

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ตลับเมตร(0-5 เมตร)
2. นาฬิกาจับเวลา
3. เกจวัดแรงดันน้ำมันไฮดรอลิก
4. เวอร์เนียคาลิเปอร์
5. เครื่อง Universal Testing Machine (UTM) ยี่ห้อ INSTRON
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ OHAUS ขนาด 4,100 กรัม
7. ตู้อบ ยี่ห้อ MEMMERT
8. กล้องถ่ายภาพ ยี่ห้อ SONY รุ่น MVC-CD 300
9. ปากกาเขียนถาวร
10. ทางใบปาล์มน้ำมัน
11. เครื่องตัดทางใบปาล์มน้ำมันระบบไฮดรอลิก

### วิธีการ

ประกอบด้วย ขั้นตอนการดำเนินงานได้แก่ การออกแบบ การสร้าง การทดสอบเครื่องที่ พัฒนาระดับห้องปฏิบัติการ การทดสอบเครื่องที่ผลิตโดยโรงงาน การทดสอบการใช้เครื่องโดย เกษตรกร และประเมินผลเชิงวิศวกรรม และเศรษฐศาสตร์

## การออกแบบ

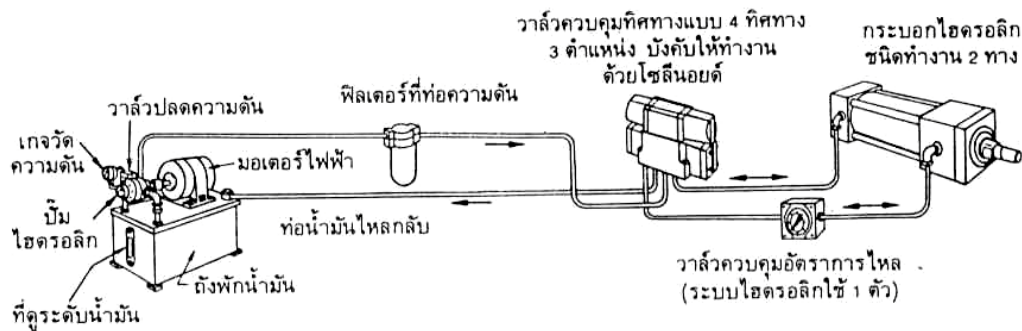
### ข้อกำหนดในการออกแบบ

1. เครื่องตัดทางใบปาล์มระบบไฮดรอลิก ต้องสามารถตัดทางใบปาล์มน้ำมันที่แนวตัดปกติได้
2. เครื่องตัดทางใบปาล์มระบบไฮดรอลิก ควรมีกลไกที่ไม่ซับซ้อนมาก สามารถบำรุงรักษาได้ง่ายและปลอดภัย
3. สามารถเคลื่อนย้ายภายในสวนปาล์มน้ำมันได้สะดวก และมีน้ำหนักเบา

เครื่องมือตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมันที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบันคือใบมีดที่มีรูปร่างเหมือนเคียว ภาพที่ 3 (ก) ทำจากเหล็กกล้าอะไหล่ S45C ตีขึ้นรูปเป็นรูปเคียวและชุบแข็งทั้งใบ นำเข้าจากมาเลเซีย ราคา 500 บาท มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี (บันทึก, 2544) ยึดติดกับด้ามไม้ไผ่หรือท่อโลหะน้ำหนักรวมประมาณ 4.8-6 กิโลกรัม ทำการตัดแต่งโดยสอดใบมีดเข้าที่โคนทางใบปาล์มให้ชิดลำต้นมากที่สุดเท่าที่ทำได้แล้วดึงให้ใบมีดเลื่อนจนทางใบปาล์มขาด

