

## ผลและวิจารณ์

### ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบ

ผลการทดสอบ เครื่องต้นแบบเบอร์ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, เครื่องต้นแบบที่ผลิตโดยโรงงาน และการทดสอบเครื่องโดยเกษตรกร ได้ผลดังนี้

#### เครื่องต้นแบบเบอร์ 1

กลไกการตัดเป็นแบบกรรไกร ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิก (ภาพที่ 12 และ 13) ประกอบด้วย ด้ามทำจากท่ออลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 38.10 มม. หนา 3 มม. ยาว 3 เมตร ชุดใบมีดใช้เล็วมาเลเซีย สองใบติดตั้งในลักษณะเหมือนกรรไกร แกนเหล็กถ่ายทอดกำลังทำจากเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. ชุดกระบอกไฮดรอลิกเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายใน 30 มม. เส้นผ่านศูนย์กลางแกน 16 มม. ระยะชัก 125 มม. รับแรงดันสูงสุด 1,700 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ชุดปั๊มไฮดรอลิก 900 วัตต์ 12 โวลต์ ดีซี ใช้กำลังไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 50 แอมป์ ควบคุมการทำงานด้วยสวิทช์ไฟฟ้าแบบกดติดปล่อยดับ

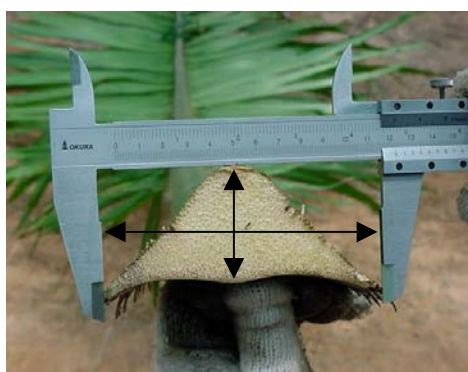


ภาพที่ 12 เครื่องต้นแบบเบอร์ 1



ภาพที่ 13 ชุดปั๊มไฮดรอลิกและด้ามเครื่องต้นแบบเบอร์ 1

เครื่องต้นแบบเบอร์ 1 สามารถตัดทางใบขาดครั้งเดียว 76 % ด้วยเวลาเฉลี่ย 10.5 วินาที/ทางใบ ที่ระยะห่างจากแนวตัดปกติ  $\cong 65.7$  ซม. ขนาดโคนทางใบกว้างเฉลี่ย 89.1 มม. หนาเฉลี่ย 41.8 มม. พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 1,894.2 ตร.มม.(ในการหาพื้นที่หน้าตัดทางใบโดยอนุมานว่ารอยตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมใช้สมการหาพื้นที่สามเหลี่ยมเท่ากับ  $\frac{1}{2} * \text{กว้าง} * \text{หนา}$ ) (ภาพที่ 14) มีปัญหาหลายประการที่ต้องแก้ไข ปรับปรุงให้เครื่องมีประสิทธิภาพ และขีดความสามารถดีขึ้น



ภาพที่ 14 การวัดความกว้าง(แนวนอน)และสูง(แนวตั้ง)รอยแผลที่ตัดทางใบปาล์ม

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการตัดทางใบปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องต้นแบบเบอร์ 1

ค่าต่าง ๆ	เวลาตัด (วินาที/ทางใบ)	ขนาดทางใบ			ความสูง จากพื้นถึง รอยตัด(ม.)	จำนวนครั้ง ของการตัดต่อ ทางใบปาล์ม
		กว้าง (มม.)	หนา (มม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)		
ค่าเฉลี่ย	10.50	89.10	41.80	1,894.20	4	1.04
SD	4.41	12.08	6.91	607.56	-	-
ค่าน้อยสุด	5.28	68.65	31.75	1,158.88	3	1
ค่ามากที่สุด	23.82	130.00	67.65	2,297.57	5	2

