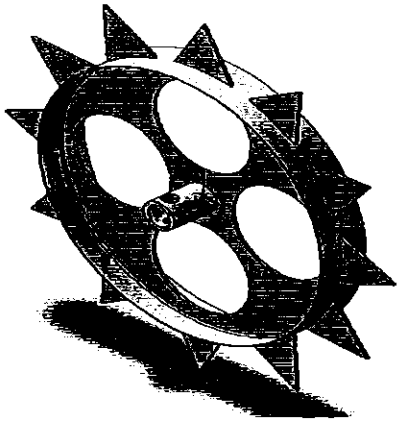
ในการออกแบบถังบรรจุปุ๋ยจะคำนึงถึงความเหมาะสมต่อการใช้งานเนื่องจากจะต้องบรรจุให้พอดีต่อการใส่ปุ๋ยต่อไร่ ดังนั้น ถังบรรจุปุ๋ยจะมีขนาดที่ไม่ใหญ่และไม่เล็กจนเกินไป โดยจะสามารถบรรจุปุ๋ยได้ 25 กิโลกรัม



รูปที่ 4.6 แสดงการออกแบบถังใส่ปุ๋ย

4.1.1.5 การออกแบบล้อใบแซง

ล้อใบแซงที่ได้ออกแบบจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 323 มิลลิเมตร และจะมีตัวสามเหลี่ยมติดอยู่รอบๆเส้นรอบวง เพื่อจะเป็นตัวจิกดินให้ล้อใบแซงหมุน จะมีลักษณะดังนี้



รูปที่ 4.7 แสดงการออกแบบล้อใบแซง

4.1.1.6 การออกแบบใบแถกดิน

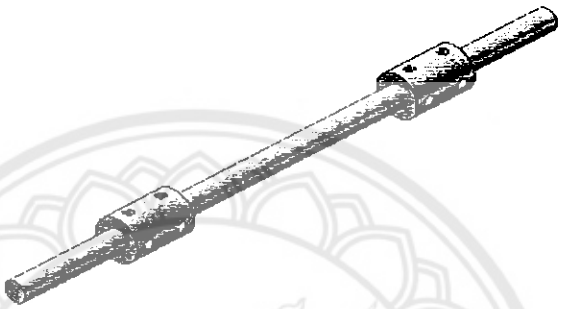
ใบแถกดินจะเป็นตัวที่ใช้ในการเปิดร่องหน้าดินเพื่อที่จะทำให้ดินกลบปุ๋ยที่ใส่ลงไป ถ้าใบแถกมีขนาดความกว้างมากก็จะทำให้เปิดหน้าดินได้มาก วัสดุที่นำมาสร้างจะมีลักษณะเป็นเหล็กแผ่นหนา 3 มิลลิเมตร มีลักษณะดังนี้

รูปที่ 4.8 แสดงการออกแบบใบแถก

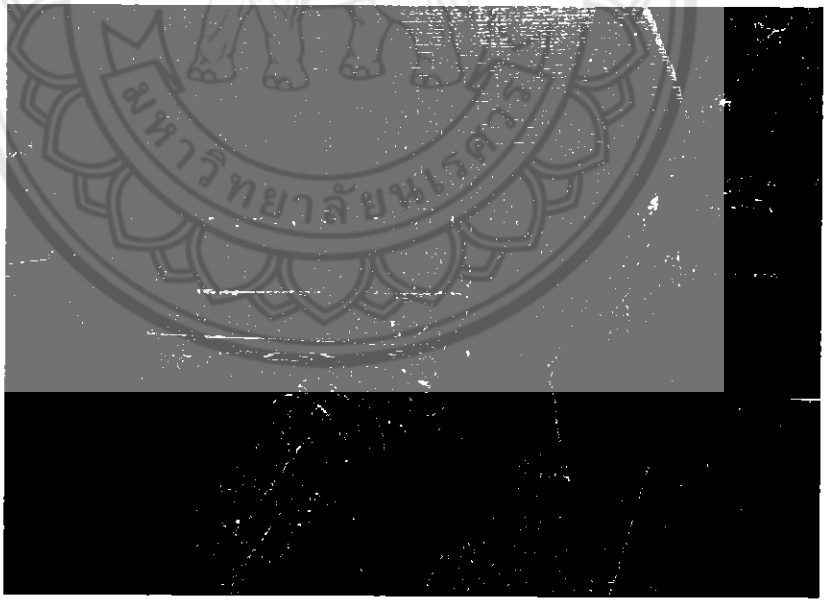
4.2 การสร้างและประกอบเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

4.2.1 การสร้างระบบการลำเลียงปุ๋ยกับถังบรรจุปุ๋ย

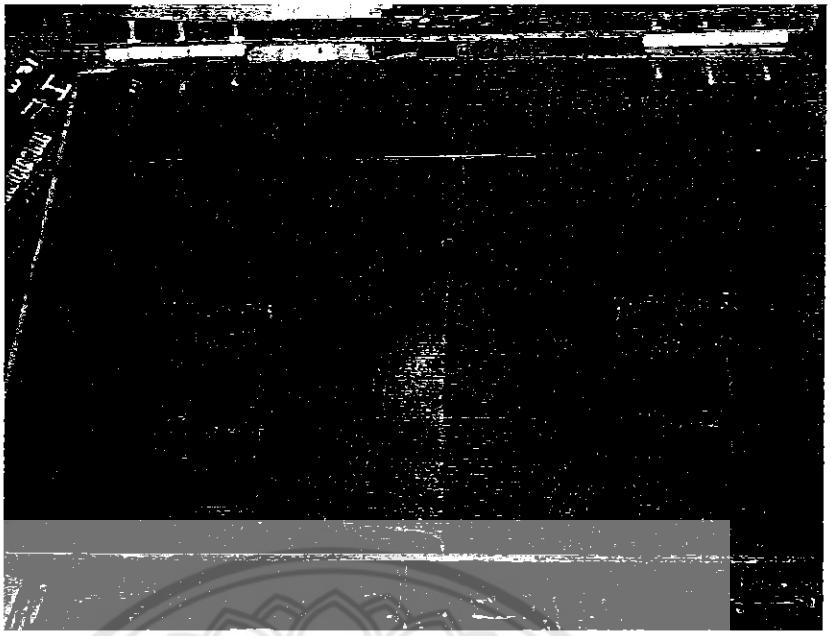
โดยจะใช้เหล็กเพลากลมเป็นแกนหมุน และจะมีแกนใส่ปุ๋ยสวมกับแกนเพลากลมอีก 2 ตัว ในการหมุนของเพลาแกนหมุนจะมีตุ๊กตา 2 ตัว ใส่ประคองการหมุนอยู่ที่ข้างของถังบรรจุปุ๋ยทั้ง 2 ข้าง



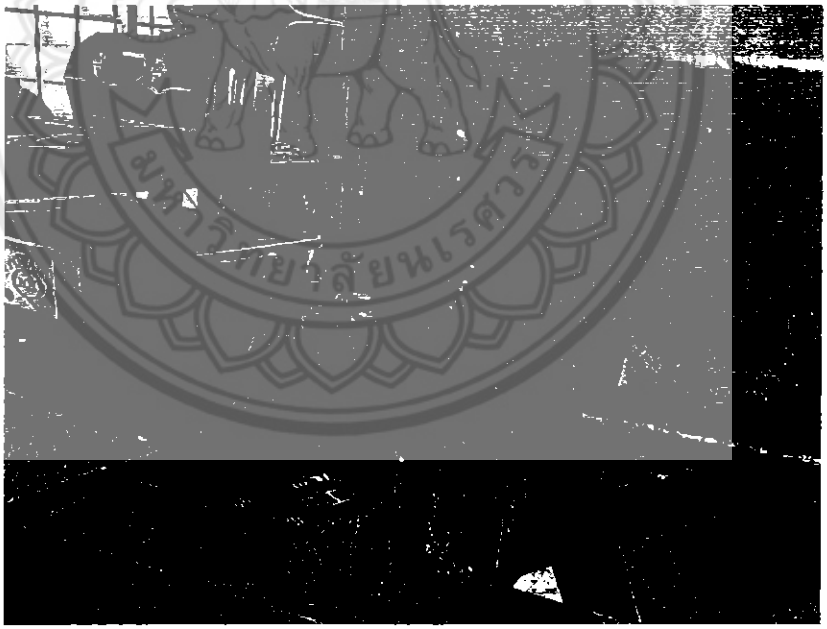
รูปที่ 4.9 แสดงอุปกรณ์การลำเลียงปุ๋ย



รูปที่ 4.10 แสดงการใส่ตุ๊กตากับด้านข้างถังบรรจุปุ๋ย



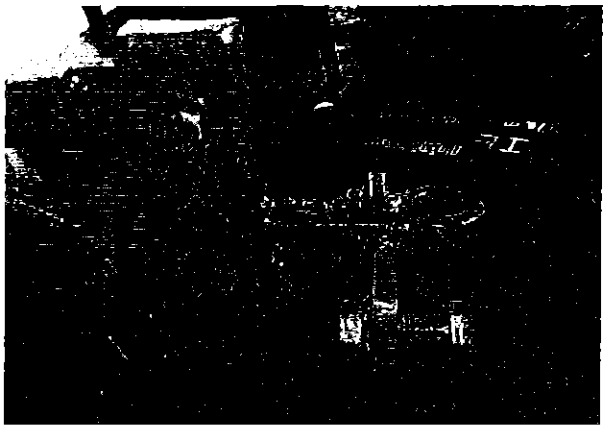
รูปที่ 4.11 แสดงการวางตำแหน่งของแกนใส่ปุ๋ยทั้ง 2 ตัว



รูปที่ 4.12 แสดงอุปกรณ์การลำเลียงปุ๋ยกับถังบรรจุปุ๋ย

4.2.2 การสร้างอุปกรณ์ต่อพวงกับรถไถนาเดินตาม

อุปกรณ์ต่อพ่วงจะเป็นตัวที่ใช้ต่อกับรถไถนาเดินตาม เพื่อที่จะให้รถไถนาเดินตามเป็นตัวดึงหรือลากเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวข้าวโพดให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้



รูปที่ 4.13 แสดงอุปกรณ์ต่อพวงกับรถไถนาเดินตาม

4.2.3 การประกอบอุปกรณ์กลบดินหรือใบแถกดิน

ในการประกอบใบแถกดินจะมีใบแถกดิน 2 ข้าง คือ ข้างละ 1 ตัว โดยจะยึดกับคานกลางดังรูป ระยะห่างของใบแถก คือ 75 เซนติเมตร ซึ่งสามารถปรับระยะห่างตามความต้องการได้ ดังรูป

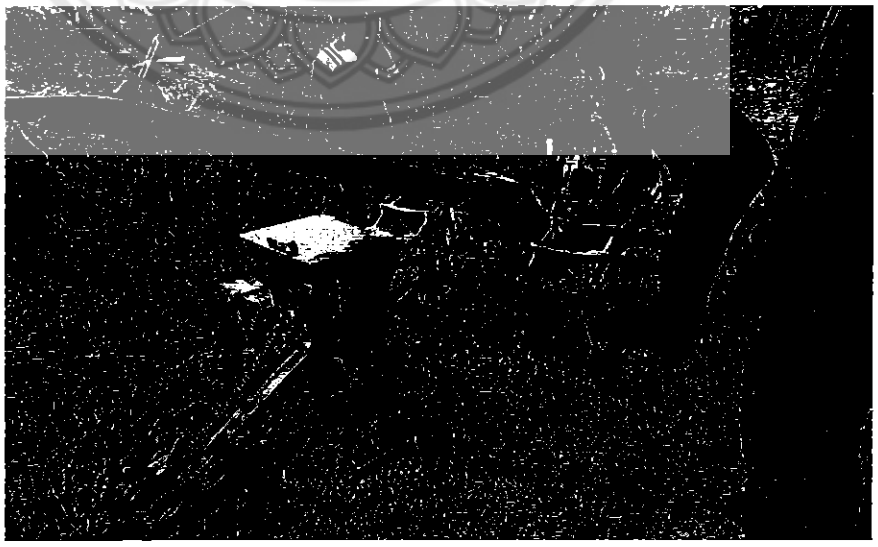
รูปที่ 4.14 แสดงการประกอบอุปกรณ์กลบดินหรือใบแถกดิน

รูปที่ 4.15 แสดงเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

4.3 การทดสอบเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

เมื่อได้ทำการสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดตามที่ได้ออกแบบไว้เสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไปนี้จะเป็นการทดสอบใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด โดยจะมีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

4.3.1. นำเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงเข้ากับรถไถนาเดินตามแล้วต่อจากนั้นนำสลักมาใส่เพื่อเป็นตัวล็อกระหว่างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดเข้ากับรถไถนาเดินตาม



รูปที่ 4.16 รูปแสดงการต่อพ่วงเครื่องใส่ปุ๋ยกับรถไถเดินตาม

4.3.2. เปิดถังปุ๋ยแล้วนำปุ๋ยใส่ลงไปในถังบรรจุปุ๋ยของเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดตามจำนวนที่ต้องการให้พอดี และปิดฝาถังเครื่องใส่ปุ๋ยให้เรียบร้อย

รูปที่ 4.17 รูปแสดงการบรรจุปุ๋ยใส่เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

4.3.3. เริ่มเดินรถไถนาเดินตามตรงไปข้างหน้าโดยจะให้ล้อรถไถและใบแถกอยู่ระหว่างแถวของข้าวโพดพอดีและคนขับรถเดินตามระหว่างแถวข้าวโพดด้วย

รูปที่ 4.18 แสดงการใส่ปุ๋ยข้าวโพดโดยเครื่องใส่ปุ๋ยติดรถไถเดินตาม

4.3.4. เมื่อเคลื่อนที่ไปจนสุดปลายแถวของข้าวโพดแล้ว จะต้องทำการยกล้อใบแซงขึ้นเล็กน้อย เพื่อไม่ให้ใบแซงหมุนขณะกำลังกลับรถเพื่อเพื่อที่จะไม่ให้ปุ๋ยถูกปล่อยออกมาเวลากลับรถขึ้นแถวใหม่ต่อไป

4.3.5. เก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการทดสอบเครื่อง

4.4 ผลการทดลอง

การทดลองในการใส่ปุ๋ยข้าวโพดจะเป็นการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ของการปลูกข้าวโพดหลังจากที่ข้าวโพดมีอายุได้ 30 วัน ถึง 45 วัน โดยการใส่ปุ๋ยข้าวโพด 1 ไร่ จะใช้ประมาณปุ๋ยประมาณ 25-30 กิโลกรัม ซึ่งการปลูกข้าวโพด จะมีระยะห่างระหว่างแถว 50 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้น 30 เซนติเมตร ซึ่งในการปลูกข้าวโพด 1 ไร่ จะปลูกข้าวโพดประมาณ 10,640 ต้น ดังนั้นโดยเฉลี่ยการใส่ปุ๋ยข้าวโพดแต่ละต้นนั้นจะได้รับปริมาณปุ๋ยต้นละ 2.81 กรัม/ต้น

4.4.1 ผลการจับเวลาการใส่ปุ๋ยข้าวโพดทั้ง 3 แบบ

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการจับเวลาในการทดลองเปรียบเทียบกัน 3 แบบ

รูปแบบการทดลอง	การทดลองครั้งที่			เวลารวม	เฉลี่ย
	1	2	3		
ใช้แรงงานคนใส่ปุ๋ย	127 นาที	110 นาที	125 นาที	326 นาที	120.67 นาที
ใช้เครื่องใส่ปุ๋ยติดรถไถเดินตาม	55 นาที	63 นาที	67นาที	185 นาที	61.67 นาที
ใช้เครื่องใส่ปุ๋ยติดรถแทรกเตอร์	42 นาที	48 นาที	44 นาที	133 นาที	44.67 นาที

4.4.1.1 แรงงานคนใส่ปุ๋ยใช้เวลาในการใส่ปุ๋ยข้าวโพดได้ ประมาณ 120.67 นาที หรือประมาณ 2 ชั่วโมง/ ไร่

4.4.1.2 เครื่องใส่ปุ๋ยติดรถไถเดินตามใช้เวลาในการใส่ปุ๋ยข้าวโพดได้ ประมาณ61.67 นาที หรือประมาณ 1 ชั่วโมง/ ไร่

4.4.1.3 ใช้เครื่องใส่ปุ๋ยติดรถแทรกเตอร์ใช้เวลาในการใส่ปุ๋ยข้าวโพดได้ ประมาณ44.67 นาที หรือประมาณ 0.74 ชั่วโมง/ ไร่

รูปที่ 4.19 รูปแสดงการเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยข้าวโพดระหว่างคนใส่ปุ๋ยและเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตาม

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองการใส่ปุ๋ยระหว่างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามกับการใช้คนใส่ปุ๋ย

กรณีเปรียบเทียบ	ใช้คนใส่ปุ๋ย	ใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด
เวลาที่ใช้ในการใส่ปุ๋ย (ต่อไร่)	2 ชั่วโมง	1 ชั่วโมง
อัตราการใส่ปุ๋ย (ไร่/ชั่วโมง)	0.5 ไร่	1ไร่
เวลาในการกลบดินและพรวนดิน (ชั่วโมง/ไร่)	-	1ชั่วโมง

ในการทดลองเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดครั้งนี้สามารถทำให้มองเห็นถึงความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการใส่ปุ๋ยข้าวโพดระหว่างใช้แรงงานคนกับใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามอย่างชัดเจน โดยการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามจะใช้เวลาในการใส่ปุ๋ยน้อยกว่าใช้แรงงานคน เมื่อเทียบการใส่ปุ๋ยในปริมาณพื้นที่เท่ากัน โดยใช้แรงงานคนในการใส่ปุ๋ยนั้นจะใช้เวลา 2 ชั่วโมง/ไร่ เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามจะใช้เวลา 1 ชั่วโมง/ไร่ บางครั้งการใช้แรงงานคนใส่ปุ๋ยมักจะใส่ปุ๋ยในปริมาณที่ไม่สม่ำเสมอบางครั้งใส่มากและบางครั้งก็ใส่น้อย และอาจทำให้เกิดความเมื่อยล้าจากการใส่ปุ๋ยได้ง่าย แต่เมื่อใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามสามารถใส่ปุ๋ยได้ในปริมาณที่สม่ำเสมอและทำงานได้อย่างต่อเนื่อง อีกอย่างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามยังสามารถทำรุ่นหรือกลบดินและกำจัดต้นหญ้าที่ขึ้นระหว่างแถวของต้นข้าวโพดได้ด้วย

รูปที่ 4.20 รูปแสดงการเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยของเครื่องต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามกับเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามกับเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์

กรณีเปรียบเทียบ	เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตาม	เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับแทรกเตอร์
เวลาที่ใช้ในการใส่ปุ๋ย (ต่อไร่)	1 ชั่วโมง	45 นาที
อัตราการใส่ปุ๋ย(กก./ไร่)	30	30
ต้นทุนของเครื่อง(บาท)	4,000	11,200

ในการทดลองของเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดทั้งสองเครื่องนี้ทำให้สามารถเห็นความแตกต่างของเวลาในการใส่ปุ๋ยว่าเครื่องแบบใดสามารถใส่ปุ๋ยได้เร็วกว่ากัน โดยผลการทดลองนั้นเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์สามารถใส่ปุ๋ยได้เร็วกว่า เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดแบบต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตาม แต่เวลาที่ใช้ในการใส่ปุ๋ยนั้นทั้ง 2 เครื่อง ถือว่าใช้เวลาได้ไม่มากไปกว่ากันมากสักเท่าไหร่ โดยเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดแบบต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตาม ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง/ไร่ และเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ ใช้เวลาประมาณ 45 นาที/ไร่ ดังนั้นความแตกต่างของเวลาประมาณ 15 นาที ทั้งนี้ความเร็วของการใส่ปุ๋ยจะขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ผิวของดินและลักษณะของการปลูกข้าวโพดด้วย

แต่หากจะเปรียบเทียบหน้าที่การใช้งานคงจะเทียบกันไม่ได้มาก เนื่องจากทั้งสองมีหน้าที่การทำงานที่คล้ายกัน เช่น สามารถใส่ปุ๋ยข้าวโพดได้ 3 แถว มีอุปกรณ์กลบดินหลังจากใส่ปุ๋ย 2 ข้าง แต่

น้ำหนักของเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดแบบต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตาม จะมีน้ำหนักเบากว่าเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์

4.5 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

4.5.1 การคำนวณหาต้นทุนการใช้เครื่อง

ต้นทุนในการสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

อุปกรณ์และอะไหล่		ราคา
สเตอร์ขนาด 32 ฟันและ 16 ฟัน 2 คู่	340	บาท
ลูกปืน	40	บาท
ตุ๊กตา	160	บาท
โซ่	180	บาท
บานพับ	40	บาท
โบว์ล/น็อต (ทั้งหมด)	120	บาท
สายยาง(ท่อ)	100	บาท
รวม	980	บาท
ค่าวัสดุและเหล็ก (รวมทั้งหมด)	2,800	บาท
ค่าสีและสีทากันสนิม	220	บาท
รวมทั้งหมด	4,000	บาท

4.5.2 เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดมีราคา 4,000 บาท ผลการวิเคราะห์มี ดังต่อไปนี้

เครื่องใส่ปุ๋ยมีราคา 4,000 บาท ผลการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

1) ราคาเครื่องใส่ปุ๋ย (P) = 4,000 บาท

2) อายุการใช้งาน (N) = 7 ปี

3) มูลค่าซาก (S) = 500 บาท

4) อัตราดอกเบี้ย (r) = 10 % ต่อปี

5) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา(R&M) = 5 % ของราคาซื้อ / 100 ชั่วโมงการทำงาน