เครื่องตัดทางใบปาล์มน้ำมันที่ออกแบบใช้ต้นกำลังด้วยระบบไฮดรอลิก โดยใช้หลักการเดียวกับที่เกษตรกรใช้กันอยู่ โดยใช้ใบมีดที่ทำจากเคียวเกี่ยวปาล์ม(เคียวมาเลเซีย) และเพิ่มเขียงที่ด้านล่างของชุดใบมีดเพื่อบังคับไม่ให้ทางใบปาล์มเลื่อนหนีขณะใบมีดเลื่อนลงมาตัดทางใบปาล์ม ต้นกำลังที่ใช้ดึงเลื่อนได้จากกระบอกลไฮดรอลิกโดยมีเหล็กเส้นเป็นตัวต่อระหว่างกลไกการเคลื่อนที่ของชุดใบมีด และกระบอกลไฮดรอลิกได้รับกำลังจากแรงดันน้ำมันที่ปั้มน้ำมันไฮดรอลิกส่งมาให้ โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ที่ใช้แบตเตอรี่ เป็นพลังงาน

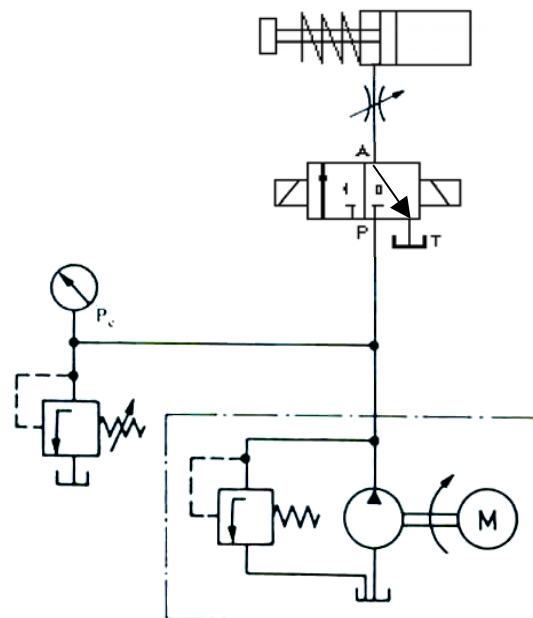
อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานสำหรับระบบไฮดรอลิก ประกอบด้วยอุปกรณ์ต้นกำลัง (เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า), อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน(ถังพักน้ำมัน ใส์กรองน้ำมัน และอุปกรณ์อื่นที่ใช้กับถังพักน้ำมัน), อุปกรณ์สร้างการไหล (ปั้มน้ำมันไฮดรอลิก), อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (วาล์วควบคุมชนิดต่างๆ), อุปกรณ์การทำงาน (กระบอกลไฮดรอลิกหรือมอเตอร์ไฮดรอลิก) และอุปกรณ์ท่อทาง (ท่อน้ำมันไฮดรอลิกชนิดต่างๆ) (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานระบบไฮดรอลิก

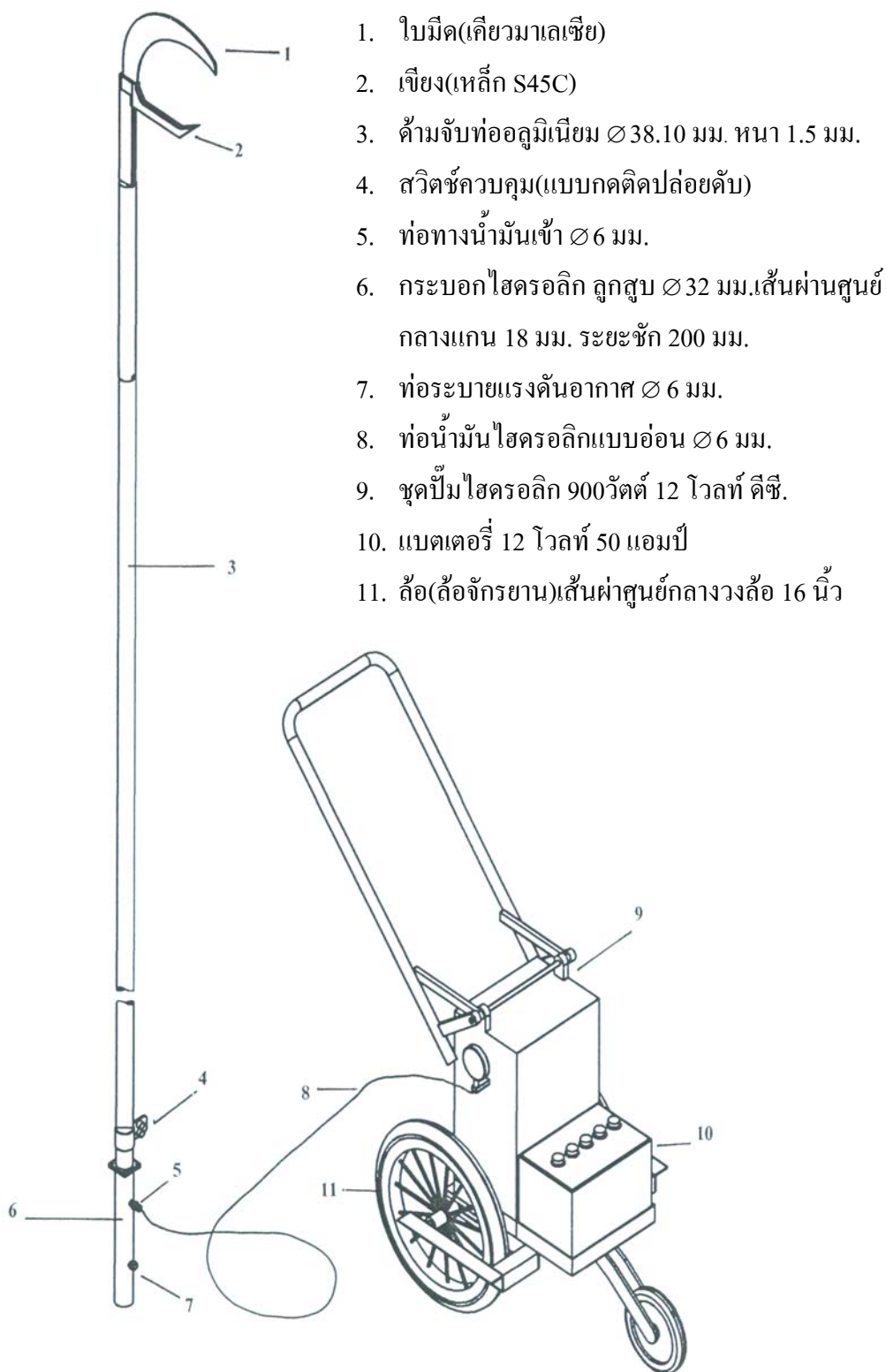
ที่มา: ขวัญชัยและปานเพชร (2539)

จากการหาค่าแรงดึงเงื่อนไขในการตัดทางใบปาล์ม (บัณฑิต, 2544) ได้แรงเงื่อนไข ประมาณ 150 กิโลกรัม นำค่าแรงที่ได้มาคำนวณหา ขนาดกระบอกไฮดรอลิกที่สามารถสร้างแรงดึงที่ต้องการได้ เพื่อที่จะได้กำหนดขนาดของปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกและกำลังมอเตอร์