หมายเหตุ จำนวนการตัด 25 ทางใบ ต้นปาล์มอายุ 6-8 ปี ความสูงของต้นเฉลี่ย 4 เมตร

## ปัญหา

1. ครอบอกไฮดรอลิกขัดข้องเนื่องจากป็นล๊อคแกนลูกสูบหลุดเนื่องจากหมดอายุ เมื่อทำการซ่อมสามารถใช้งานได้แต่สปริงที่ช่วยในการดันลูกสูบกลับ(ทำให้ใบมีดอ้าออก)ขัดข้อง ต้องใช้มือช่วยในการดันออกในจังหวะอ้าใบมีด(ภาพที่ 15)

2. ตัดทางใบปาล์มไม่ขาด 5 ทางใบเนื่องจากใบมีดล่างเกิดการบิดทำให้คมมีดบนและล่างมีระยะห่างกันทำให้ตัดไม่ขาด(ภาพที่ 16)

3. การตัดแบบกรรไกร ใบมีดล่างเคลื่อนที่จากด้านล่างขึ้นตัดได้ทางใบสู่ด้านบน (ภาพที่ 16) ทำให้มีแรงบีบใบมีดล่างขณะกำลังเคลื่อนที่ขึ้นเข้าตัดทางใบ เมื่อทางใบถูกตัดน้ำหนักของทางใบจะตกลงมาตามสรีระของมัน หลักการตัดของเครื่อง เบอร์ 1 จึงไม่ดีและขัดแย้งกับวิธีการตัดด้วยเคียว



ภาพที่ 15 มือช่วยดันให้ใบมีดอ้าออก



ภาพที่ 16 ใบมีดล่างบิด

## วิธีแก้ไข

ทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นทั้งหมดในเครื่องต้นแบบเบอร์ 1 และสร้างเครื่องต้นแบบเบอร์ 2

## เครื่องต้นแบบเบอร์ 2

เครื่องต้นแบบเบอร์ 2 (ภาพที่ 17) กลไกการตัดเป็นมีด (ทำจากเคียวมาเลเซีย) เคลื่อนที่ลงมาตัดทางใบโดยเขียงอยู่กับที่ ปรับปรุงจากเครื่องต้นแบบเบอร์ 1 อุปกรณ์ต้นกำลังและด้ามใช้ชุดเดิมทั้งหมด เพิ่มเฉพาะกลไกการตัด คือเขียงยึดใบมีด, เขียงคู่ และ ทิศทางการเคลื่อนที่ของใบมีด



ภาพที่ 17 เครื่องต้นแบบเบอร์ 2

เครื่องต้นแบบเบอร์ 2 สามารถตัดทางใบขาดครึ่งเดียว 73.3% ด้วยเวลาเฉลี่ย 9.26 วินาที/ทางใบ ที่ระยะห่างจากแนวตัดปกติ  $\approx$  20-30 ซม. ขนาดโคนทางใบกว้างเฉลี่ย 102.3 มม. หนาเฉลี่ย 45.5 มม. พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 2,336.68 ตร.มม. น้ำหนักเครื่อง 9.26 กิโลกรัม มีปัญหาหลายประการที่ต้องแก้ไข ปรับปรุงให้เครื่องมีประสิทธิภาพ และขีดความสามารถดีขึ้น

### ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการตัดทางปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องต้นแบบเบอร์ 2

ค่าต่าง ๆ	เวลาตัด (วินาที/ทางใบ)	ขนาดทางใบ			ความสูงจากพื้น ถึงรอยตัด(ม.)	จำนวนครั้ง ของการตัดต่อ ทางใบปาล์ม
		กว้าง (มม.)	หนา (มม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)		
ค่าเฉลี่ย	9.26	102.30	45.50	2,336.68	3	1.22
SD	5.21	11.34	4.12	385.49	-	-
ค่าน้อยสุด	2.09	74.70	35.70	1,333.40	-	1
ค่ามากที่สุด	23.13	118.80	51.40	2,970.00	-	3