(จาก Hunt,1976) = 0.05 x 4,000 / 100 = 2 บาท/ชั่วโมง

6) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (F) = 1 ลิตร/ชั่วโมง (ใส่ปุ๋ย + ไถกลบ)

(ราคาน้ำมัน 30 บาท/ลิตร) = 1 x 30 = 30 บาท/ชั่วโมง

(การใส่ปุ๋ยใช้พลังงาน 5%ของทั้งหมด) = 30 x 0.05 = 1.5 บาท/ชั่วโมง

7) ค่าน้ำมันหล่อลื่น (O) = 10%ของราคาน้ำมันเชื้อเพิง

= 0.1 x 1.5 = 0.15 บาท/ชั่วโมง

8) ค่าแรงงานคนปฏิบัติงาน (Lo) = 180 บาท/วัน (ใส่ปุ๋ย + ไถกลบ)

(วันละ 8 ชั่วโมง) = 22.50 x 0.05 = 1.125 บาท/ชั่วโมง (ใส่ปุ๋ย)

9) ค่าแรงงานคนเติมปุ๋ย (L1) = ไม่มี = 0 บาท/ชั่วโมง

10) ความสามารถในการทำงาน (Ct) = 1 ไร่/ชั่วโมง

ในการคำนวณสามารถแทนค่าในสมการ ดังนี้

จากสมการที่ 2.3 $D = (P-S)/N = (4,000 - 500)/7 = 500$ บาท/ปี

จากสมการที่ 2.4 $I = [(P+S)/2](r/100) = [(4,000+500)/2](10/100) = 225$ บาท/ปี

แทนค่า D และ I ในสมการที่ 2.2 $Fc = D + I = 500+225 = 725$ บาท/ปี

แทนค่า D, I, Fc ลงในสมการที่ 2.1

$$Ac = (Fc/A) + (1/Ct)[R\&M + F + O + Lo + L1]$$

$$= (725/A) + (1/1)[2+1.5+0.15+1.125+0]$$

$$= (725/A) + 4.775 \quad \textbf{(4.1)}$$

4.5.3 การคำนวณหาจุดคุ้มทุน

การคำนวณจุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องใส่ปุ๋ย สามารถคำนวณได้โดยแทนค่าต้นทุนการใส่ปุ๋ยโดยใช้แรงงานคน 40 บาท/ไร่ ลงในสมการที่ 4.1 แล้วคำนวณหาค่า A ออกมา

(A = พื้นที่ใส่ปุ๋ยข้าวโพดใน 1 ปี (ไร่), Ac = ค่าต้นทุนการใส่ปุ๋ยโดยแรงงานคน)

$$Ac = (725/A) + 4.775$$

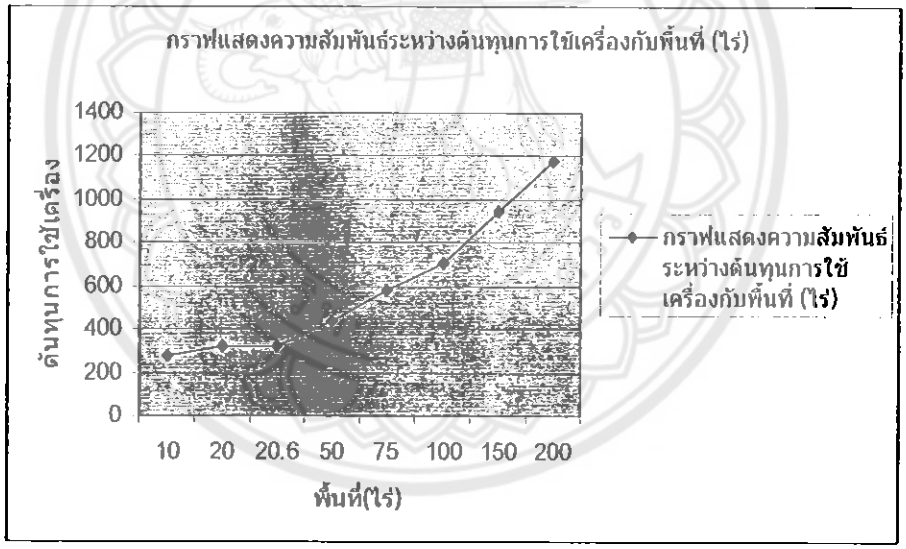
$$40 = (725/A) + 4.775$$

$$A = 20.58 \text{ ไร่/ปี}$$

ดังนั้น จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยต่อพ่วงรถไถเดินตามมีค่าเท่ากับ 20.58 ไร่/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยโดยใช้แรงงานคน

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการหาค่าการคำนวณการคิดต้นทุนการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยต่อพ่วงรถไถเดินตาม

พื้นที่ (ไร่)	ดอกเบี้ย (บาท/ปี)	ซ่อมแซมและบำรุงรักษา (บาท/ปี)	น้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ปี)	น้ำมันหล่อลื่น (บาท/ปี)	แรงงาน (บาท/ปี)	รวมต้นทุน (บาท/ปี)
10	225.00	20.00	15.00	1.50	11.25	272.75
20	225.00	40.00	30.00	3.00	22.50	320.50
20.58	225.00	41.16	30.87	3.087	23.15	323.27
50	225.00	100.00	75.00	7.50	56.25	436.75
75	225.00	150.00	112.50	11.25	84.38	583.13
100	225.00	200.00	150.00	15.00	112.50	702.50
150	225.00	300.00	225.00	22.50	168.75	941.25
200	225.00	400.00	300.00	30.00	225.00	1180.00



รูปที่ 4.21 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการใช้เครื่องกับพื้นที่ (ไร่)

จากตารางที่ 4.3 และกราฟ พบว่าพื้นที่ 10ไร่ มีค่าใช้จ่ายดังนี้ ดอกเบี้ย 225 บาท/ปี ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา 20 บาท/ปี น้ำมันเชื้อเพลิง 15 บาท น้ำมันหล่อลื่น 1.50 บาท/ปี แรงงาน 11.25 บาท/ปี รวมต้นทุน 272.75 บาท/ปี เมื่อเทียบกับพื้นที่ 100 ไร่ มีต้นทุนรวม 702.50 ดังนั้นจะแสดงให้เห็นว่าจำนวนพื้นที่ใช้ในการใส่ปุ๋ยข้าวโพดมากขึ้น ต้นทุนการใช้เครื่องก็เพิ่มมากขึ้นตาม

4.5.4 การคำนวณระยะเวลาคืนทุนในการใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period, PBP) คือระยะเวลาจากการเริ่มต้นลงทุนถึงเวลาที่ผลประโยชน์สุทธิ (Net Benefits) ของการใช้เครื่องมีค่าเท่ากับการลงทุน คำนวณได้จากสมการ

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{จำนวนเงินลงทุน}}{\text{ผลประโยชน์สุทธิเฉลี่ยต่อปี}} \qquad (4.6)$$

ผลประโยชน์สุทธิ = ผลประโยชน์ (บาท/ปี) – ต้นทุนการใช้เครื่องมือ (ไม่รวมค่าเสื่อมราคา)

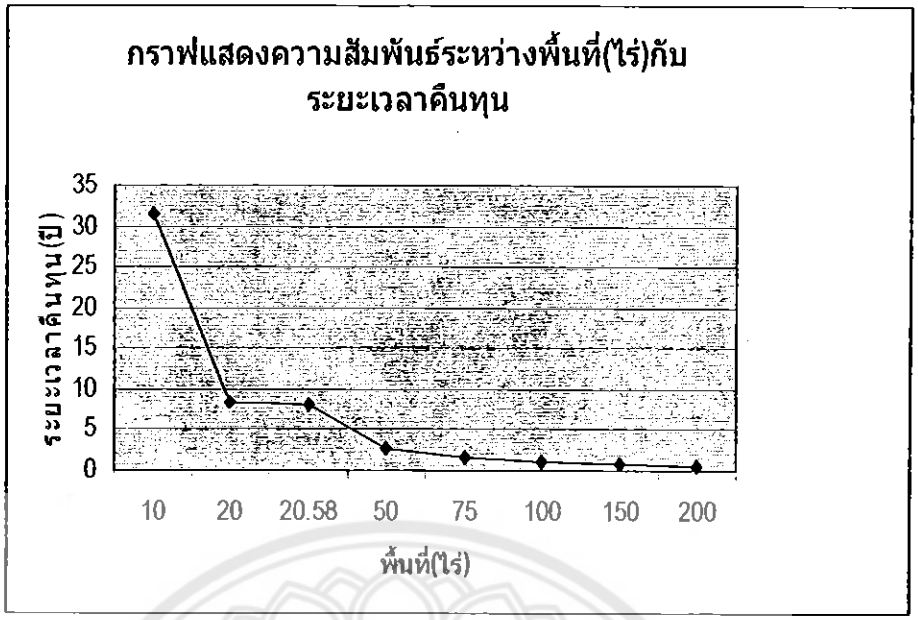
ผลประโยชน์ = พื้นที่ใส่ปุ๋ย x ค่าจ้างใส่ปุ๋ย (ค่าใส่ปุ๋ย 40 บาท/ไร่)

ต้นทุนการใช้เครื่อง = ดอกเบี้ย + ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา + ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง + ค่าน้ำมันหล่อลื่น + ค่าแรงงานคนทำงาน

4.5.5 ผลการคำนวณระยะเวลาคืนทุนของเครื่องใส่ปุ๋ยต่อพ่วงรถไถเดินตาม

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าการคำนวณระยะเวลาคืนทุนของเครื่องใส่ปุ๋ยต่อพ่วงรถไถเดินตาม

พื้นที่ (ไร่)	ผลประโยชน์ที่ได้รับ (บาท/ปี)	ต้นทุน (บาท/ปี)	ผลประโยชน์สุทธิ (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน ปี
10	400.00	272.75	127.25	31.43
20	800.00	320.50	479.50	8.34
20.58	823.32	323.27	499.93	8.00
50	2000.00	436.75	1536.25	2.6
75	3000.00	583.13	2416.87	1.66
100	4000.00	702.50	3297.50	1.21
150	6000.00	941.25	5058.75	0.79
200	8000.00	1180.00	6820.00	0.59



รูปที่ 4.22 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาคืนทุนกับพื้นที่ (ไร่)

จากตารางที่ 4.4 และกราฟ พบว่า จำนวนพื้นที่ 10 ไร่ ได้รับผลประโยชน์ 400 บาท/ปี ต้นทุน 272.75 บาท/ปี ผลประโยชน์สุทธิ 127.25 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 31.43 ปี เมื่อเทียบกับจำนวนพื้นที่ 100 ไร่ ได้รับผลประโยชน์ 4,000 บาท/ปี ต้นทุน 702.50 บาท/ปี ผลประโยชน์สุทธิ 3297.50 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1.21 ปี แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาคืนทุน ภายใน 1 ปี โดยทำการเกษตรจะต้องใช้พื้นที่เป็นจำนวนประมาณ 100 ไร่ และเห็นได้ว่ายิ่งทำการใส่ปุ๋ยในพื้นที่มาก ระยะเวลาคืนทุนก็จะน้อยลง

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/W เพื่อแสดงผลของการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด โดยการหาค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนตามรายการแล้วนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ 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

ข้อมูลของการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด โดยเกษตรกรที่ผ่านการทดลองใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดติดรถไถเดินตามจำนวน 20 คน

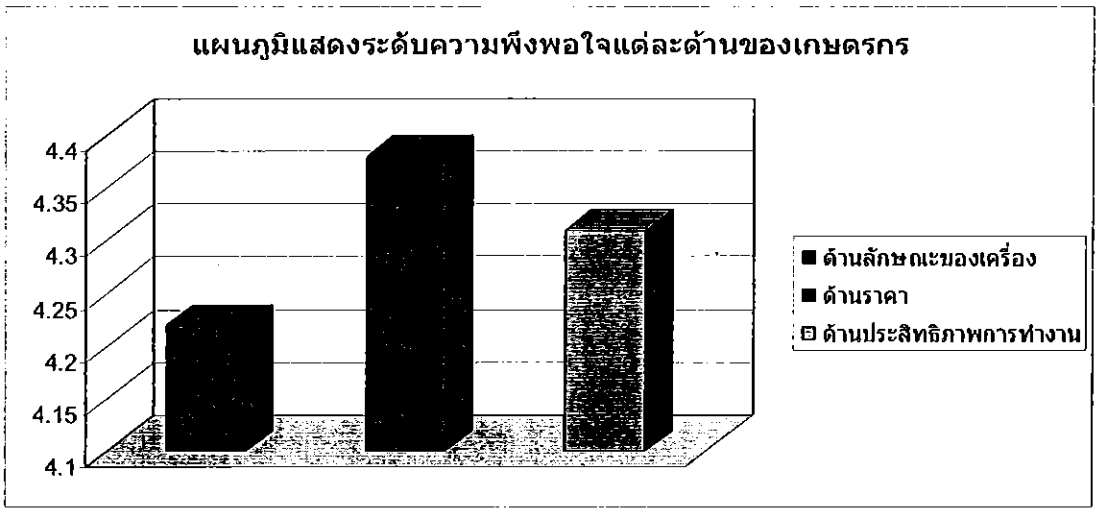
ตารางที่ 4.5 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

ประเด็นการประเมิน	ความถี่	ระดับความพึงพอใจ					
		5	4	3	2	1	ค่าเฉลี่ย
1. ด้านลักษณะของเครื่อง							**4.22**
1.1 การออกแบบและสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด มีความทันสมัย	จำนวน	10	8	2	0	0	4.4
	ร้อยละ	50	40	10	0	0	
1.2 มีความคงทนและแข็งแรง	จำนวน	8	12	0	0	0	4.4
	ร้อยละ	40	60	0	0	0	
1.3 มีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งาน	จำนวน	7	11	2	0	0	4.25
	ร้อยละ	35	55	10	0	0	
1.4 ทำความสะอาดได้ง่าย	จำนวน	5	12	2	1	0	4.05
	ร้อยละ	25	60	10	5	0	
1.5 การดูแลรักษาง่าย	จำนวน	6	10	4	0	0	4.1
	ร้อยละ	30	50	20	0	0	
1.6 น้ำหนักของเครื่อง	จำนวน	7	8	5	0	0	4.1
	ร้อยละ	35	40	25	0	0	
2. ด้านราคา							**4.38**
2.1 เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดมีราคาถูก	จำนวน	10	9	1	0	0	4.45
	ร้อยละ	50	45	5	0	0	
2.2 อุปกรณ์หรืออะไหล่ราคาถูก	จำนวน	9	8	3	0	0	4.3
	ร้อยละ	45	40	15	0	0	
2.3 เป็นทางเลือกที่ดีให้กับเกษตรกรที่มีเงินลงทุนน้อย	จำนวน	10	8	2	0	0	4.4
	ร้อยละ	50	40	10	0	0	

3. ด้านประสิทธิภาพการทำงาน							**4.31**
3.1 ใช้เวลาในการใส่ปุ๋ยเร็วขึ้น	จำนวน	9	9	2	0	0	4.35
	ร้อยละ	45	45	10	0	0	
3.2 หน้าที่การทำงานของเครื่อง	จำนวน	10	6	4	0	0	4.3
	ร้อยละ	50	30	20	0	0	
3.3 เป็นการช่วยทุ่นแรงงานเกษตรกร	จำนวน	9	10	1	0	0	4.4
	ร้อยละ	45	50	5	0	0	
3.4 เกษตรกรมีเวลาทำงานอื่น	จำนวน	9	9	2	0	0	4.35
	ร้อยละ	45	45	10	0	0	
3.5 ใส่ปุ๋ยได้ตรงตามต้นข้าวโพด	จำนวน	8	9	3	0	0	4.25
	ร้อยละ	40	45	15	0	0	
3.6 ช่วยกลบดินและพรวนดิน	จำนวน	8	9	3	0	0	4.25
	ร้อยละ	40	45	15	0	0	
3.7 กำจัดต้นหญ้าที่ขึ้นระหว่างแถวของต้นข้าวโพด	จำนวน	9	7	4	0	0	4.25
	ร้อยละ	45	35	20	0	0	

หมายเหตุ จำนวนผู้ประเมิน 20 คน

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับประเด็นด้านลักษณะของเครื่องมีค่าเฉลี่ย 4.22 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์พึงพอใจมากที่สุด ระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับประเด็นด้านราคามีค่าเฉลี่ย 4.38 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์พึงพอใจมาก ระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับประเด็นด้านประสิทธิภาพการทำงาน มีค่าเฉลี่ย 4.31 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์พึงพอใจปานกลาง



รูปที่ 4.23 แผนภูมิแสดงระดับความพึงพอใจของเกษตรกร

ผลการทำโครงงานวิจัยครั้งนี้ ปรากฏว่าเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดที่คณะผู้จัดทำโครงงานได้จัดสร้างขึ้น ซึ่งแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องใส่ปุ๋ยของเกษตรกร จำนวน 20 คน เป็นการสนับสนุนให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทั้งหมดโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก และมีผลการประเมินอยู่ที่ 86% ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 จากการออกแบบและสร้างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดขึ้นมาและนำเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดไปทดสอบ โดยพบว่า เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดสามารถใส่ปุ๋ยข้าวโพดได้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง โดยใช้เวลาในการใส่ปุ๋ยได้ 1 ชั่วโมง/ไร่

5.1.2 ได้ทราบถึงความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการใส่ปุ๋ยข้าวโพดระหว่างใช้แรงงานคนกับใช้เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตาม โดยใช้แรงงานคนในการใส่ปุ๋ยนั้นจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง/ไร่ ส่วนเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง/ไร่

5.1.3 ได้ทราบถึงความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการใส่ปุ๋ยข้าวโพดระหว่างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามกับเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ โดยเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดแบบต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตาม ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง/ไร่ และเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ ใช้เวลาประมาณ 45 นาที/ไร่ ดังนั้นความแตกต่างของเวลาคือ 15 นาที

5.1.4 จากการประเมินเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามที่ได้สร้างขึ้นและทดลองเสร็จแล้วนั้น พบว่า ผลการประเมินจากเกษตรกรและบุคคลต่างๆในหมู่บ้านนั้น เป็นที่ยอมรับและสร้างความพึงพอใจ โดยวิเคราะห์จากการใช้ โปรแกรม SPSS ในการหาค่าการประเมิน

5.1.5 เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงกับรถไถนาเดินตามที่ได้พัฒนาหรือสร้างขึ้นมานี้น่าจะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกให้แก่เกษตรกรรายย่อยหรือเกษตรกรที่มีเงินลงทุนไม่สูงมากนักและเหมาะสมกับพื้นที่เพาะปลูกขนาดเล็กไปจนถึงขนาดกลาง ถ้าเปรียบเทียบกับเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ ก็ยังถือว่าน่าลงทุนเนื่องจากเงินลงทุนเฉลี่ยต่อปีน้อย ในขณะที่การทำงานใกล้เคียงกัน

5.1.6 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ แสดงให้เห็นถึงต้นทุนการใช้เครื่องเครื่องใส่ปุ๋ยในแต่ละปี มีจุดคุ้มทุน 20.58 ไร่/ปี และระยะเวลาคืนทุนที่ 8 ปี เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยโดยใช้แรงงานคน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เหล็กโครงสร้างเหล็กรับน้ำหนักหรือเหล็กคานกลางจะต้องรับน้ำหนักมากเวลาบรรจุปุ๋ยในถังใส่ปุ๋ย ดังนั้นจึงใช้เหล็กกล่องที่มีความแข็งแรงและมีน้ำหนักไม่มากในการสร้าง

5.2.2 เมื่อมีอายุการใช้งานมากขึ้นอุปกรณ์หรืออะไหล่บางชนิดอาจจะชำรุดหรือเสียหาย จึงได้ออกแบบเพื่อให้สามารถถอดเปลี่ยนอุปกรณ์หรืออะไหล่ได้ง่าย

5.2.3 วัสดุที่ใช้สร้างจะเลือกใช้วัสดุที่มีน้ำหนักไม่มากและมีความแข็งแรงต่อการใช้งาน

5.2.4 สามารถใช้น้ำมันหล่อลื่นใส่ตรงบริเวณโซ่และสเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการหมุนได้เร็วขึ้น

5.2.5 ถังบรรจุปุ๋ยสามารถถอดเปลี่ยนได้ตามความต้องการหรือจะใช้วัสดุที่เบากว่าเหล็กผ่านมาผลิตแทนของเดิมได้ จะทำให้ลดน้ำหนักเครื่องลงได้

เอกสารอ้างอิง

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

ดร.ทวีศักดิ์ ภู่หลำ (2540). ข้าวโพดหวาน: การปรับปรุงพันธ์และการปลูกเพื่อการค้า. กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์ ที โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์

นาราทิพย์ ชุติวงศ์. (2545). หลักเศรษฐศาสตร์ 1 จุลเศรษฐศาสตร์. กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันชัย ริจิรวนิช. (2536) เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา
เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา
เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

ลักษณะสำคัญของเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

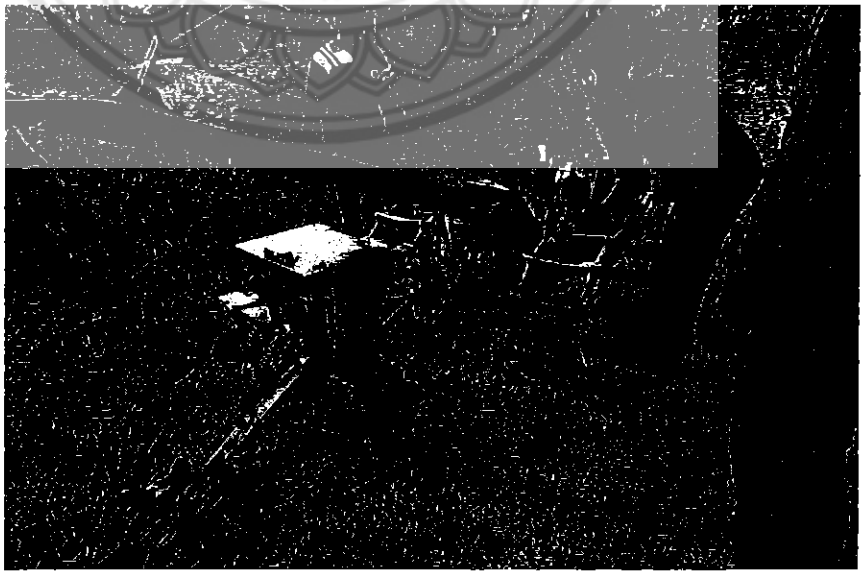
การใช้งาน	ใช้ใส่ปุ๋ยข้าวโพด
ปริมาณปุ๋ยที่ใช้/ไร่	25 กิโลกรัม/ไร่
น้ำหนักของเครื่อง	70 กิโลกรัม
เวลาการทำงาน/ไร่	1 ชั่วโมง/ไร่

ข้อปฏิบัติก่อนการใช้งานเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

1. ตรวจสอบความแน่นของชิ้นส่วนประกอบต่างๆและการขันน็อตตามจุดต่างๆ
2. ใส่น้ำมันหล่อลื่นทุกครั้งก่อนใช้งาน
3. ตรวจสอบความตึงหรือหย่อนของโซ่
4. ทดสอบการหมุนของแกนใส่ปุ๋ยและการไหลของปุ๋ย
5. ตรวจสอบความเรียบร้อยให้พร้อมใช้งาน

วิธีการใช้งานเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด มีขั้นตอนดังนี้

1. นำเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดต่อพ่วงเข้ากับรถไถนาเดินตามแล้วต่อจากนั้นนำสลักมาใส่เพื่อเป็นตัวล็อกระหว่างเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดเข้ากับรถไถนาเดินตาม



รูปที่ ก.1 แสดงการต่อพ่วงเครื่องใส่ปุ๋ยกับรถไถเดินตาม

2. เปิดถังปุ๋ยแล้วนำปุ๋ยใส่ลงไปในถังบรรจุปุ๋ยของเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพดตามจำนวนที่ต้องการให้พอดี และปิดฝาถังเครื่องใส่ปุ๋ยให้เรียบร้อย

รูปที่ ก.2 แสดงการบรรจุปุ๋ยใส่เครื่อง

3. เริ่มเดินรถไถนาเดินตามตรงไปข้างหน้าโดยจะให้ล้อรถไถและใบแถกอยู่ระหว่างแถวของข้าวโพดพอดีและคนขับรถเดินตามระหว่างแถวข้าวโพดด้วย

รูปที่ ก.3 แสดงการใส่ปุ๋ยข้าวโพดโดยเครื่อง

4. เมื่อเคลื่อนที่ไปจนสุดปลายแถวของข้าวโพดแล้ว จะต้องทำการยกล้อใบแซงขึ้นเล็กน้อย เพื่อไม่ให้ใบแซงหมุนขณะกำลังกลับรถเพื่อเพื่อที่จะไม่ให้ปุ๋ยถูกปล่อยออกมาเวลากลับรถขึ้นแถวใหม่ต่อไป

การบำรุงรักษาเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

1. หลังจากการใช้งานทุกๆครั้ง ควรจะมีการทำความสะอาดเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด โดยใช้น้ำล้างบริเวณใบแถกซึ่งใบแถกจะเป็นส่าวนที่ใช้ในการเปิดหน้าดินจะมีหญ้าและดินติดอยู่

2. ใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือจาระบีในบริเวณ โซ่ , สเตอร์ และลูกปืน เพื่อการใช้งานที่ได้ประสิทธิภาพ

3. ควรเก็บไว้ในที่แห้งไม่อับชื้นเพื่อป้องกันการเกิดสนิม

ข้อแนะนำในการปฏิบัติงาน

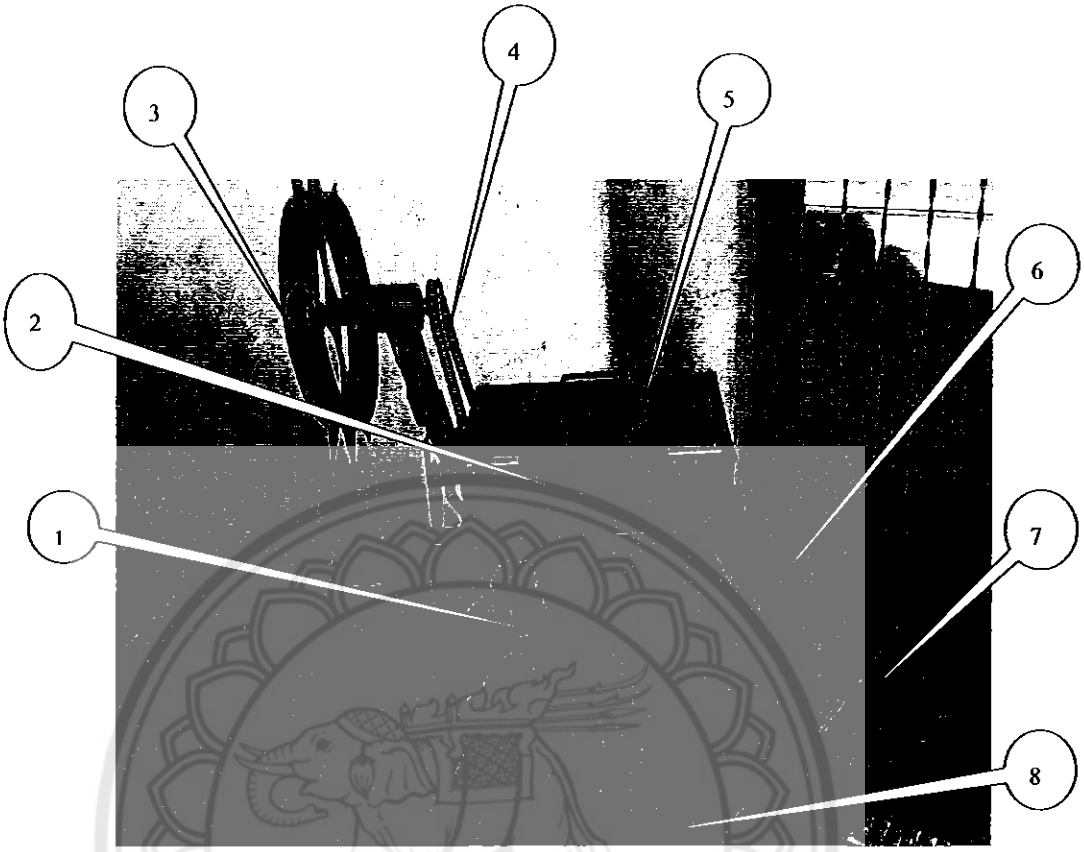
1. ไม่ควรประมาทหรือหยอกล้อกันเวลาทำงาน อาจก่อให้เกิดอันตรายได้

2. แต่งกายให้เหมาะสมกับการทำงาน

3. ควรมีหน้ากากสวมป้องกันสารเคมีจากปุ๋ยและฝุ่นละออง

4. สวมรองเท้าผ้าใบเพื่อสะดวกและปลอดภัยในการทำงาน

ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด



รูปที่ ก.4 แสดงส่วนประกอบสำคัญของเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด

1. ตัวปรับระดับความลึกของดิน
2. ถังบรรจุปุ๋ย
3. ล้อใบแซง
4. โซ่
5. ฝาปิดถังบรรจุปุ๋ย
6. ท่อลำเลียงปุ๋ย
7. ใบแถกดิน
8. สลักต่อกับรถไถนาเดินตาม

ภาคผนวก ข

การคำนวณต่างๆ

จำนวนรอบการหมุนของล้อใบแซงในระยะ 40 เมตร

ล้อใบแซง มีขนาดของล้อ 38.3 เซนติเมตร

r= 0.383/2

ดังนั้น r= 0.1915 เมตร

เส้นรอบวงของล้อใบแซง

= 2¶r

= 2¶ (0.1915)

ดังนั้น เส้นรอบวง= 1.2 เมตร

การหาจำนวนการหมุนของล้อใบแซง

จาก ความยาว 1 ไร่ = 40 เมตร

ความกว้าง 1 ไร่ = 40 เมตร

จำนวนรอบการหมุน = 40/1.2

= 33.33 รอบ/ 40 เมตร

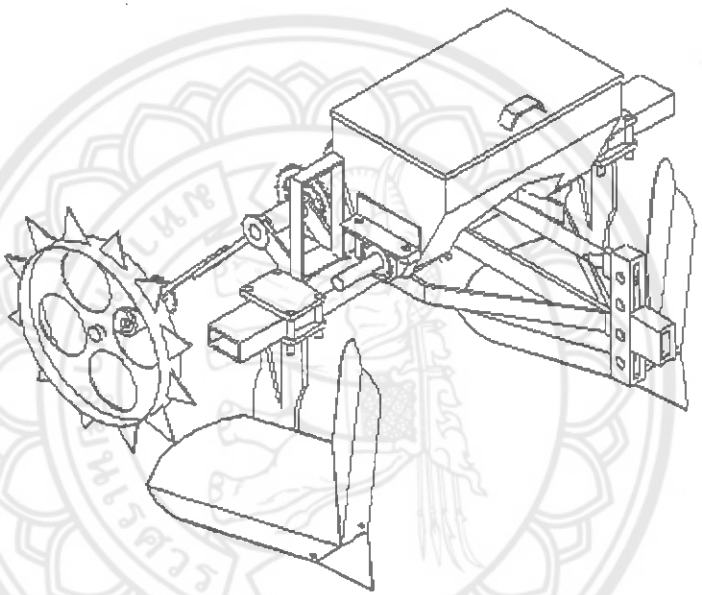
***ในการเคลื่อนที่ ไป 3 รอบ จะสามารถใส่ปุ๋ยได้ 13 แถว

ใน 1ไร่ จะมีแถวประมาณ 80 แถว จะใส่ปุ๋ย $\frac{80\times3}{13}$ = 18.46 รอบ/ไร่

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

อายุการใช้งานของเครื่องใส่ปุ๋ยจะกำหนดจากคุณสมบัติของวัสดุที่นำมา**สร้าง โดยจะกำหนด**อายุการใช้งานที่ 7 ปี

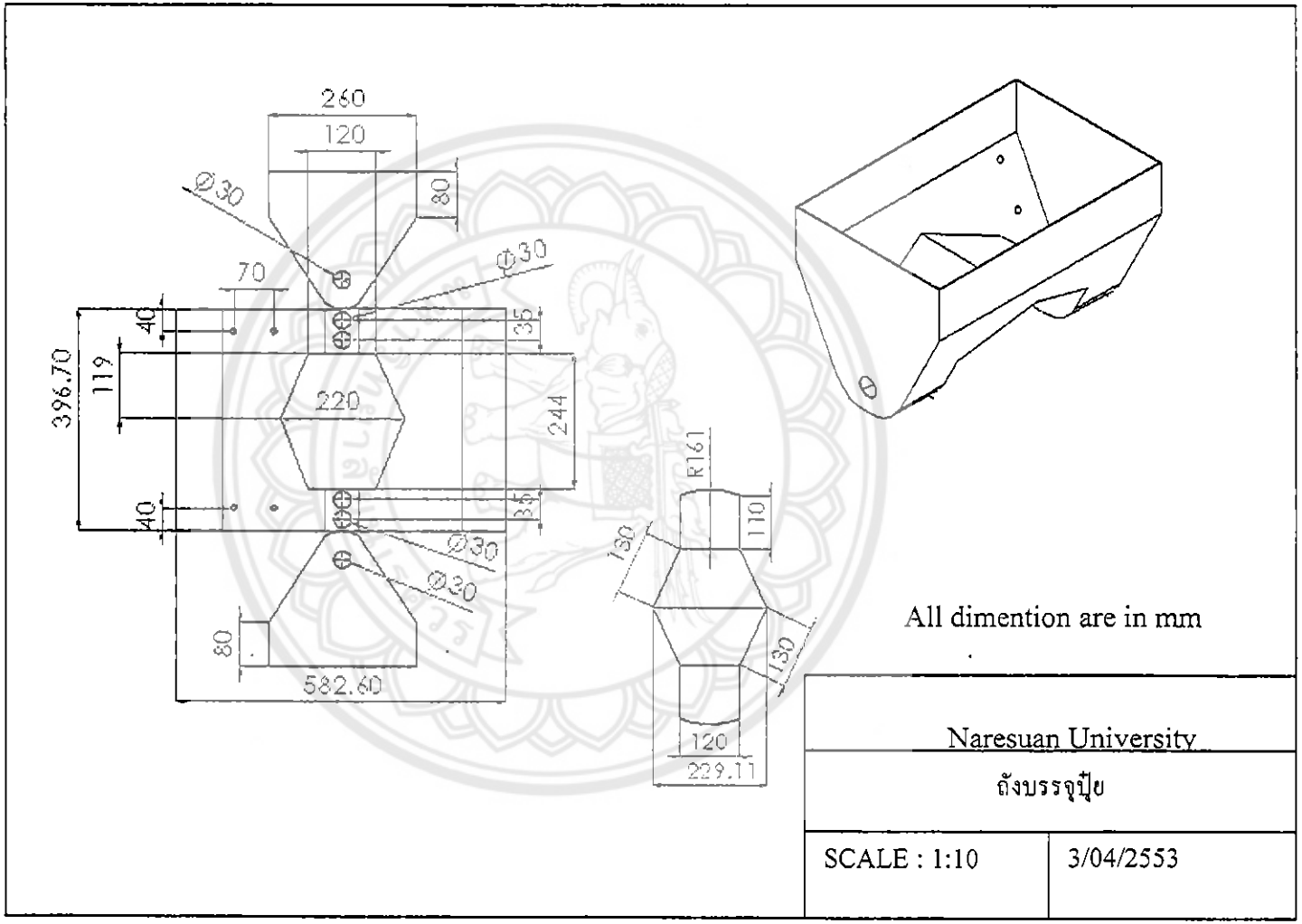
ภาคผนวก ค
แบบเครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด



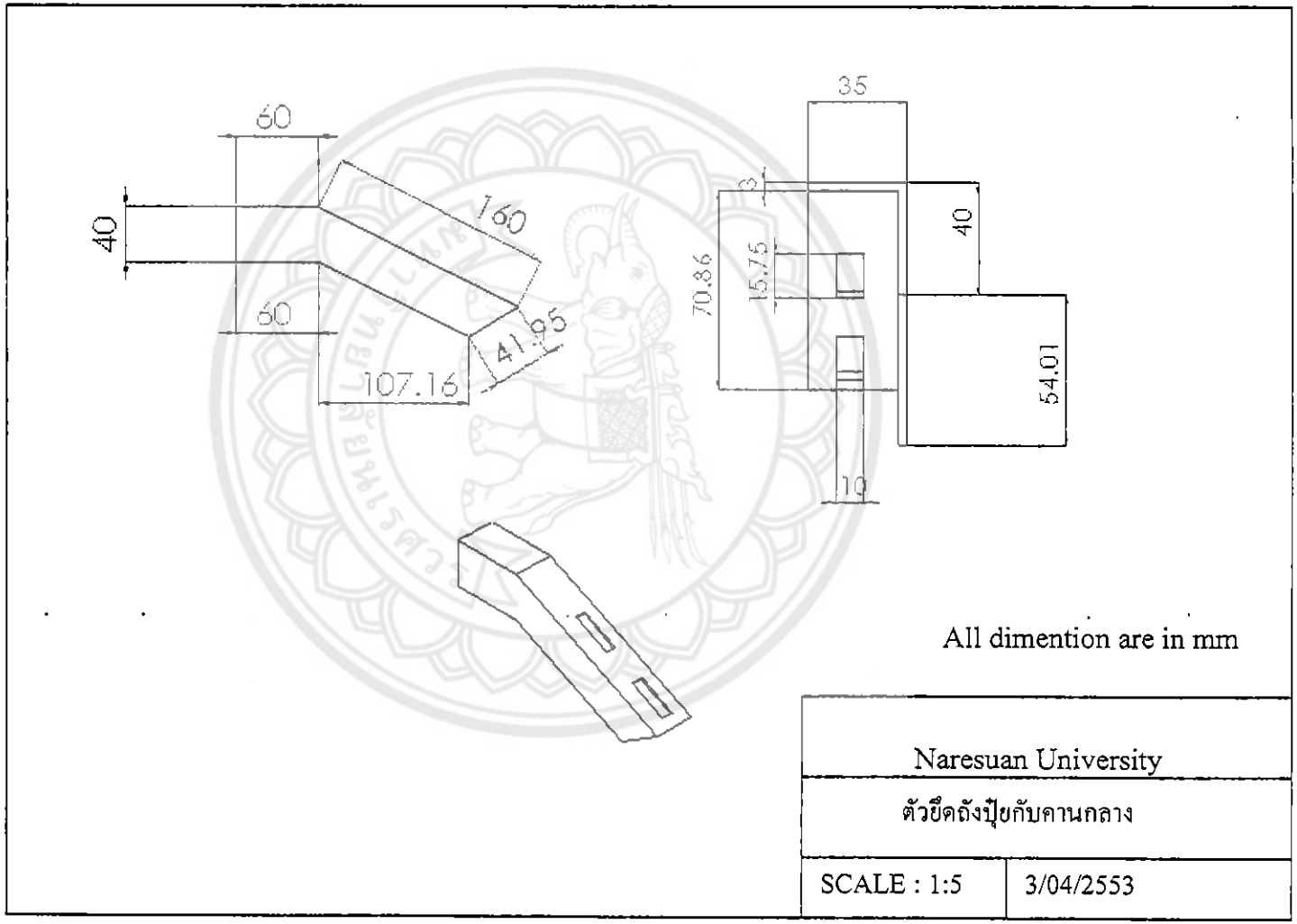
All dimention are in mm

Naresuan University	
เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด	
SCALE : 1:5	3/04/2553