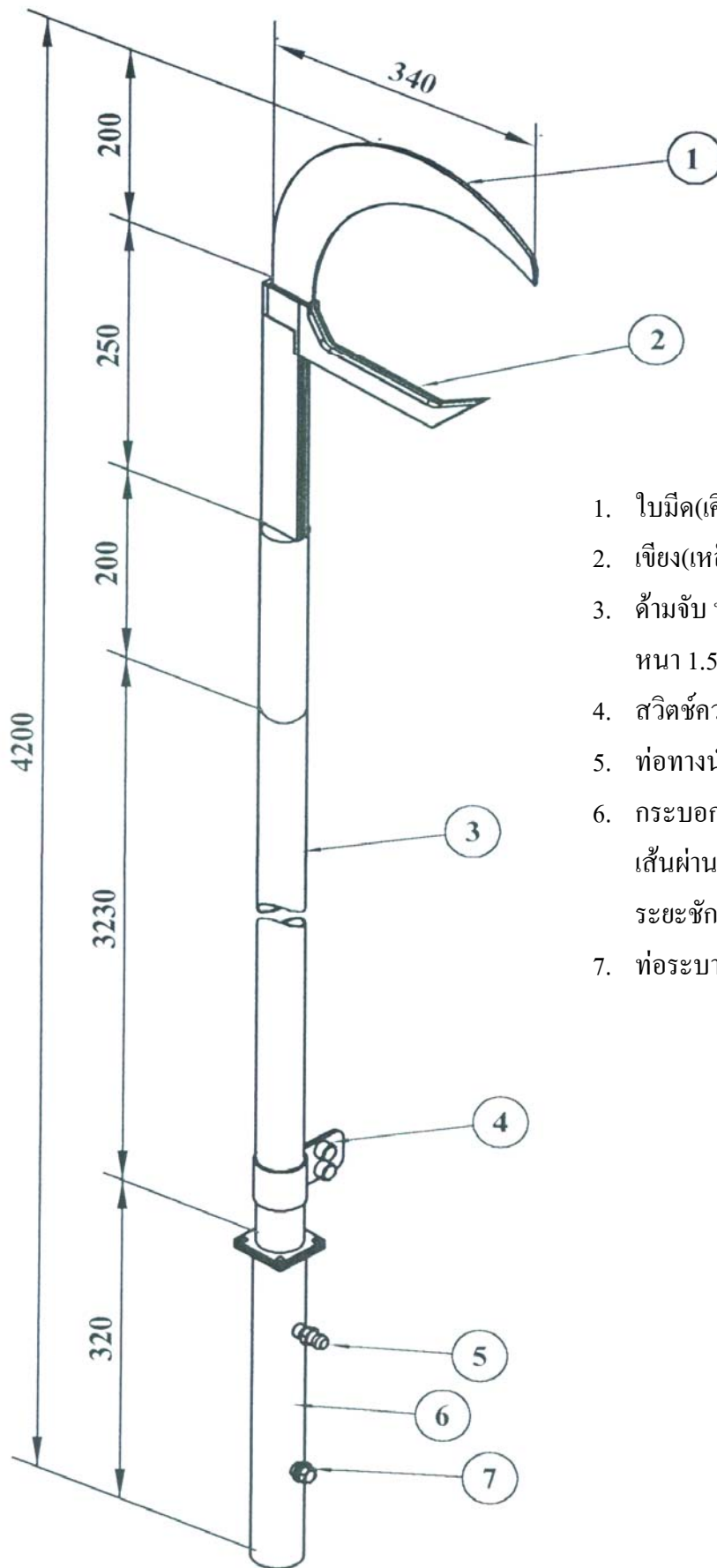


ภาพที่ 9 วงจรไฮดรอลิกของเครื่องตัดทางใบปาล์ม

สำหรับด้ามเลือกเป็นอลูมิเนียมเนื่องจากมีน้ำหนักเบาโดยเลือกขนาดที่เหมาะสมมือและสามารถบรรจุกลไกในการดึงใบมีดไว้ข้างในได้หมด



ภาพที่ 10 แบบเครื่องตัดทางใบปาล์มน้ำมันระบบไฮดรอลิก



1. ใบมีด(เคียวมาเลเซีย)
2. เจียง(เหล็ก S45C)
3. ค้ำจับ ท่ออลูมิเนียม  $\varnothing 38.10$  มม.  
หนา 1.5 มม.
4. สวิตช์ควบคุม(แบบกดติดปล่อยดับ)
5. ท่อทางน้ำมันเข้า  $\varnothing 6$  มม.
6. ครอบไฮดรอลิก ลูกสูบ  $\varnothing 32$  มม.  
เส้นผ่านศูนย์กลางแกน 18 มม.  
ระยะชัก 200 มม.
7. ท่อระบายแรงดันอากาศ  $\varnothing 6$  มม.