หมายเหตุ จำนวนการตัด 30 ทางใบ ต้นปาล์มอายุ 6-8 ปี ความสูงของต้น  $\approx$  3 เมตร

## ปัญหา

1. ไบมีดหนีจากแนวเชิงเวลาตัดโดยไม่ตั้งฉากกับทางไบ
2. เชิงลื่นเนื่องจากไม่มีคมทำให้ทางไบลื่นหนีไบมีด
3. สอดไบมีดเข้าตัดทางไบยากเนื่องจากไม่มีที่กันด้านในสุดชุดไบมีด
4. ตัวเชิงมีน้ำหนักมาก (เป็นเหล็กเชิงคู่)

## วิธีแก้ไข

ทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นทั้งหมดในเครื่องต้นแบบเบอร์ 2 และสร้างเครื่องต้นแบบเบอร์ 3

## เครื่องต้นแบบเบอร์ 3

เครื่องต้นแบบเบอร์ 3 (ภาพที่ 18) เครื่องประกอบด้วย กลไกการตัดเป็นมีด (ทำจากเกียวมาเลเซียม) เคลื่อนที่ลงมาตัดทางไบ โดยเชิงอยู่กับที่ ไบมีดบนยึดติดลูกสูบชุปเปอร์เลนต่อกับแกนเหล็กถ่ายทอดกำลังและมีสปริงรองรับด้านล่างลูกสูบ (ช่วยดันให้ไบมีดบนอ้าออก) สำหรับเชิงทำจากเหล็กแผ่นหนา 3 มม. ขึ้นรูปเป็นมีดมีคมด้านเดียว โดยมีเหล็กประคองอีกด้านระยะห่างเท่ากับความหนาของไบมีด ตัวยึดชุดไบมีดทั้งหมดทำจากท่ออลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 38.10 มม. หนา 3 มม. ยาว 350 มม. อุปกรณ์ต้นกำลังและด้ามใช้ชุดเดียวกับ เครื่องต้นแบบเบอร์ 1 และ เครื่องต้นแบบเบอร์ 2



ภาพที่ 18 เครื่องตัดแบบเบอร์ 3

เครื่องตัดแบบเบอร์ 3 สามารถตัดทางใบขาดครั้งเดียว 93.3 % ด้วยเวลาเฉลี่ย 6.9 วินาที/ทางใบ ที่ระยะห่างจากแนวตัดปกติ  $\approx 20-30$  ซม. ขนาดโคนทางใบกว้างเฉลี่ย 100.2 มม. หนาเฉลี่ย 47.1 มม. พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 2,368.55 ตร.มม. น้ำหนักเครื่อง 8.1 กิโลกรัม มีปัญหาหลายประการที่ต้องแก้ไข ปรับปรุงให้เครื่องมีประสิทธิภาพ และเพิ่มความสามารดีขึ้น

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการตัดทางปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องตัดแบบเบอร์ 3

ค่าต่าง ๆ	เวลาตัด (วินาที/ทางใบ)	ขนาดทางใบ			ความสูงจาก พื้นถึงรอยตัด (ม.)	จำนวนครั้ง ของการตัดต่อ ทางใบปาล์ม
		กว้าง (มม.)	หนา (มม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)		
ค่าเฉลี่ย	6.90	100.20	47.10	2,368.55	3	1
SD	4.86	8.59	5.00	388.75	-	-
ค่าน้อยสุด	2.21	83.70	40.00	1,595.94	-	1
ค่ามากที่สุด	25.00	122.00	58.00	3,538.00	-	1

หมายเหตุ จำนวนการตัด 30 ทางใบ ต้นปาล์มอายุ 6-8 ปี ความสูงของต้น  $\approx 3$  เมตร

## ปัญหา

1. การอ้าของใบมีดตัดจากเขียงน้อยเกินไป ทำให้ยากในการสอดใบมีดเข้าตัดทางใบ
2. น้ำหนักยังสูง 8.1 กิโลกรัม
3. ยังใช้คนปฏิบัติงาน 2 คน