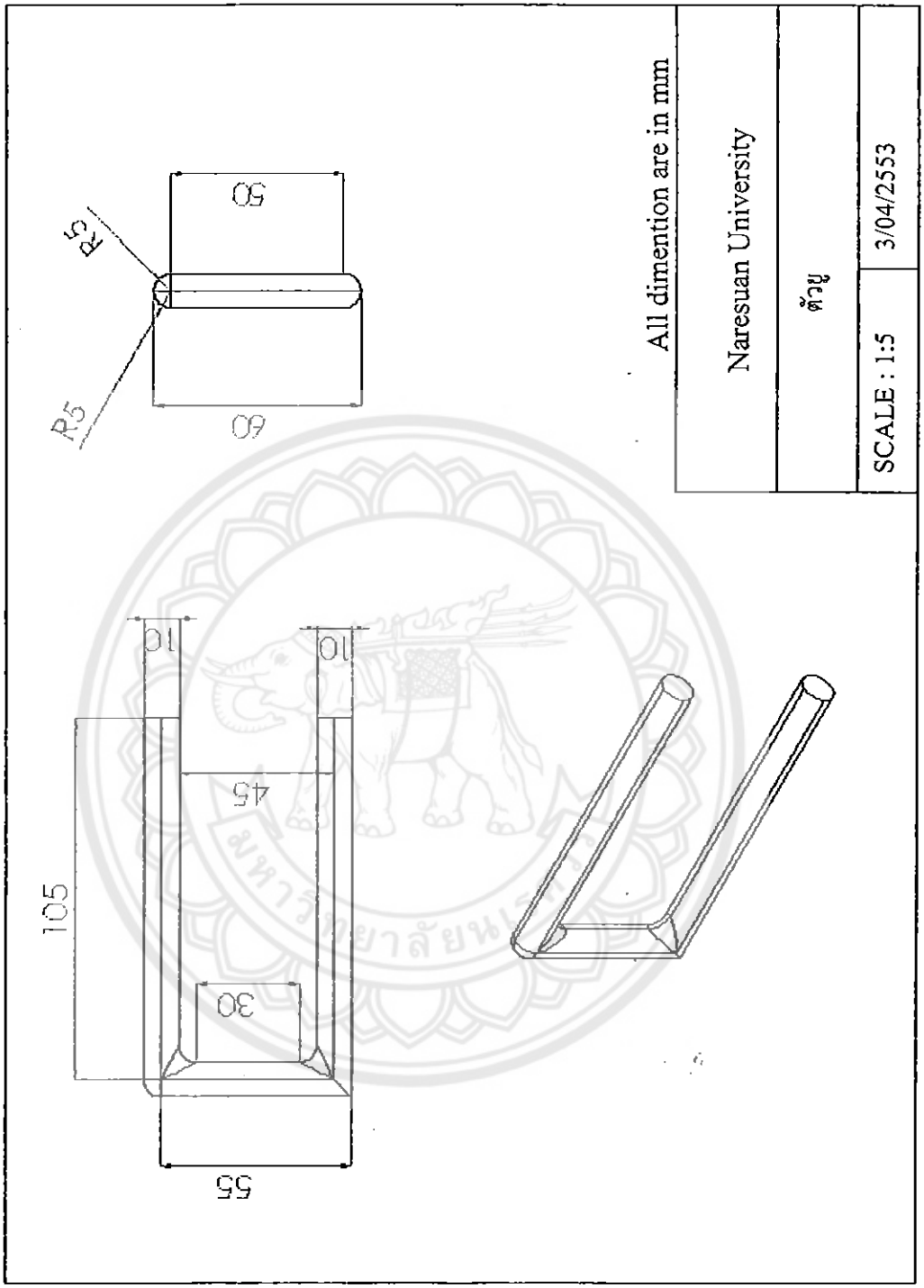
รูปที่ ค.1 เครื่องใส่ปุ๋ยข้าวโพด



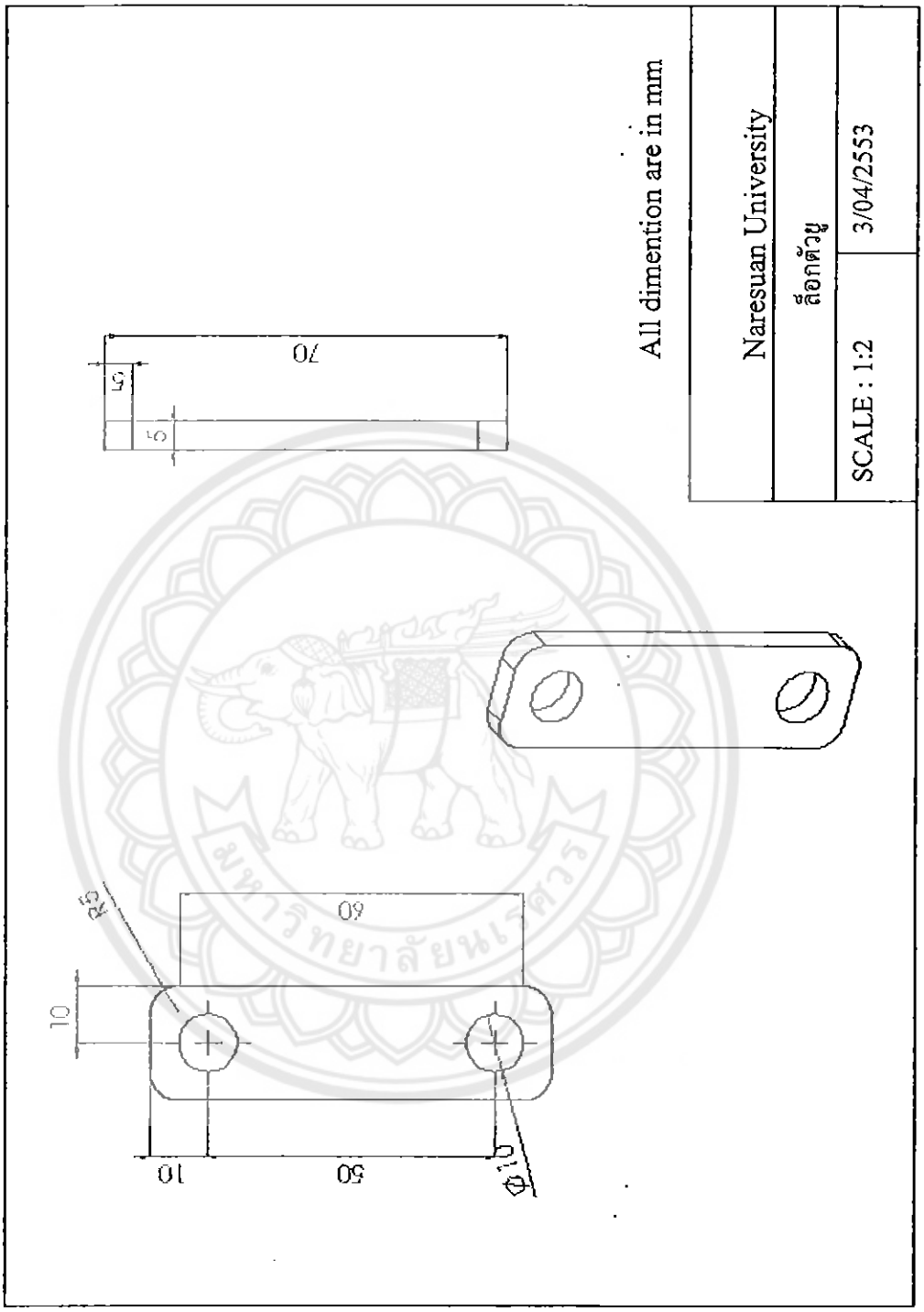
รูปที่ ค.2 ถังบรรจุปุ๋ย



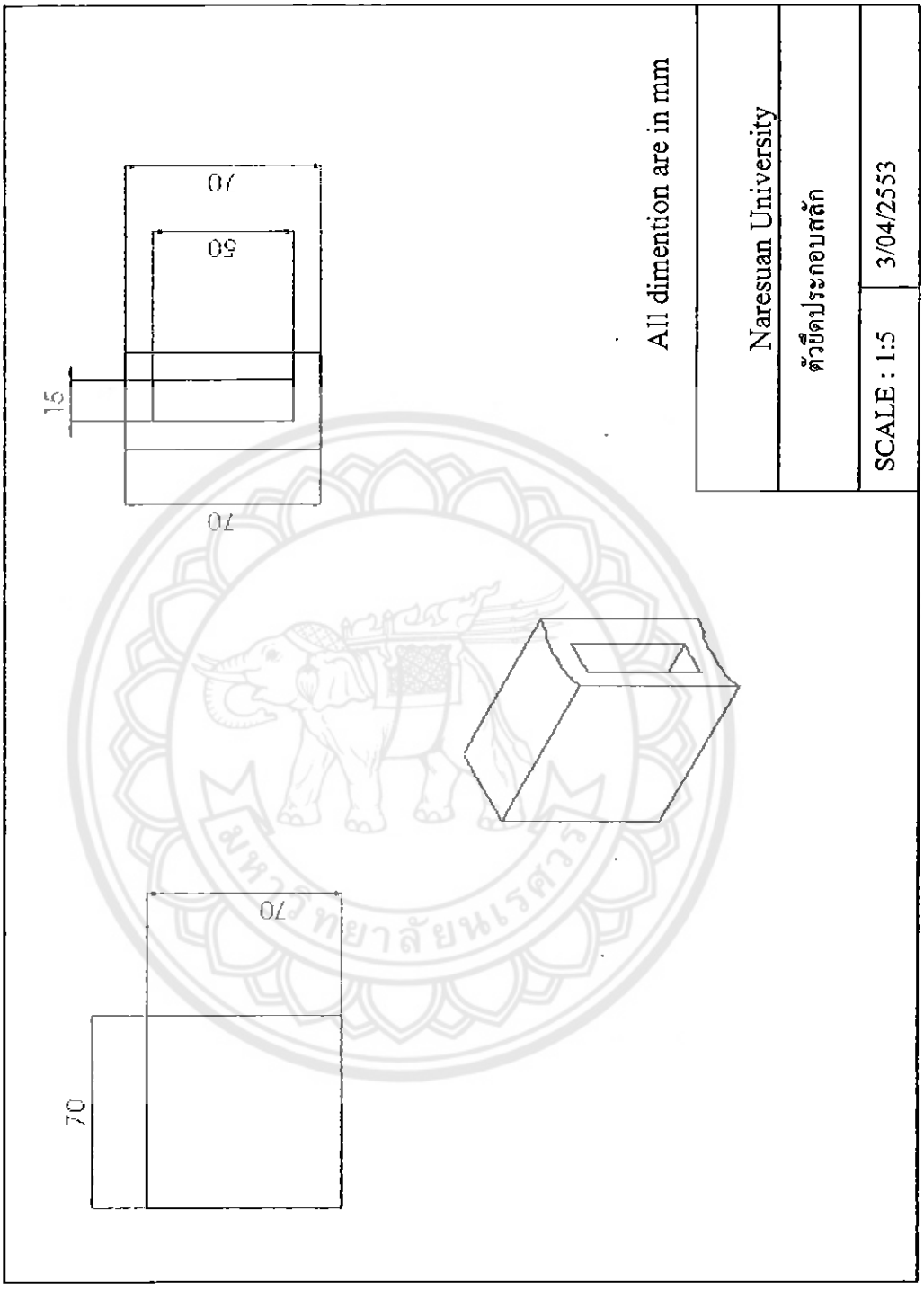
รูปที่ ค.3 ตัวยึดถังปุ๋ยกับคาน


All dimention are in mm
Naresuan University
ตัวU
SCALE : 1:5
3/04/2553
50
R5
R5
60
10
10
45
105
30
55