ภาพที่ 11 ภาพตัดย่อส่วนเครื่องตัดทางใบปาล์มน้ำมัน

### การพัฒนาเครื่องต้นแบบระดับห้องปฏิบัติการ

หลังจากดำเนินการสร้างเครื่องต้นแบบแล้ว ทำการทดสอบและประเมินผลโดยทำการตัดทางใบปาล์มที่ บริษัท สุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี โดยเลือกต้นปาล์มที่อายุ 6-8 ปี สูง 3-7 เมตร พื้นที่ประมาณ 2 ไร่ทำการทดสอบเครื่องตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมันโดยนำเครื่องเข้าตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมันและบันทึกผลทดสอบดังนี้

1. บันทึกเวลาการตัดต่อทางใบเป็นวินาทีโดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่เริ่มนำเครื่องฯเข้าตัดทางใบจนทางใบขาด จำนวนครั้งการตัดให้ขาดและลักษณะรอยแผลที่เกิดจากการตัด
2. บันทึกเวลาการตัด เวลารวมตลอดการทดลอง (เวลาการตัดแบบต่อเนื่อง)
3. บันทึกเวลาในการหยุดซ่อมเครื่องฯ และจำนวนครั้งการหยุดซ่อมเครื่องฯ
4. บันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวขณะทำการทดสอบ
5. สุ่มวัดความกว้างและสูงของรอยแผลที่ตัด
6. สุ่มเก็บตัวอย่าง เพื่อหาค่าความชื้นของทางใบ
7. สำนวณความสึกหรอของใบมีดและชุดถ่ายทอดกำลัง
8. ทำการตัดแต่งทางใบโดยใช้เลื่อยที่คนงานใช้ตัดเป็นประจำเพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องตัดทางใบปาล์มน้ำมัน และบันทึกเวลาตัดรวม จำนวนทางใบและจำนวนต้นที่ตัด
9. ส่งใบมีดตัด (เกี่ยวมาเลเซีย) ไปให้ห้องปฏิบัติการวัสดุวิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตรวจสอบคุณภาพใบมีด

### การพัฒนาเครื่องต้นแบบที่ผลิตโดยโรงงาน

หลังจากดำเนินการสร้างเครื่องต้นแบบที่ผลิตโดยโรงงานแล้ว ทำการทดสอบและประเมินผลโดยทำการตัดทางใบปาล์มที่ บริษัท สุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี โดยเลือกต้นปาล์มที่อายุ 6-10 ปี สูง 3-7 เมตร พื้นที่ประมาณ 2 ไร่ทำการทดสอบเครื่องตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมัน โดยนำเครื่องเข้าตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมันและบันทึกผลทดสอบดังนี้

1. บันทึกเวลาการตัดต่อทางใบเป็นวินาที โดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่เริ่มนำเครื่องฯ เข้าตัดทางใบ จนทางใบขาด จำนวนครั้งการตัดให้ขาดและลักษณะรอยแผลที่เกิดจากการตัด
2. บันทึกเวลาการตัด เวลารวมตลอดการทดลอง (เวลาการตัดแบบต่อเนื่อง)
3. บันทึกเวลาในการหยุดซ่อมเครื่องฯ และจำนวนครั้งการหยุดซ่อมเครื่องฯ
4. บันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวขณะทำการทดสอบ
5. สุ่มวัดความกว้างและสูงของรอยแผลที่ตัด
6. สุ่มเก็บตัวอย่าง เพื่อหาค่าความชื้นของทางใบ
7. ดำรวจความลึกหรือของใบมีดและชุดถ่ายทอดกำลัง

### การทดสอบเครื่องต้นแบบที่ผลิตโดยโรงงานโดยเกษตรกรและประเมินผล

หลังจากดำเนินการปรับปรุงเครื่องต้นแบบที่ผลิตโดยโรงงานแล้ว ทำการฝึกอบรมเกษตรกรใช้เครื่องฯ และให้เกษตรกรทดสอบเครื่องต้นแบบ และประเมินผล โดยสอนวิธีการใช้เครื่องฯ(ภาคผนวก จ.) พร้อมทั้งสาธิตการใช้เครื่องฯโดยผู้ใช้ที่ชำนาญการใช้เครื่องฯ และให้เกษตรกรทดลองใช้เครื่องฯตัดทางใบคนละ10 ทางใบ จำนวน 3 คน แล้วทำการประเมินผลโดยให้เกษตรกรทดลองตัดอีกคนละ 20 ทางใบ จำนวน 3 คน และบันทึกผลดังนี้(ทำการทดสอบและประเมินผลโดยทำการตัดทางใบปาล์มที่ บริษัท สุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี โดยเลือกต้นปาล์มที่อายุ 6-10 ปี สูง 3-7 เมตร พื้นที่ประมาณ 2 ไร่)