## วิธีแก้ไข

ทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นทั้งหมดในเครื่องต้นแบบเบอร์ 3 และสร้างเครื่องต้นแบบเบอร์ 4

### เครื่องต้นแบบเบอร์ 4

เครื่องต้นแบบเบอร์ 4 (ภาพที่ 19) มีกลไกการตัดเหมือนเครื่องต้นแบบเบอร์ 3 สำหรับเขียงทำจากเหล็กแผ่นหนา 3 มม. ขึ้นรูปเป็นมีดมีคมด้านเดียว โดยมีเหล็กแผ่นประกองอีกด้าน โดยมีช่องว่างเท่ากับความหนาของใบมีด โคนเขียงเชื่อมติดกับท่อเหล็กรัศมีด้านบนสุดของชุดใบมีด ดังภาพที่ 19 ช่วยให้เขียงยึดติดแน่นกับคอใบมีดอุปกรณ์ต้นกำลังและด้ามใช้ชุดเดียวกับ เครื่องต้นแบบเบอร์ 3



ภาพที่ 19 เครื่องต้นแบบเบอร์ 4

เครื่องต้นแบบเบอร์ 4 สามารถตัดทางใบขาดครั้งเดียว 100% ด้วยเวลาเฉลี่ย 5.39 วินาที/ทางใบ ที่ระยะห่างจากแนวตัดปกติ 10 ซม. และ เวลาเฉลี่ย 4.38 วินาที/ทางใบ ที่แนวตัดปกติ ขนาดโคนทางใบกว้างเฉลี่ย 108.28 มม. หนา เฉลี่ย 47.41 มม. พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 2,592.19 ตร.มม. (ที่ระยะห่างจากแนวตัดปกติ 10 ซม.) และ ขนาดโคนทางใบกว้างเฉลี่ย 107.92 มม. หนา เฉลี่ย 48.73 มม. พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 2,638.68 ตร.มม.(ที่แนวตัดปกติ) อัตราการทำงานต่อเนื่อง  $\cong$  175 ทางใบต่อชั่วโมง มีปัญหาที่ต้องแก้ไขและ ปรับปรุงให้เครื่องมีประสิทธิภาพ และขีดความสามารถดีขึ้น

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการตัดทางใบปาล์มน้ำมันด้วย เครื่องต้นแบบเบอร์ 4

ค่าต่างๆ	เวลาตัด (วินาที/ทาง ใบ)	ขนาดทางใบ			ความสูงจาก พื้นถึงรอย ตัด(ม.)	จำนวนครั้งของ การตัดต่อทาง ใบปาล์ม
		กว้าง (มม.)	หนา (มม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)		
ค่าเฉลี่ย	5.39	108.28	47.41	2,592.19	2.69	1
SD	4.63	12.21	5.68	557.45	0.37	0
ค่าน้อยสุด	1.47	83.80	38.85	1,617.34	2.16	1
ค่ามากที่สุด	34.00	130.40	60.00	3,607.63	3.60	1

หมายเหตุ จำนวนการตัด 50 ทางใบ ที่ระยะห่างจากแนวตัดปกติ 10 ซม. ต้นปาล์มอายุ 6-8 ปี  
ความสูงของต้นเฉลี่ย 2.7 เมตร

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบการตัดทางใบปาล์มน้ำมันด้วย เครื่องต้นแบบเบอร์ 4

ค่าต่างๆ	เวลาตัด (วินาที/ทางใบ)	ขนาดทางใบ			ความสูงจาก พื้นถึงรอยตัด (ม.)	จำนวนครั้ง ของการตัดต่อ ทางใบปาล์ม
		กว้าง (มม.)	หนา (มม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)		
ค่าเฉลี่ย	4.38	107.92	48.73	2,638.68	3.18	1
SD	1.59	10.30	5.37	603.79	1.07	0
ค่าน้อยสุด	1.62	84.30	40.40	1,702.86	2.41	1
ค่ามากที่สุด	8.34	133.80	65.50	3,970.25	3.51	1