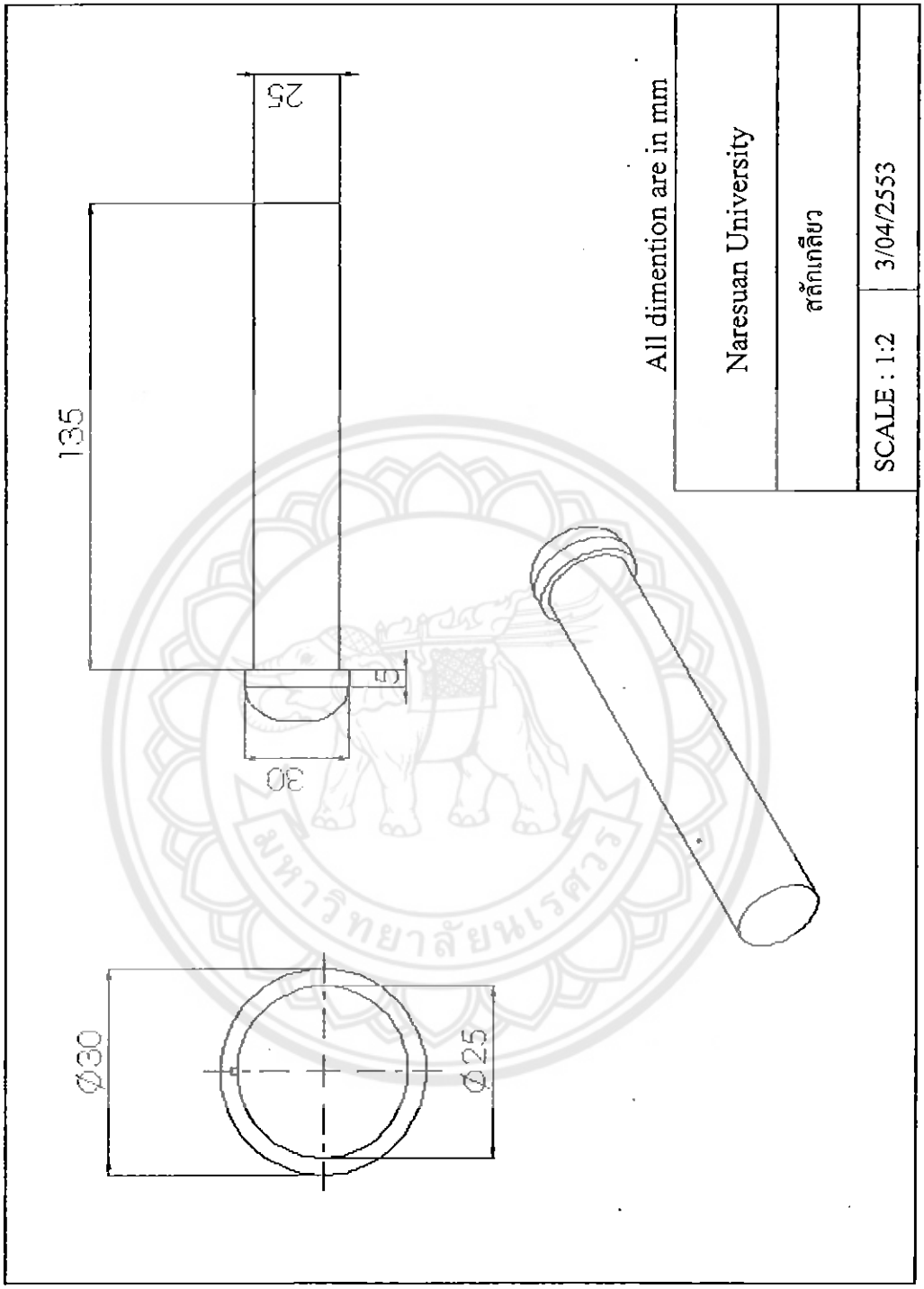
รูปที่ ค.4 ตัวU



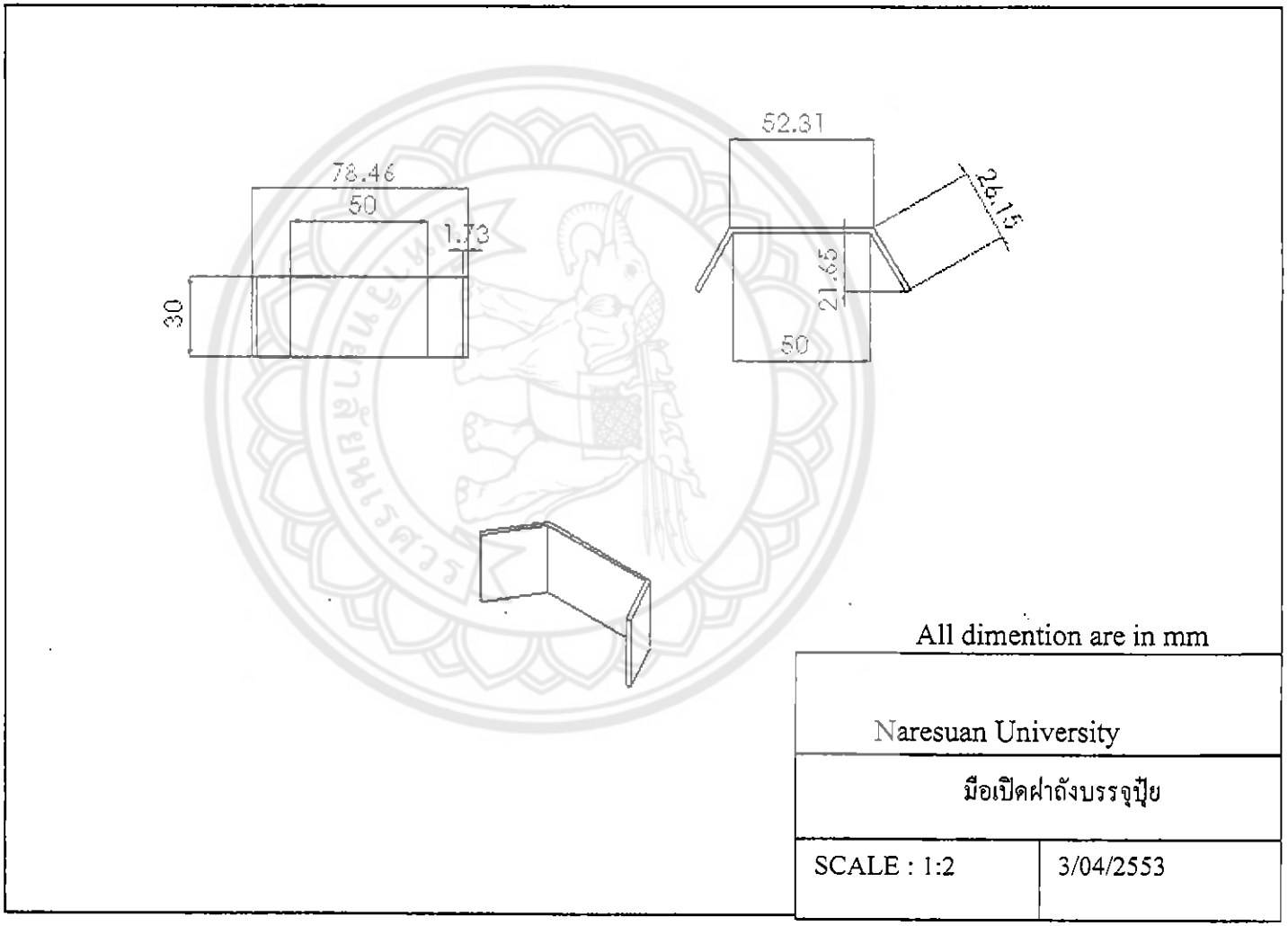
รูปที่ ค.5 ล็อกต้วยู



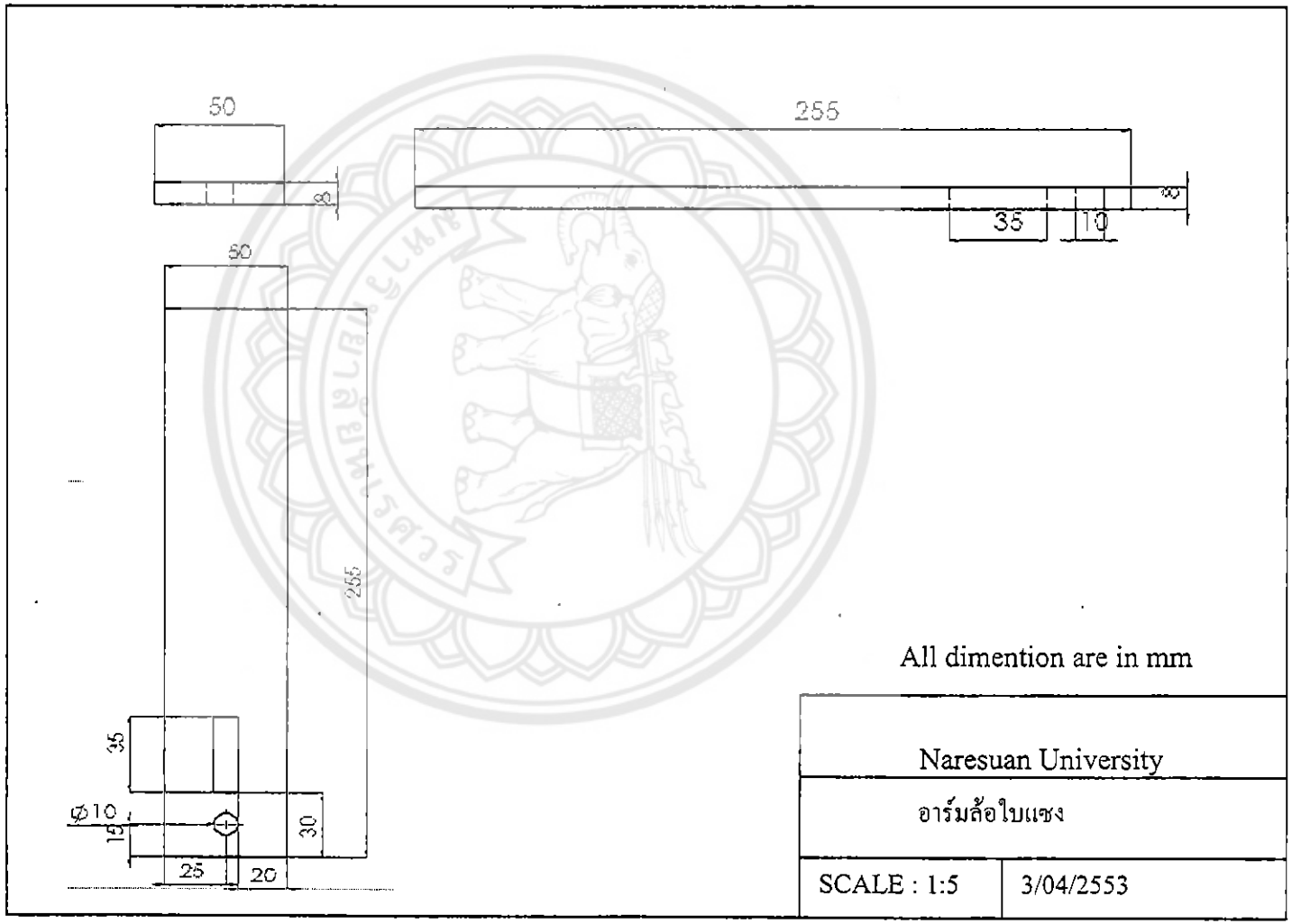
รูปที่ ก.6 ตัวยึดประกอบสลัก



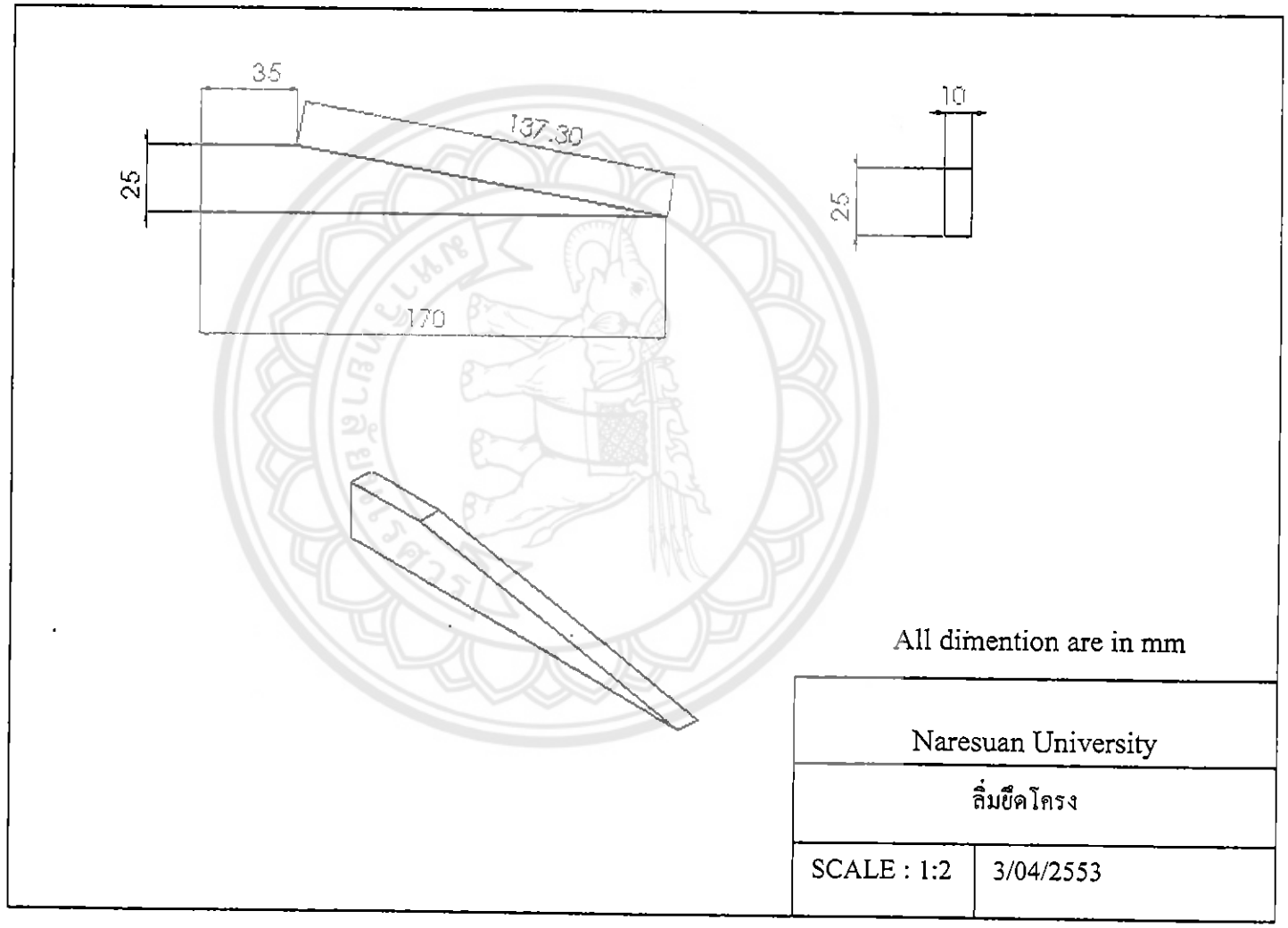
รูปที่ ค.7 สลักเกลียว



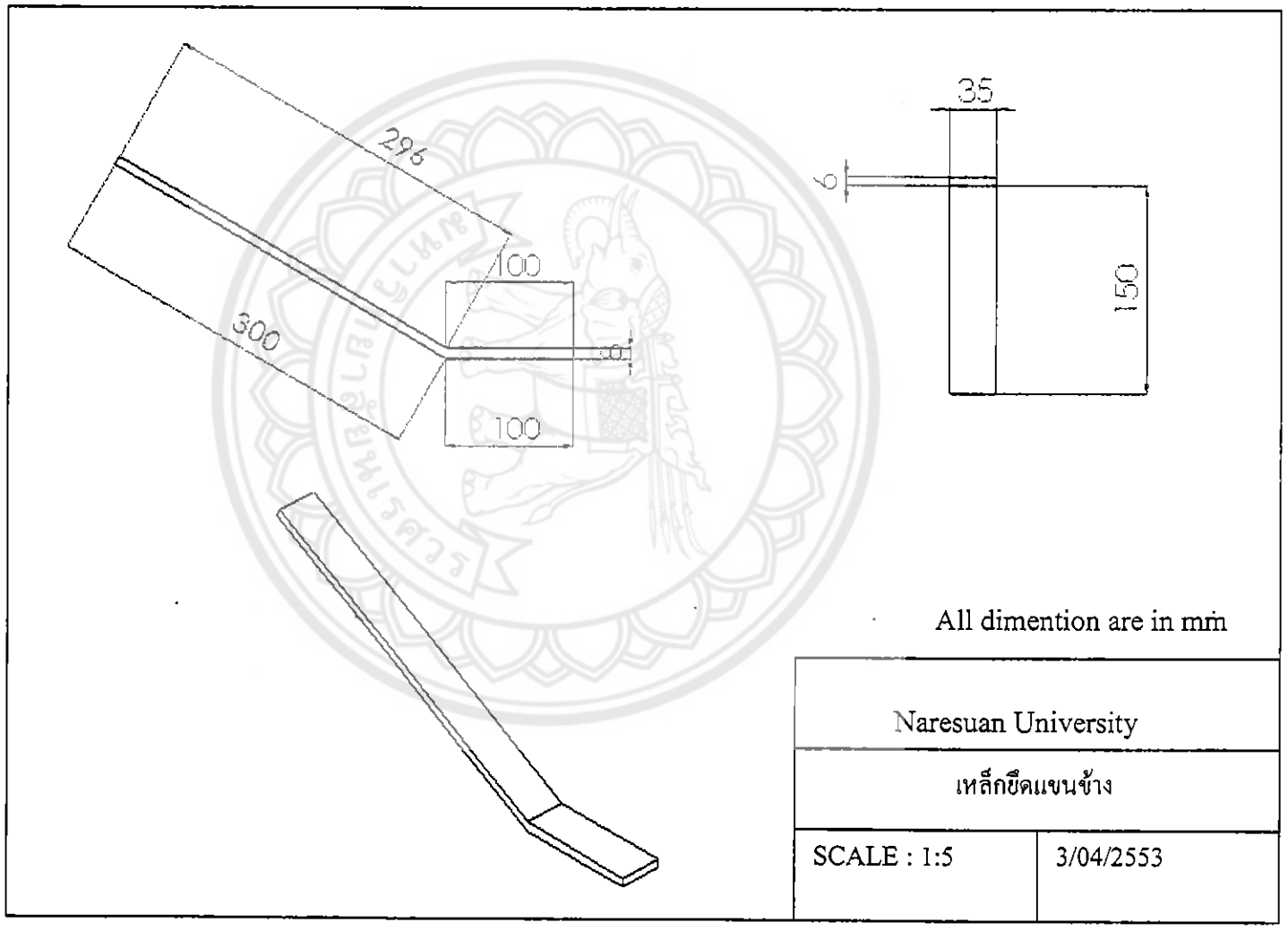
รูปที่ ค.8 มือเปิดฝาถังบรรจุปุ๋ย



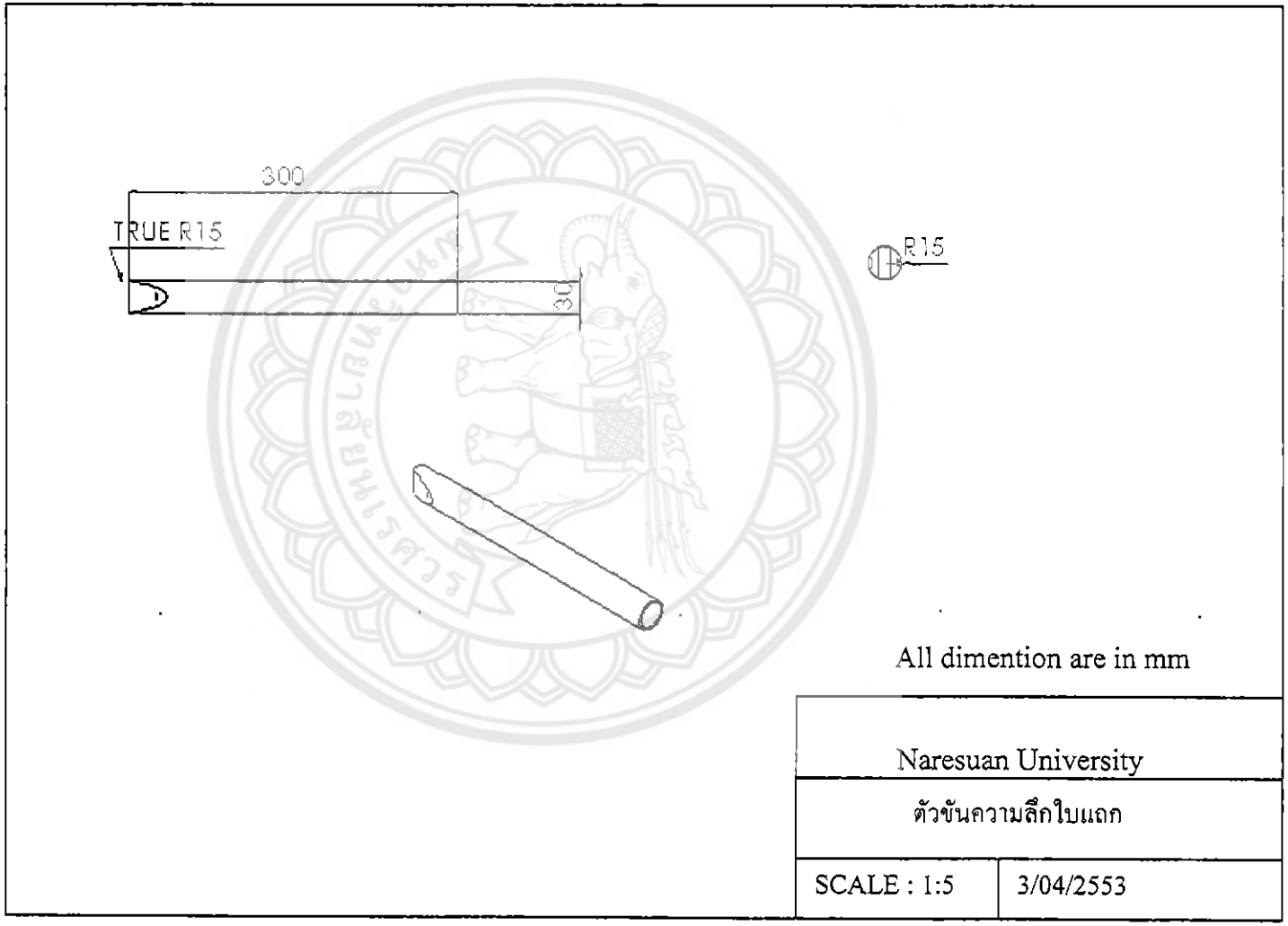
รูปที่ ค.9 อาร์มล้อใบแซง



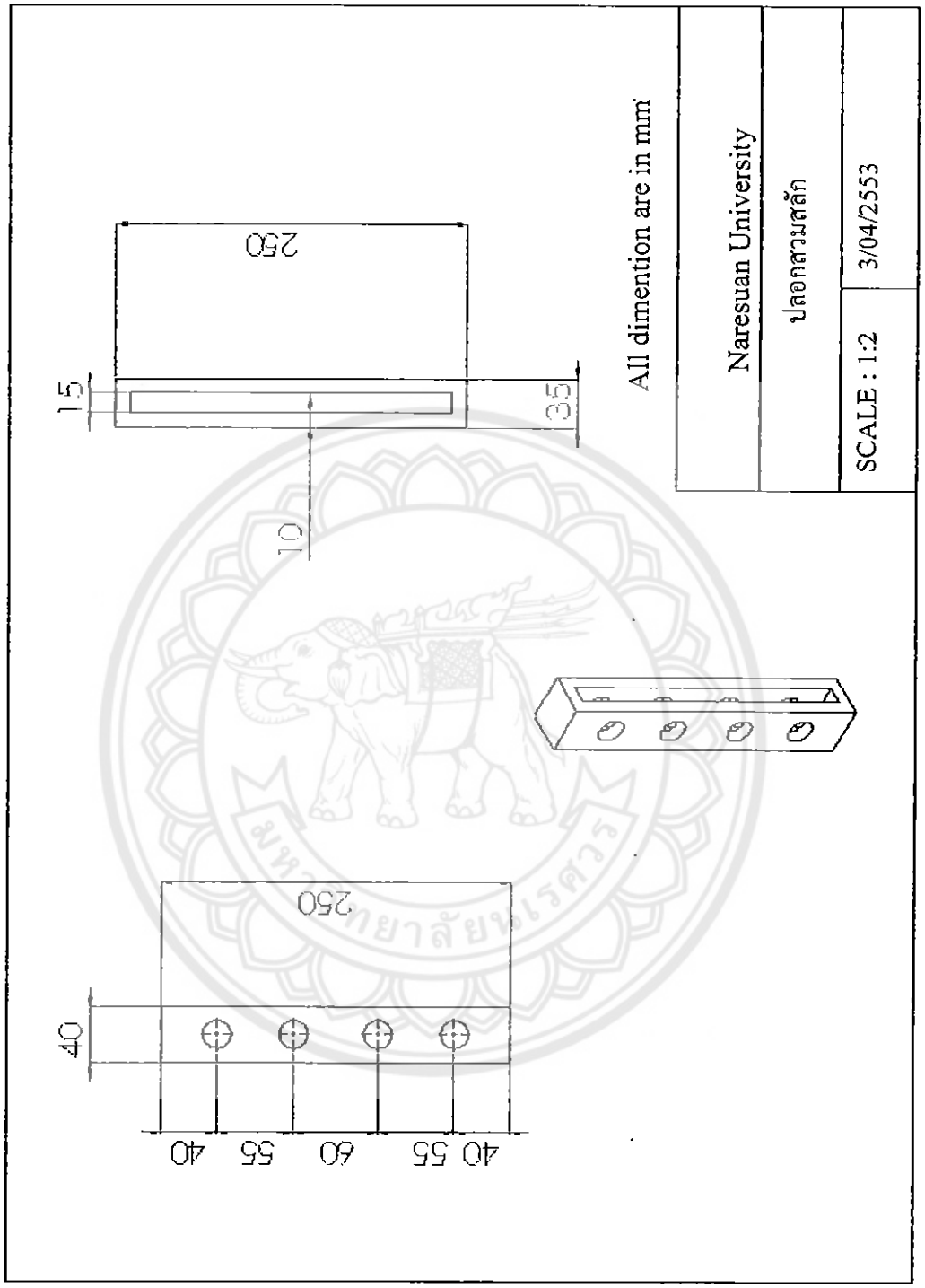
รูปที่ ค.10 ลิ่มยึดโครง



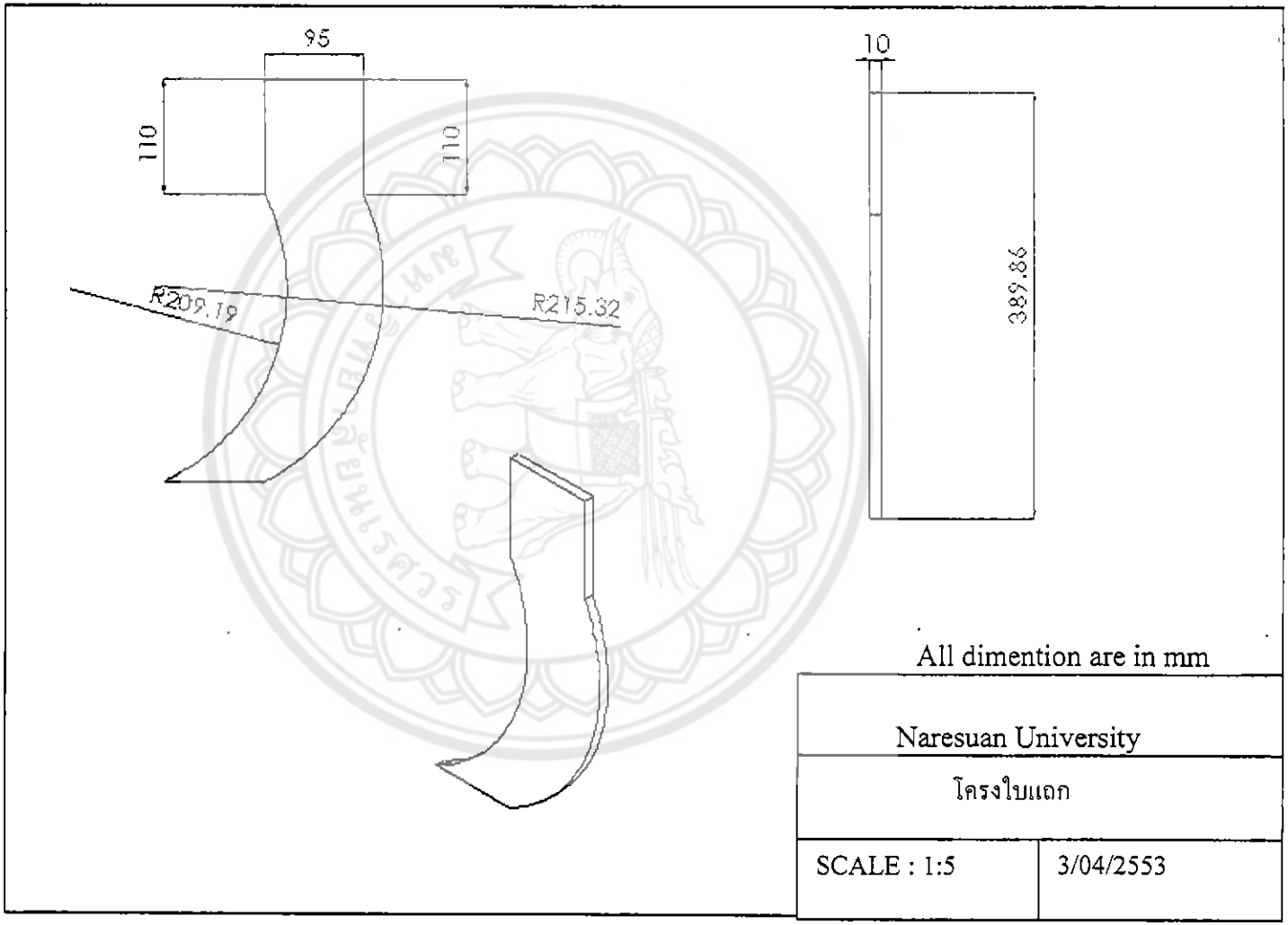