1. บันทึกเวลาการตัดต่อทางใบเวลาเป็นวินาที โดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่เริ่มนำเครื่องฯเข้าตัดทางใบจนทางใบขาด จำนวนครั้งการตัดให้ขาดและลักษณะรอยแผลที่เกิดจากการตัด
2. บันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวขณะทำการทดสอบ
3. สุ่มวัดความกว้างและสูงของรอยแผลที่ตัด
4. สุ่มเก็บตัวอย่าง เพื่อหาค่าความชื้นของทางใบ
5. สำนวณความสึกหรอของใบมีดและชุดถ่ายทอดกำลัง
6. ให้เกษตรกรกรอกแบบสอบถาม

### การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ครอบคลุมการหาต้นทุนค่าใช้จ่าย ระยะเวลาคืนทุน และจุดคุ้มทุน ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตร คำนวณได้จาก ต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนผันแปร (Variable cost) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (Hunt, 1995)

#### 1. ต้นทุนคงที่ (Fixed cost)

- 1.1 ค่าเสื่อมราคา (Depreciation, DP) คิดค่าเสื่อมราคา แบบ Straight-line method

$$DP = (P-S) / L \quad (13)$$

โดยที่ P คือ ราคาซื้อของเครื่องจักร(บาท)

S คือ ราคาขายหรือราคาคงเหลือเมื่อเครื่องจักรหมดอายุ(บาท)

L คือ อายุการใช้งานของเครื่อง(ปี)

มูลค่าซากของเครื่องเมื่อสิ้นปีที่ 10 เหลือ 10 % ของราคาเครื่องที่ทำการประเมิน

## 1.2 ดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาส (Interest on investment, I)

$$I = \left( \frac{P+S}{2} \right) * \left( \frac{i}{100} \right) \quad (14)$$

โดยที่  $i$  คือ อัตราดอกเบี้ยต่อปี(เปอร์เซ็นต์)

## 2. ต้นทุนผันแปร (Variable cost)

### 2.1 ค่าบำรุงรักษา ( Repair and Maintenance )

### 2.2 ค่าไฟฟ้า

### 2.3 ค่าจ้างแรงงาน

## 3. ระยะเวลาการคืนทุน

ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องจะลดลง เมื่อวันทำงานต่อปีเพิ่มขึ้น

ต้นทุนผันแปร คือ ค่าผลรวมของค่าซ่อมแซม บำรุงรักษา ค่าไฟฟ้าและ ค่าจ้างแรงงาน

ต้นทุนรวม คือ ต้นทุนผันแปรรวมกับดอกเบี้ย

ผลประโยชน์ที่ได้รับ คัดจากอัตราค่าจ้างในการตัดทางใบปลั๊กน้ำมันคูณกับชั่วโมงการทำงานต่อปี

ผลประโยชน์สุทธิ คือ ผลต่างระหว่างผลประโยชน์ที่ได้รับ กับต้นทุนรวม

ระยะเวลาคืนทุน คือ ผลหารระหว่างราคาซื้อเครื่องกับผลประโยชน์สุทธิ

#### 4. การใช้งานค้ำคูณ

การใช้งานค้ำคูณ = ค่าใช้จ่ายคงที่ / (อัตราค่าจ้าง - ค่าใช้จ่ายในการทำงาน)

#### สถานที่ทำการวิจัย

ดำเนินการออกแบบ สร้าง และทดสอบเบื้องต้น ณ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัด นครปฐม และสร้างเครื่องต้นแบบที่ผลิตโดยโรงงาน บริษัท จักรवालคาร์เซ็นเตอร์ จำกัด อำเภอ วังน้อย จังหวัด พระนครศรีอยุธยา

ดำเนินการทดสอบภาคสนาม ณ บริษัท สุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด อำเภอ หนองใหญ่ จังหวัด ชลบุรี

#### ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาการวิจัยตั้งแต่ 16 สิงหาคม 2545-15 กุมภาพันธ์ 2547