หมายเหตุ จำนวนการตัด 39 ทางใบ (ที่แนวตัดปกติ) ต้นปาล์มอายุ 6-8 ปี ความสูงของต้นเฉลี่ย 3.2 เมตร

## ปัญหา

1. มีดบนเมื่ออยู่ในจังหวะตัดเคลื่อนที่ลงมาต่ำสุดไม่ถึงเขียงเนื่องจากระยะดิ่งใบมีดไม่สุด เนื่องจากด้ามลูมิเนียมมีความหนาเพียง 1.5 มม. ทำให้รูที่เจาะสำหรับยึดด้ามกับกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกยื่น ทำให้ระยะดิ่งใบมีดสั้นลง
2. เศษผงเข้าไปติดในช่องว่างระหว่างลูกสูบและปลอกสูบลูมิเนียมยึดชุดใบมีด
3. การหล่อลื่นชุดลูกสูบและปลอกสูบเมื่อใช้จารบี เป็นสารหล่อลื่นยังมีความฝืด

## วิธีแก้ไข

ทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นทั้งหมดในเครื่องต้นแบบเบอร์ 4 และสร้าง เครื่องต้นแบบเบอร์ 5

### เครื่องต้นแบบเบอร์ 5

เครื่องต้นแบบเบอร์ 5 (ภาพที่ 20) เครื่องประกอบด้วย กลไกการตัดเป็นมีด (ทำจากเคียวมาเลเซีย) มีความยาว 340 มม. เคลื่อนที่ลงมาตัดทางใบ โดยเขียงอยู่กับที่ ใบมีดบนยึดติดกับลูกสูบเหล็กต่อกับแกนเหล็กถ่ายทอดกำลังและมีสปริงรองรับด้านล่างลูกสูบ (ช่วยดันให้ใบมีดบน อ้าออก) สำหรับเขียงทำจากเหล็กแผ่นกว้าง 35 มม.ยาว 230 มม.หนา 3 มม. ขึ้นรูปเป็นมีดมีคมสองด้าน โดยมีเหล็กแผ่นประคองอีกด้าน โดยมีช่องว่างเท่ากับความหนาของใบมีดบน ตัวยึดชุดใบมีดทั้งหมดทำจากท่อลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 38.10 มม. หนา 3 มม. ยาว 600 มม. แกนถ่ายทอดกำลังทำจากเหล็กเส้นเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. ต่อกับกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายใน 32 มม. เส้นผ่านศูนย์กลางแกน 18 มม. ระยะชัก 200 มม. รับแรงดัน สูงสุด 117 บาร์ ชุดปั๊มไฮดรอลิก 900 วัตต์ 12 โวลต์ ดีซี ใช้กำลังไฟฟ้า จากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 50 แอมป์ ควบคุมโดยสวิตช์ไฟฟ้าแบบกดติดปลั๊ก

เครื่องต้นแบบเบอร์ 5 สามารถตัดทางใบขาดครั้งเดียว 60 % ด้วยเวลาเฉลี่ย 6.95 วินาที/ทางใบ (ที่แนวตัดปกติ) ขนาดโคนทางใบกว้างเฉลี่ย 127.87 มม. หนาเฉลี่ย 84.42 มม. พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 5,292.36 ตร.มม. ซึ่งใหญ่เป็นประมาณ สองเท่าของพื้นที่หน้าตัดทางใบที่ เบอร์ 4 เคยทำงานที่เปอร์เซ็นต์ความชื้น 75.13% มาตรฐานเปียก อัตราการทำงานของเครื่อง 176 ทางใบ/ชั่วโมง มีการหยุดซ่อมเครื่องระหว่างการทำงานเป็นเวลา 4 นาที 10 วินาที คิดเป็นจำนวนครั้งของการหยุดซ่อมต่อการทำงาน 1 ชั่วโมง  $\cong$  1.75 ครั้ง น้ำหนักเครื่อง 8.5 กิโลกรัม มีปัญหาที่ต้องแก้ไขและปรับปรุงให้เครื่องมีประสิทธิภาพ และขีดความสามารถดีขึ้น