รูปที่ ค.11 เหล็กยึดแขนข้าง



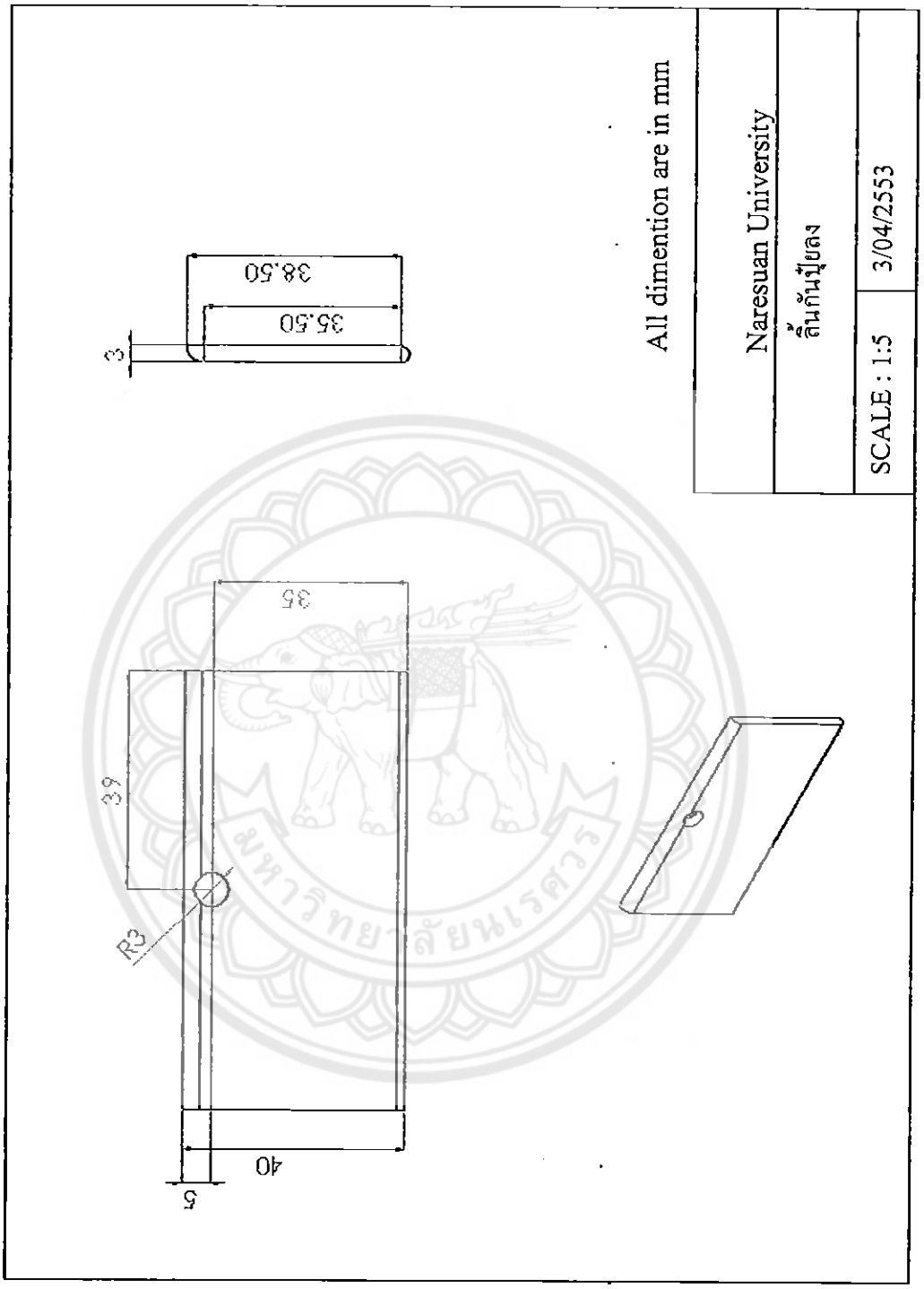
รูปที่ ค.12 ตัวขันความลึกใบแถก



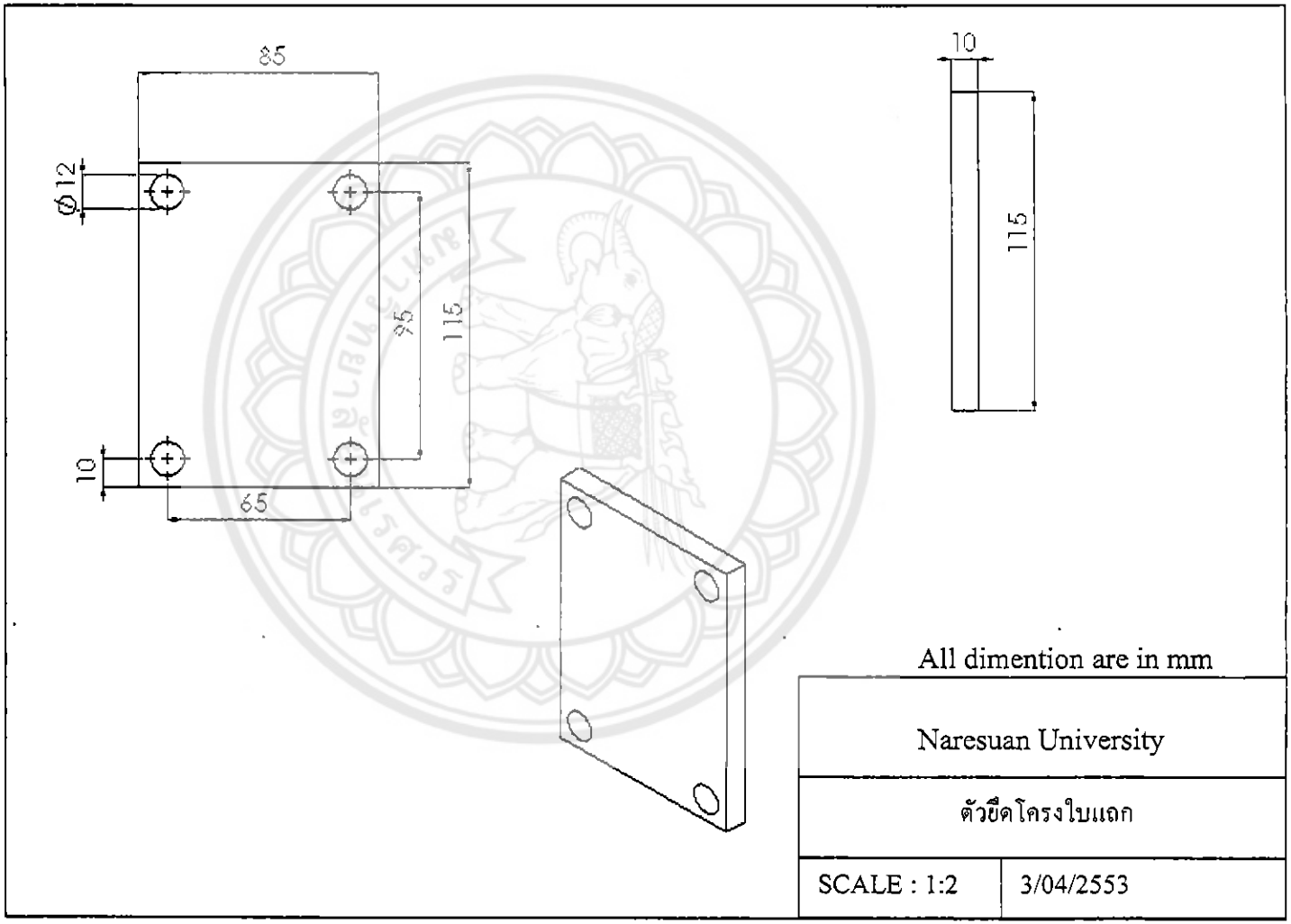
รูปที่ ค.13 ปลอกสวมสลัก



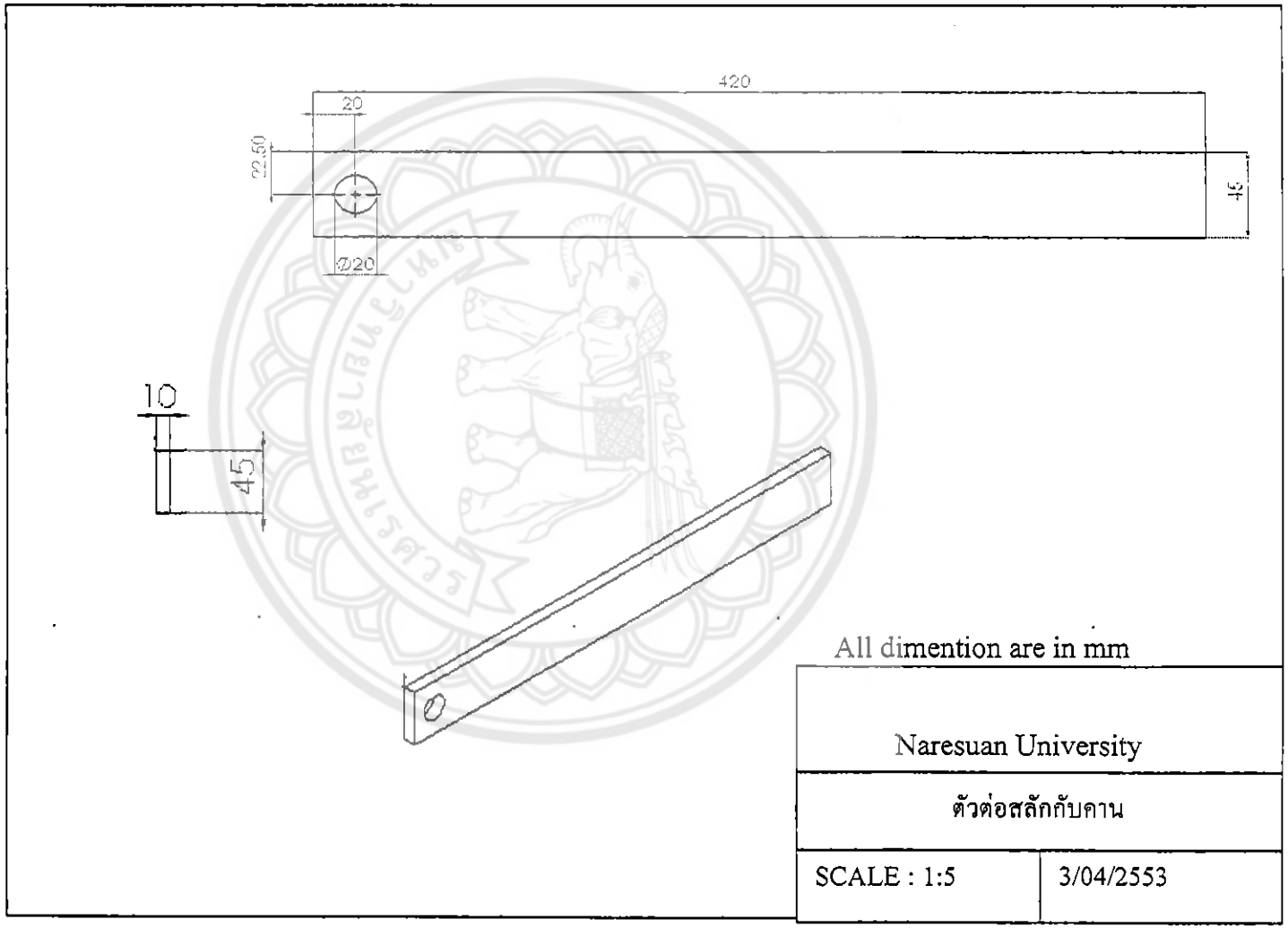
รูปที่ ค.14 โครงใบแถก



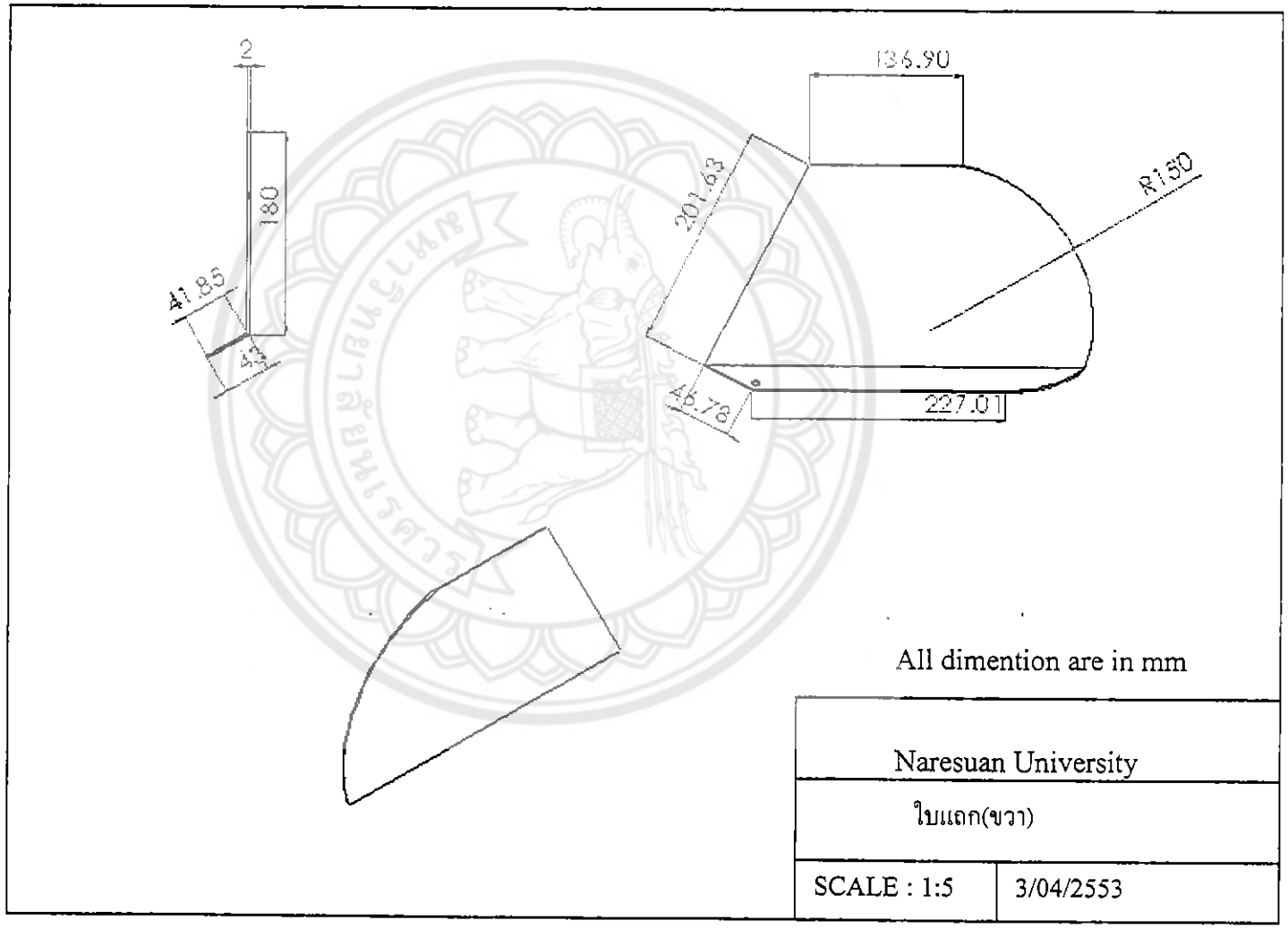
รูปที่ ค.15 ลิ้นกันปุยลง



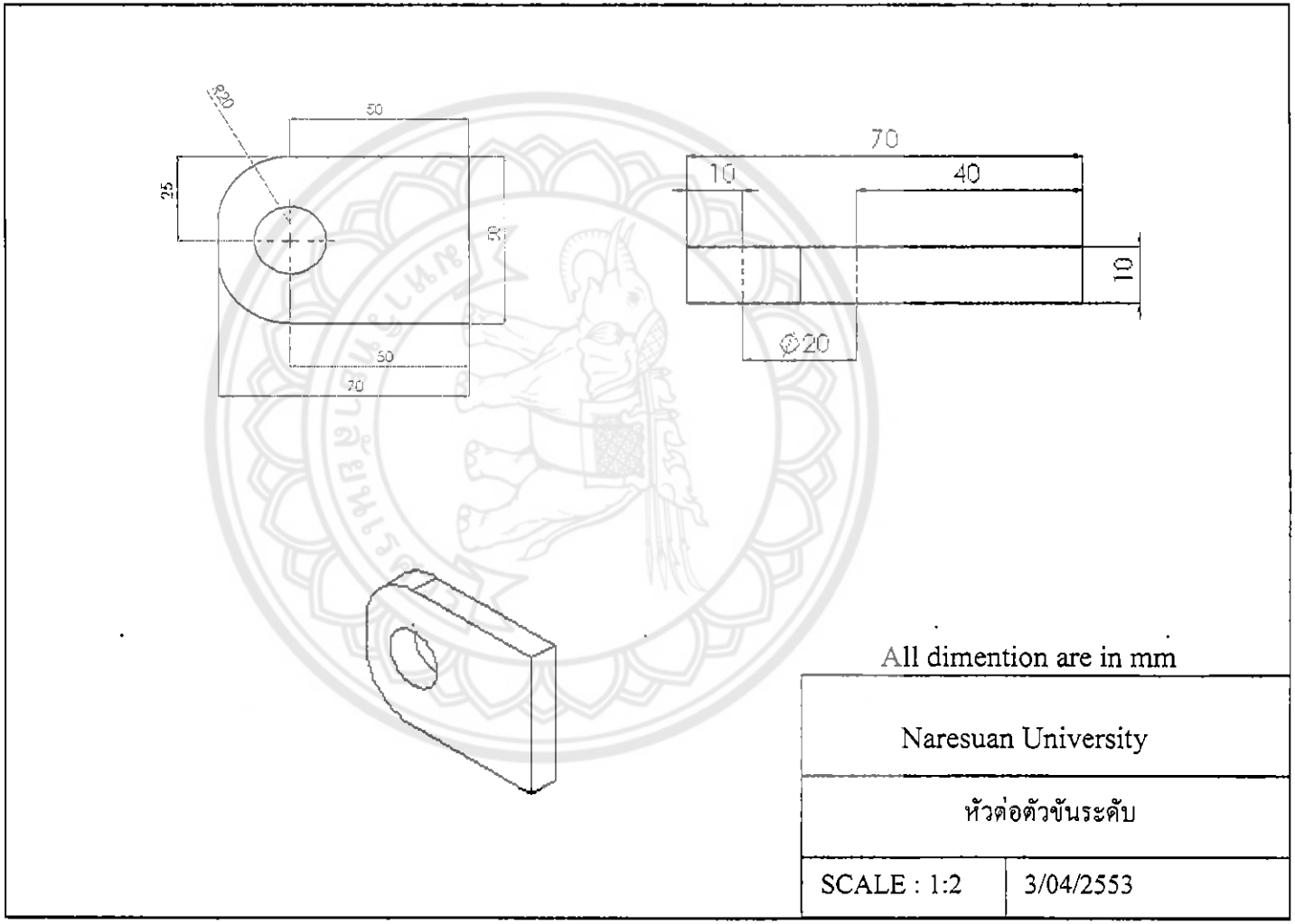
รูปที่ ค.16 ตัวยึดโครงใบแถก



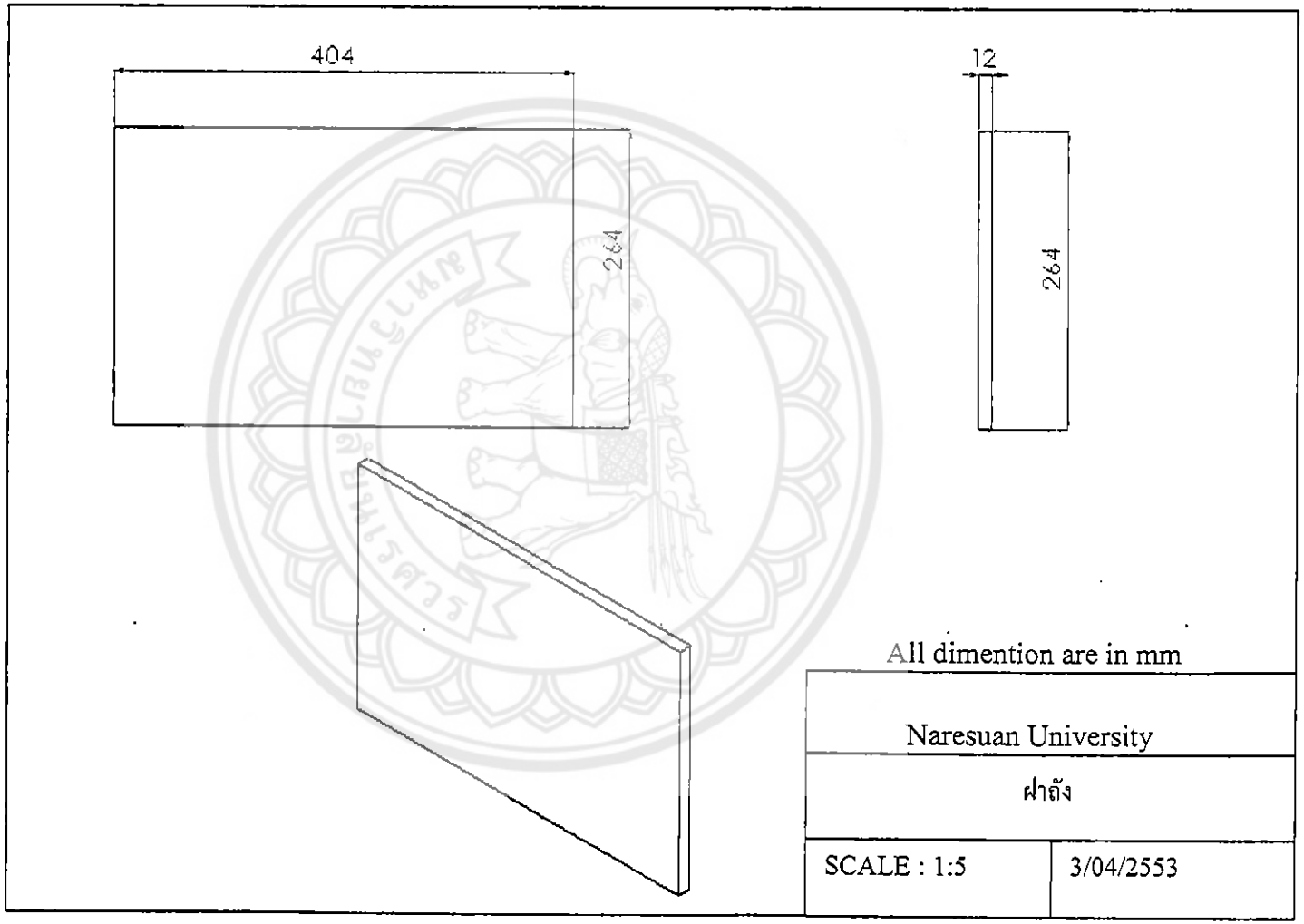
รูปที่ ค.17 ตัวต่อสลักกับคาน



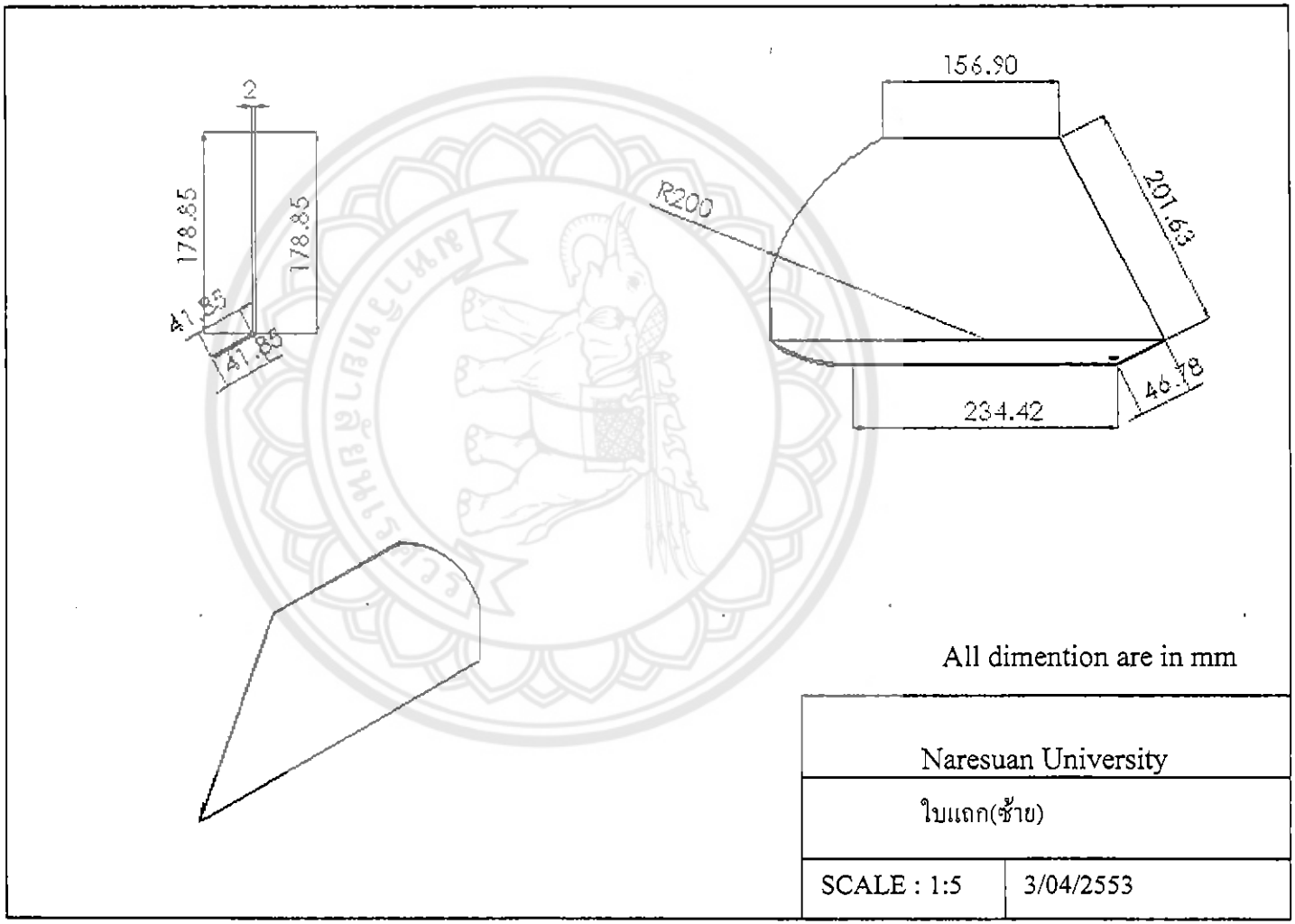
รูปที่ ค.18 ใบแถก(ขวา)



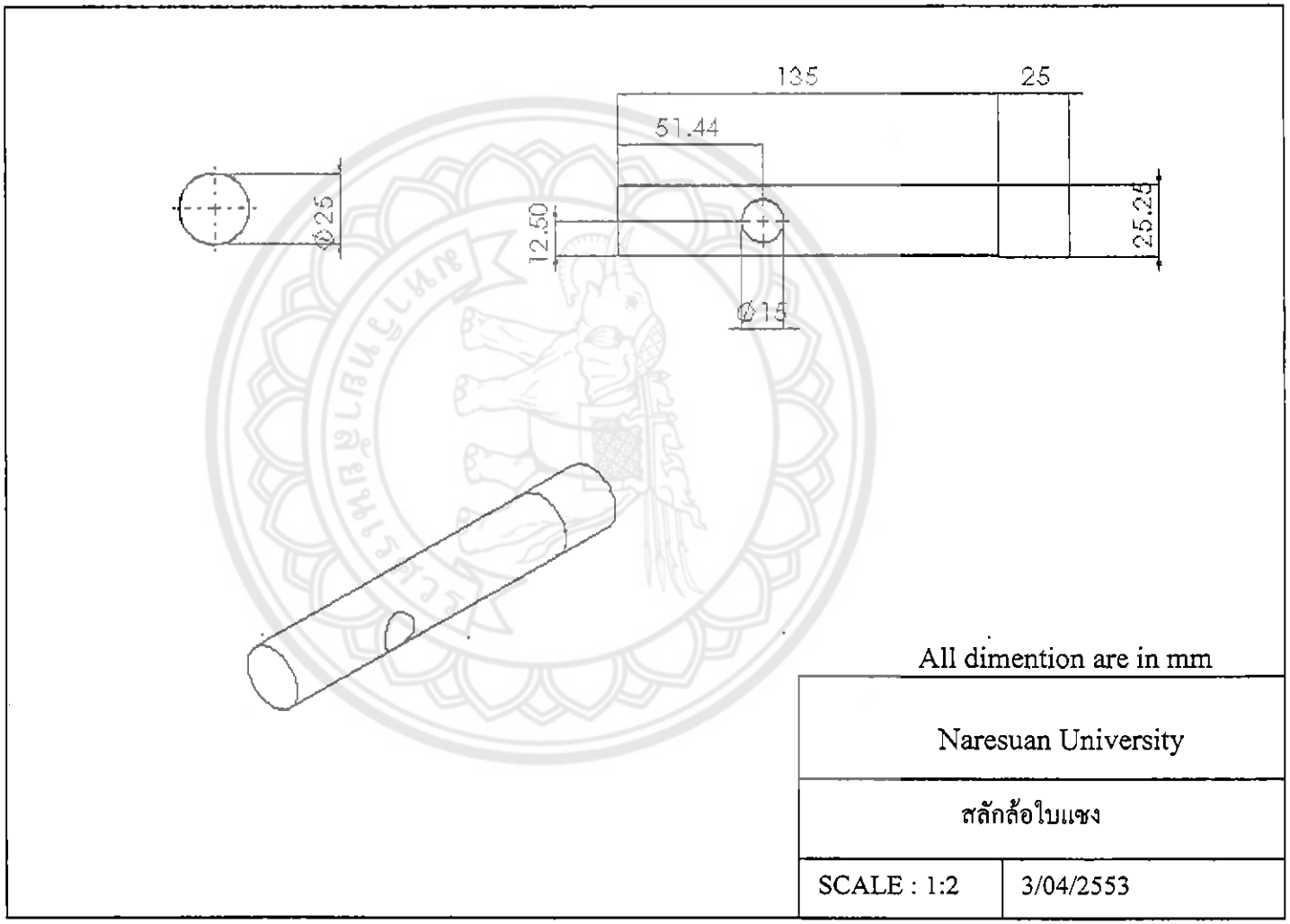
รูปที่ ค.19 หัวต่อตัวขันระดับ


404
264
12
264
All dimention are in mm
Naresuan University
ฝาถัง
SCALE : 1:5
3/04/2553

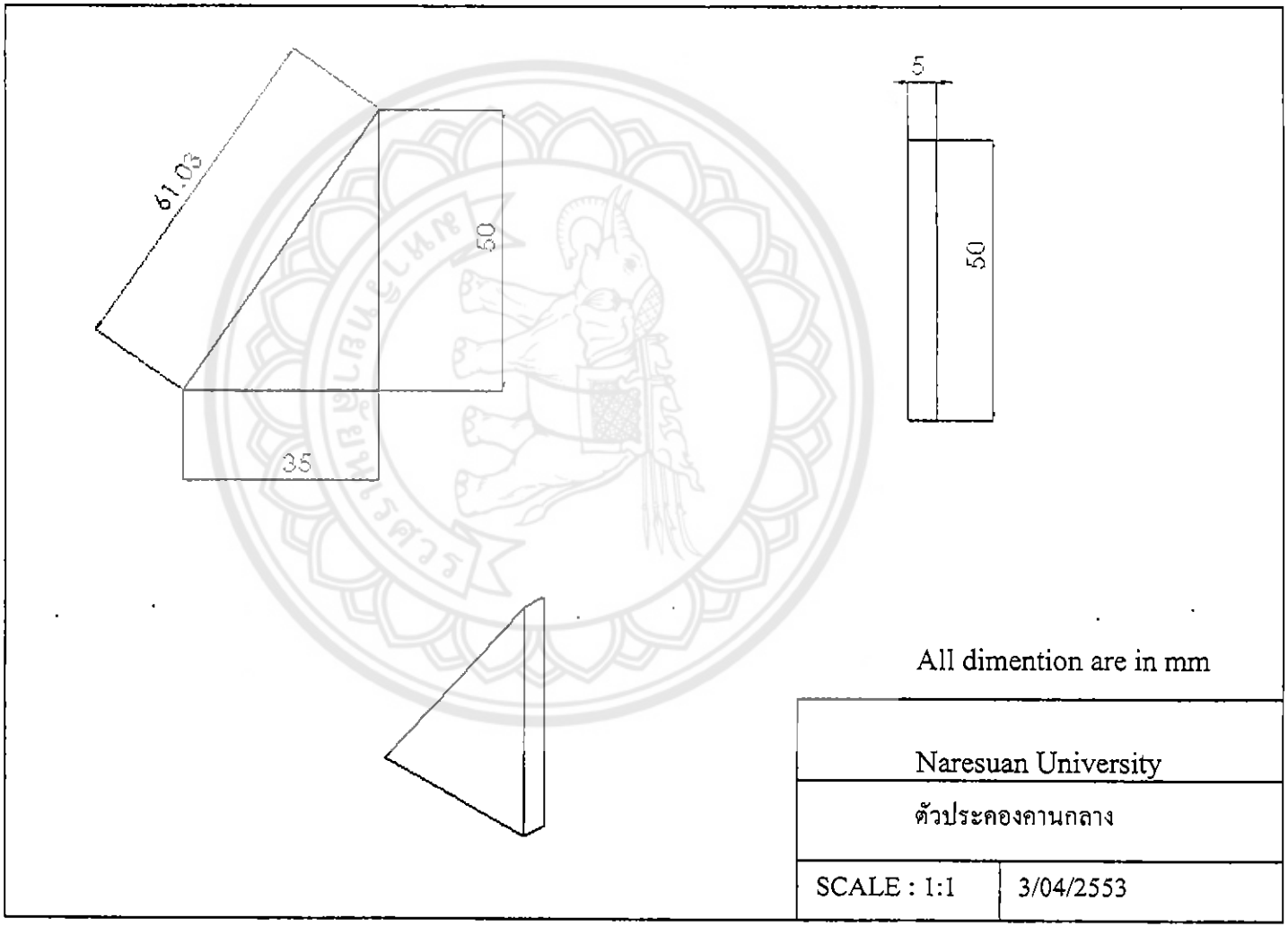
รูปที่ ค.20 ฝาถัง



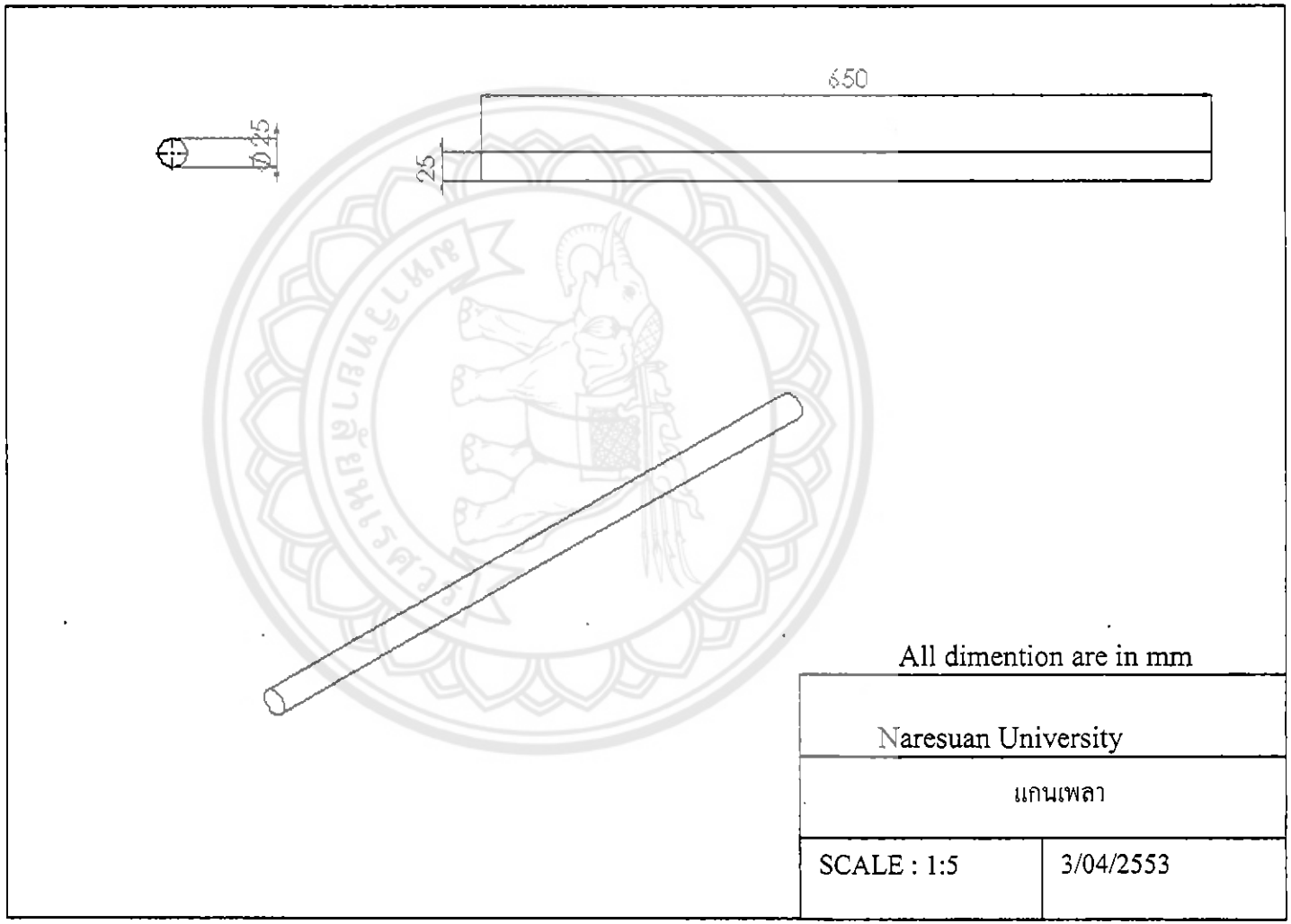
รูปที่ ค.21 ใบแถก(ซ้าย)



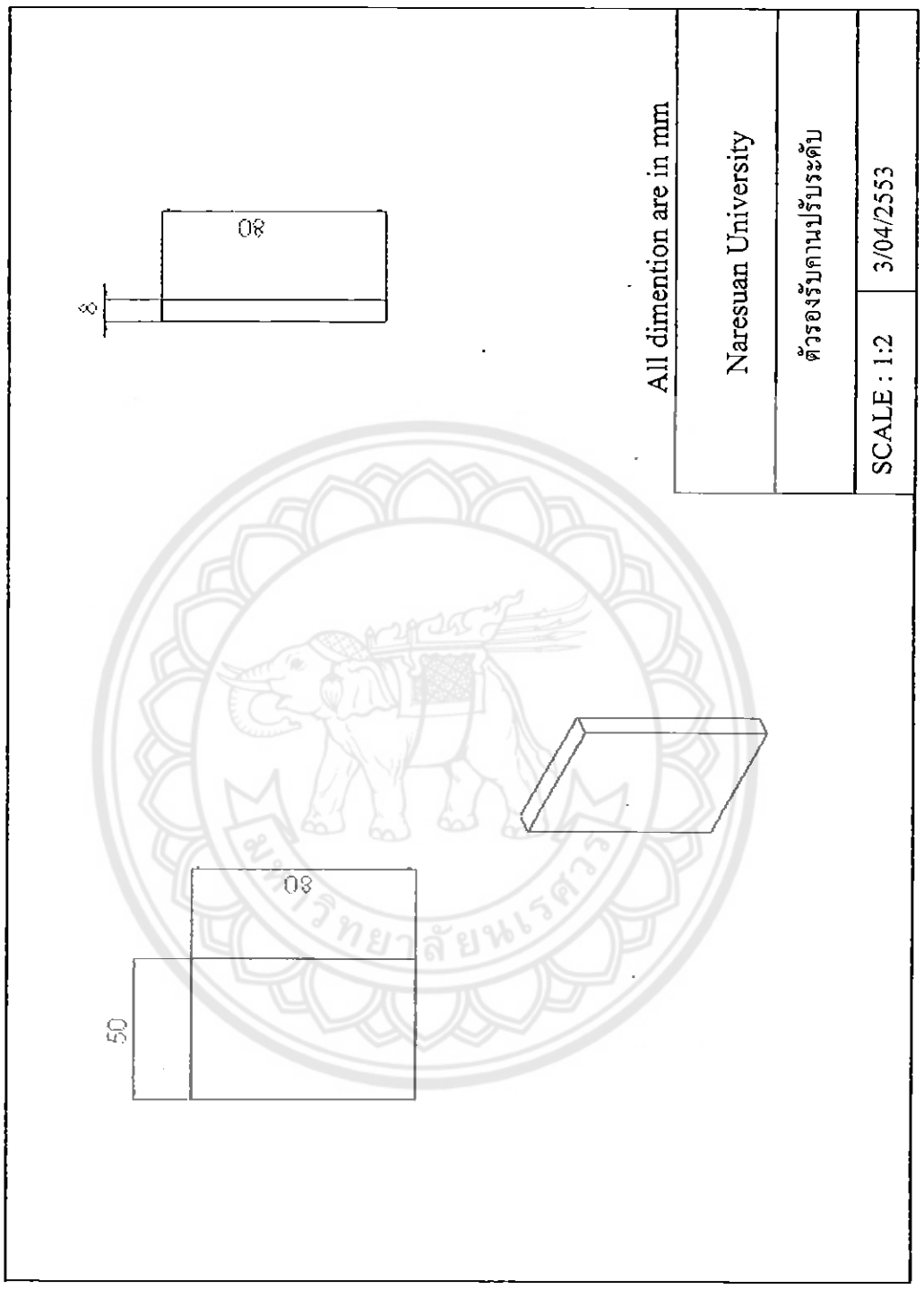
รูปที่ ค.22 สลักล้อใบแซง



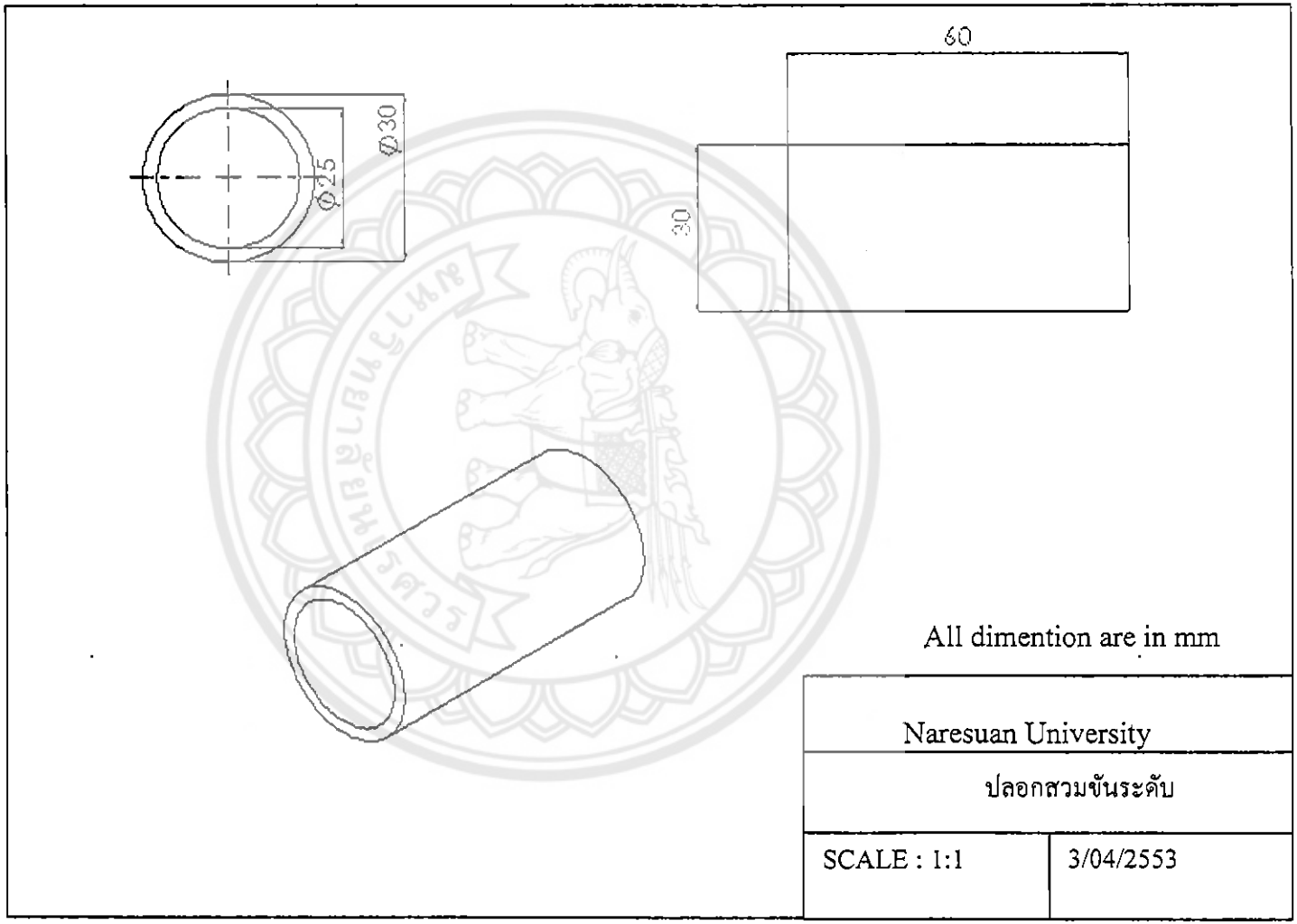
รูปที่ ค.23 ตัวประคองคานกลาง



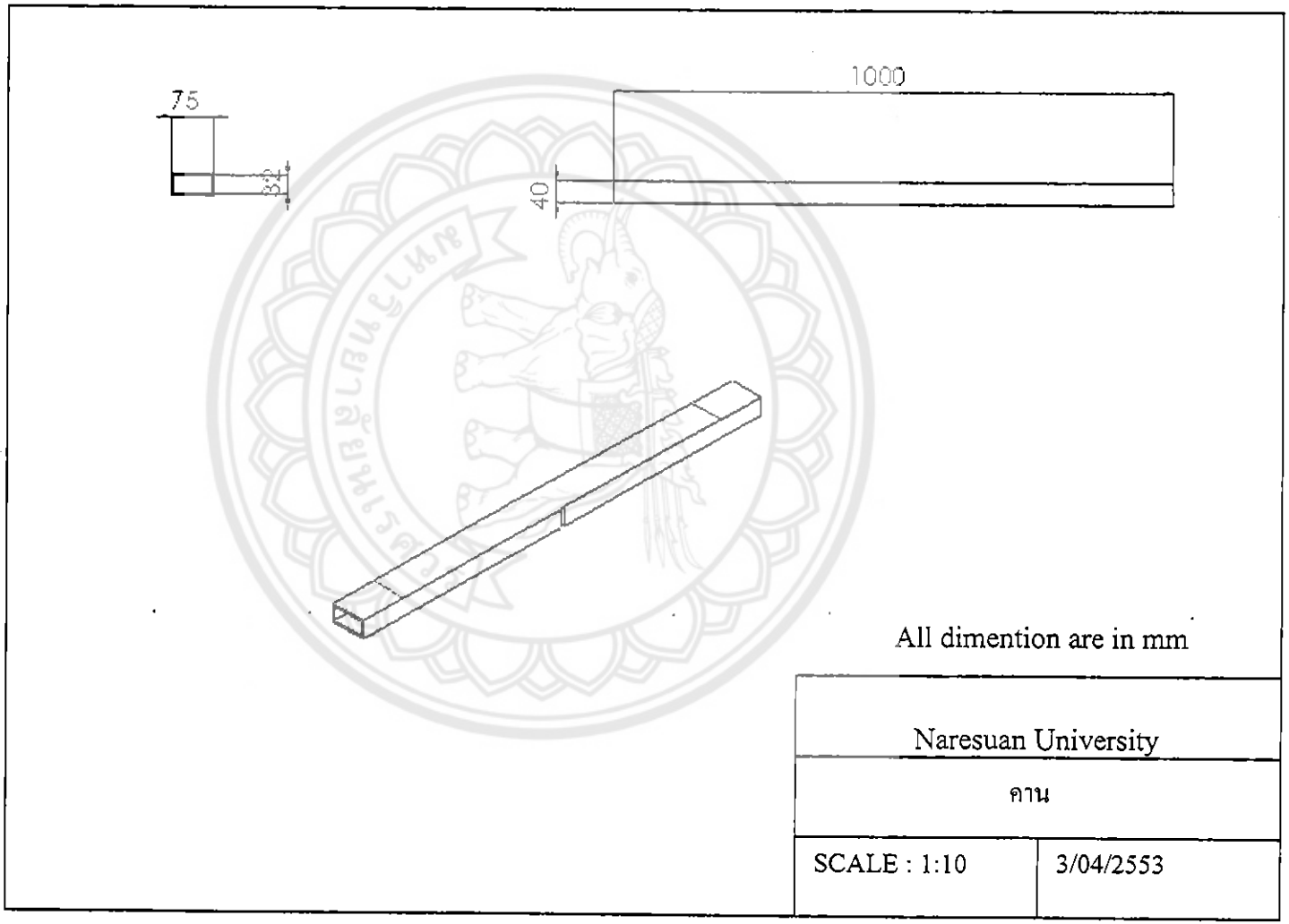
รูปที่ ค.24 แกนเพลา



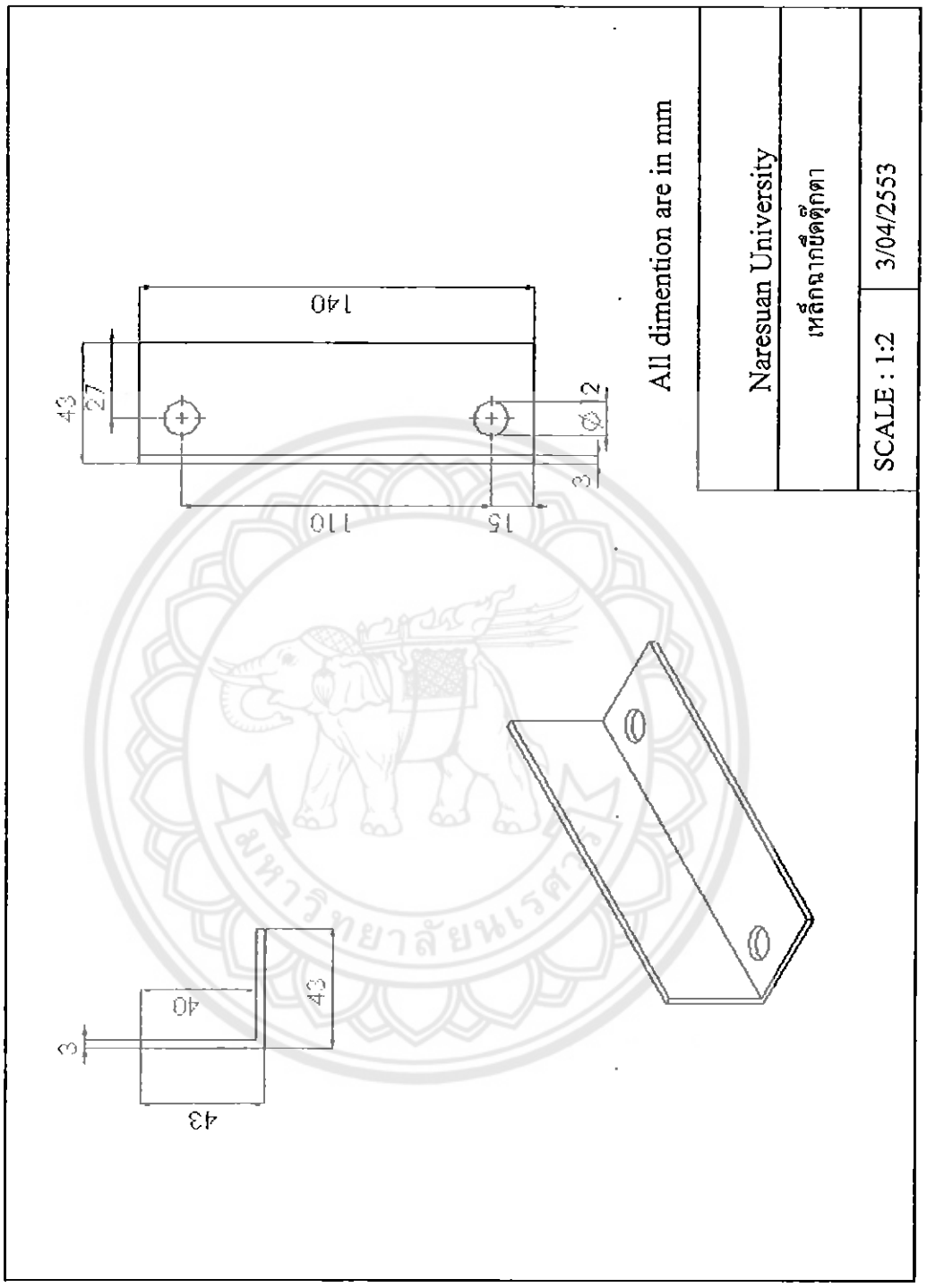
รูปที่ ค.25 ตัวรองรับคานปรับ



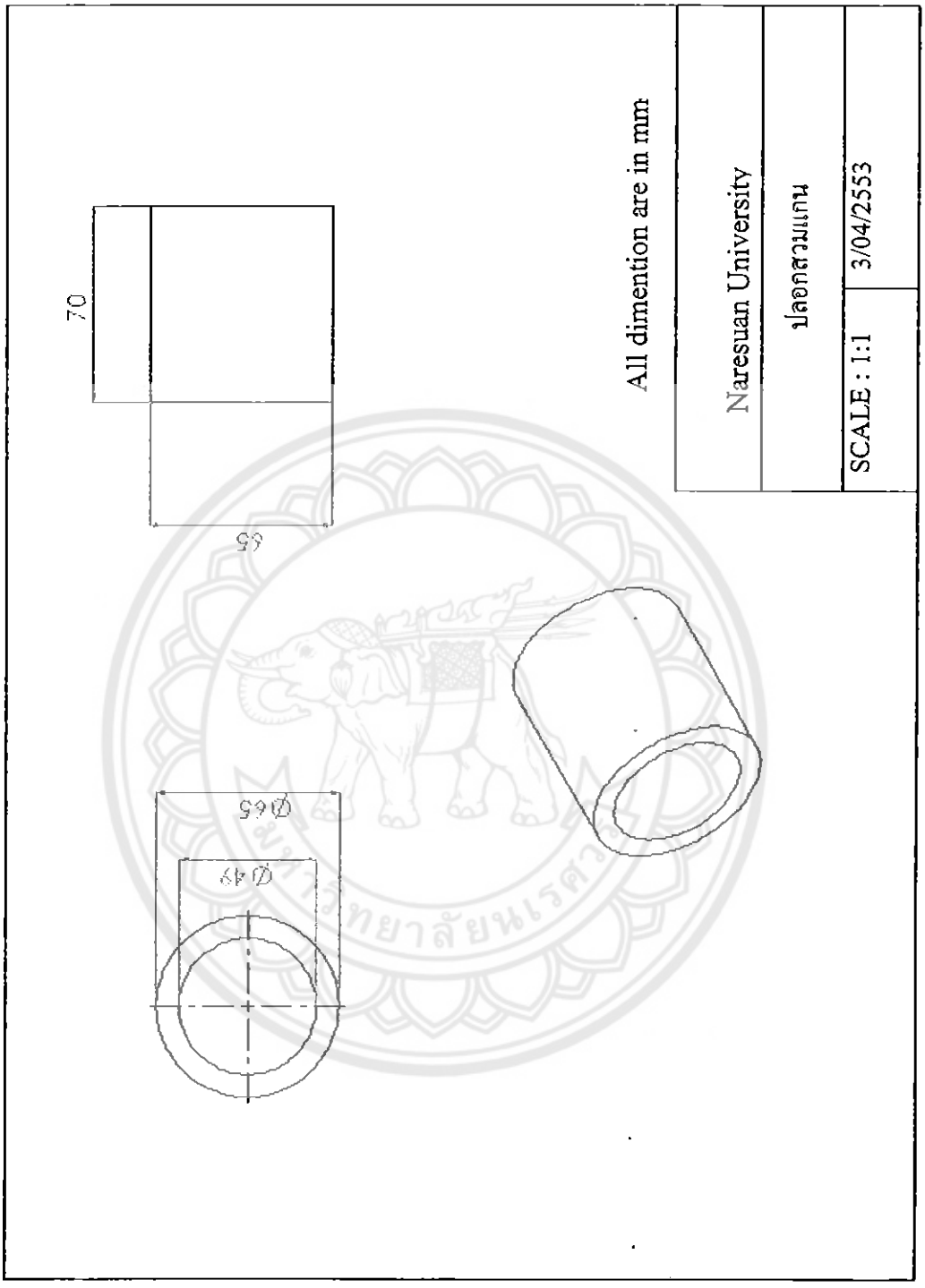
รูปที่ ค.26 ปลอกสวมขันระดับ


75
1000
40
All dimention are in mm
Naresuan University
คาน
SCALE : 1:10
3/04/2553

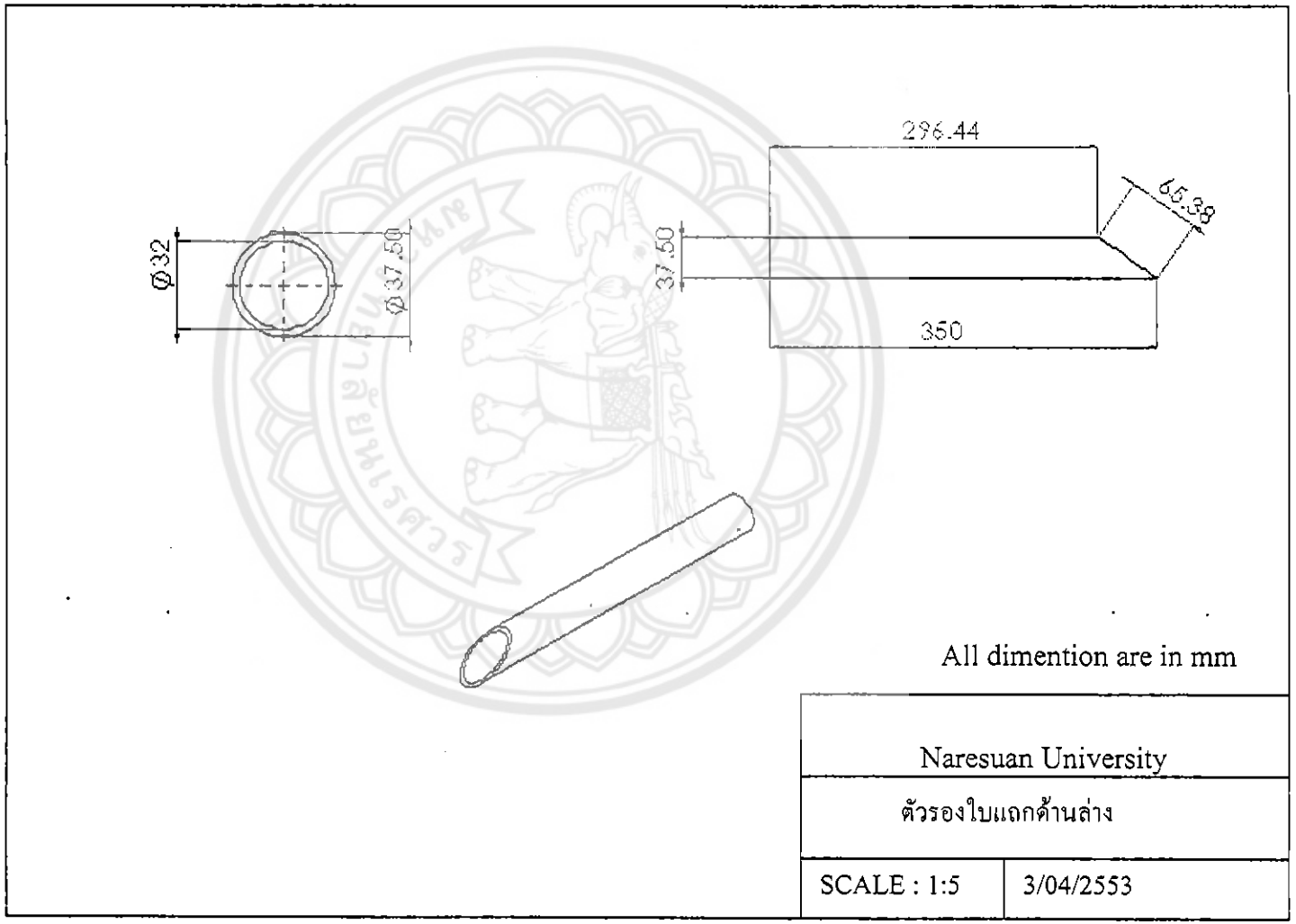
รูปที่ ค.27 คาน



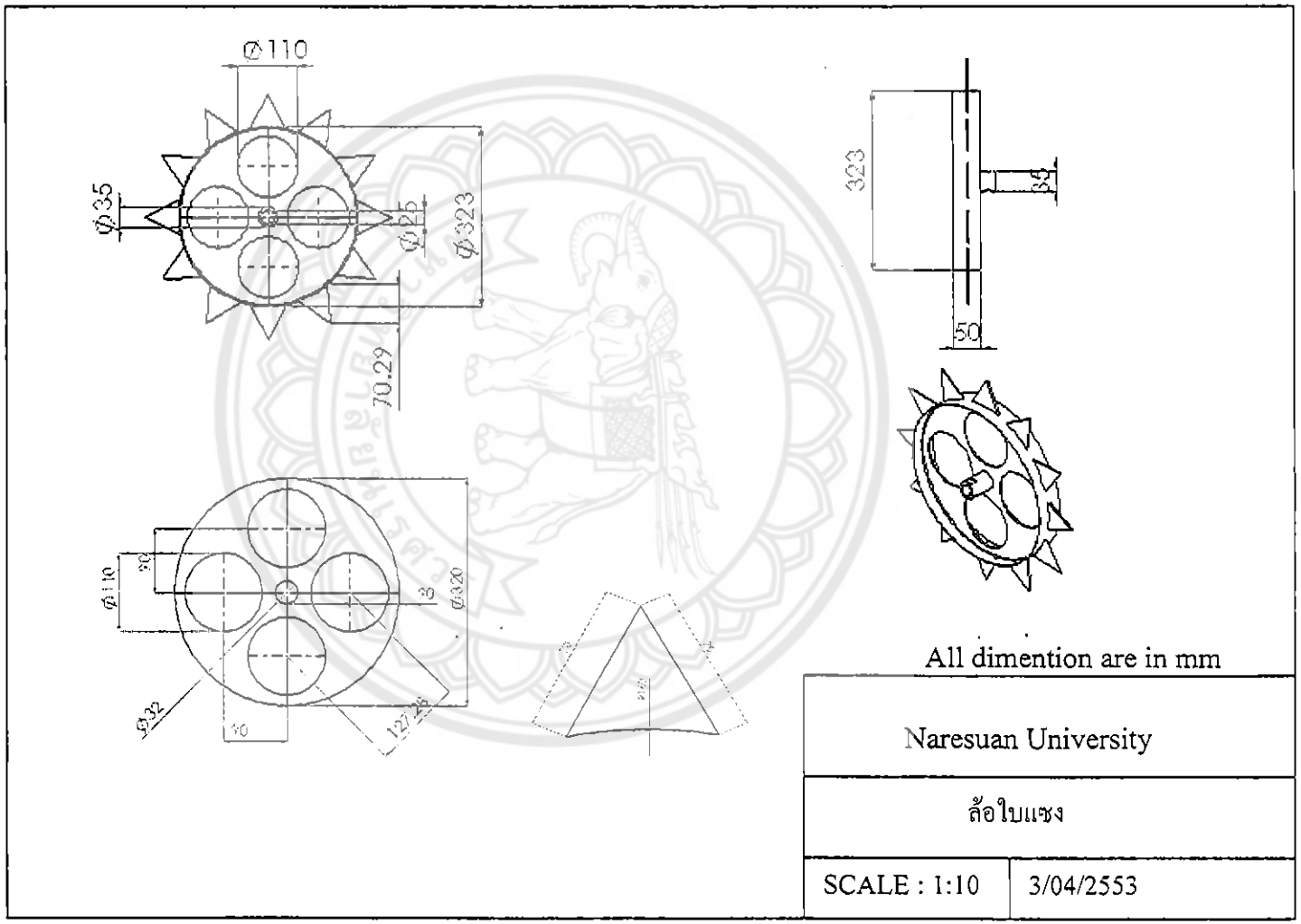
รูปที่ ค.28 เหล็กฉากยึดตู้ตา



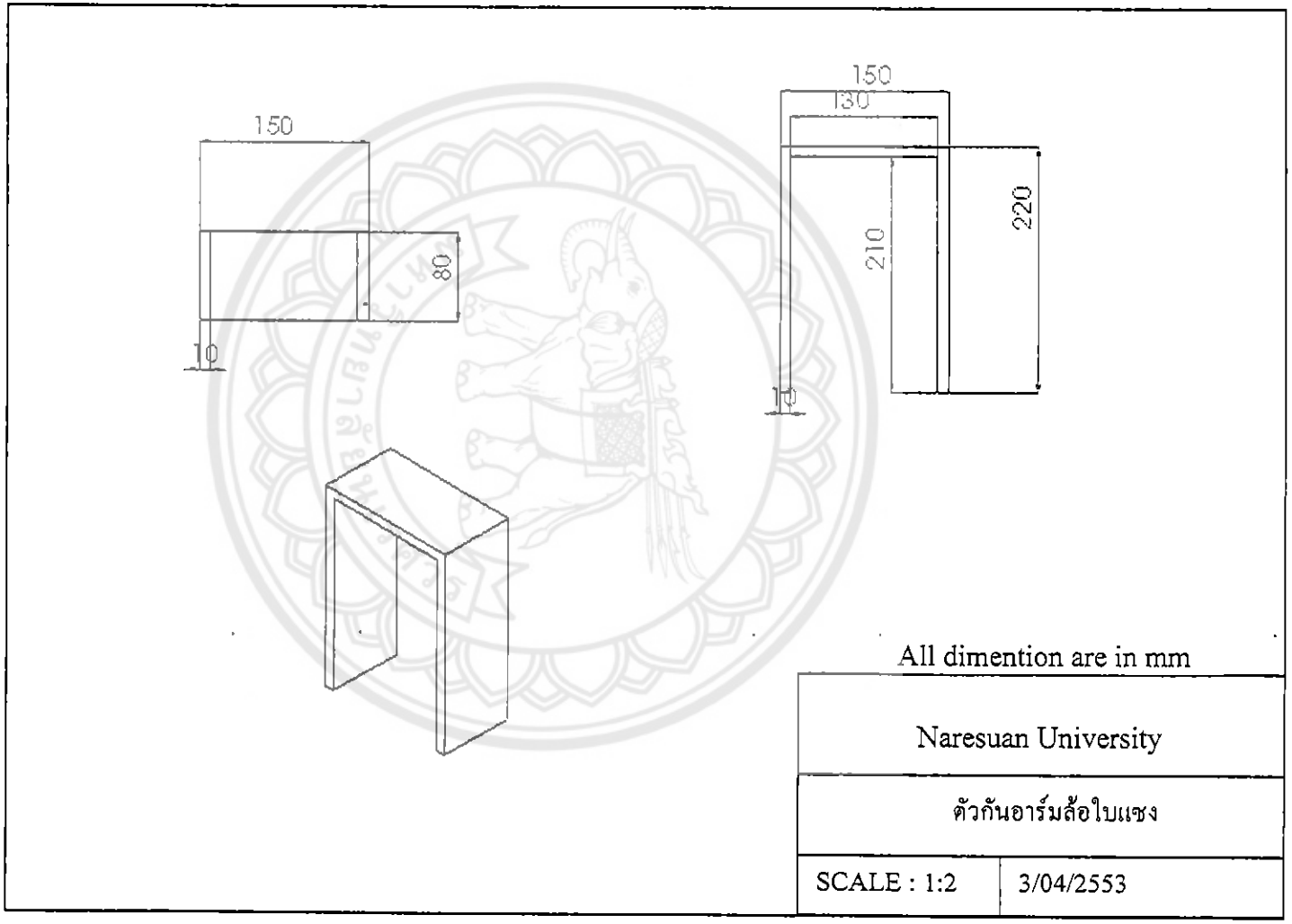
รูปที่ ค.29 ปลอกสวมแกน



รูปที่ ค.30 ตัวรองใบแถกด้านล่าง



รูปที่ ค.31 ล้อใบแซง



รูปที่ ค.32 ตัวกันอาร์มล้อใบแซง