#### ตารางที่ 8 ผลการทดสอบการตัดทางใบปาล์มน้ำมันด้วย เครื่องต้นแบบเบอร์ 5

ค่าต่างๆ	เวลาดัด (วินาที/ทางใบ)	ขนาดทางใบ			ความสูงจาก รอยตัดถึงพื้น (ม.)	จำนวนครั้ง ของการตัดต่อ ทางใบปาล์ม
		กว้าง (มม.)	หนา (มม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)		
ค่าเฉลี่ย	6.95	127.87	84.42	5,292.36	3.00	1.53
SD	4.63	13.78	14.91	1,220.91	0.34	0.73
ค่าน้อยสุด	1.25	100.50	61.00	3,509.91	2.22	1
ค่ามากที่สุด	30.19	166.00	120.1	8,431.75	3.5	4

**หมายเหตุ** จำนวนการตัด 150 ทางใบ(ที่แนวตัดปกติ) ต้นปาล์มอายุ 6-8 ปี ความสูงของต้นเฉลี่ย 3 เมตร

#### ปัญหา

1. การเคลื่อนย้ายชุดปั๊มไฮดรอลิกยากเนื่องจากล้อยามีขนาดเล็ก (ภาพที่ 21)
2. สวิตช์อยู่ในตำแหน่งยากต่อการควบคุมและปลั๊กต่อสวิตช์หลุดง่าย(คุณภาพไม่ดี)
3. ปลอกอคูมิเนียมเกิดการ ไปงบวม (ภาพที่ 22)
4. การหักบิ่นของคมมีด(ช่วง L1 – L2 มีรอยหักของคมมีดยาว 46 มม. ลึก 5.7, 3.8 และ 2 มม.)(ภาพที่ 23)



ภาพที่ 20 เครื่องต้นแบบเบอร์ 5

ตารางที่ 9 การวัดความสึกหรอของใบมีดเครื่องต้นแบบเบอร์ 5

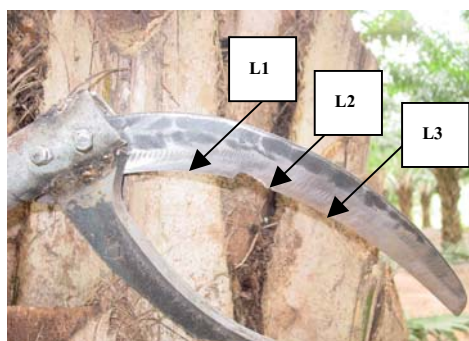
ตำแหน่งที่	ก่อนตัด ( มม.)	หลังตัด ( มม.)	หมายเหตุ
L1	54.0	54.0	
L2	43.0	42.2	มีรอยหักบิ่น
L3	36.6	36.6	



ภาพที่ 21 ชุดปั๊มไฮดรอลิกมีล้อขนาดเล็ก



ภาพที่ 22 ปลอกอลูมิเนียมเกิดการโป่งบวม



ภาพที่ 23 ตำแหน่งการวัดความลึกหรือของใบมีด

### วิธีแก้ไข

ทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นทั้งหมดในเครื่องต้นแบบเบอร์ 5 และสร้างเครื่องต้นแบบเบอร์ 6

### เครื่องต้นแบบเบอร์ 6

เครื่องต้นแบบเบอร์ 6 (ภาพที่ 24) กลไกการตัดเป็นมีด(ทำจากเกียวมาเลเซีย) ยาว 340 มม. เคลื่อนที่ลงมาตัดทางใบ โดยเขียงอยู่กับที่ เครื่องประกอบด้วยใบมีดเชื่อมต่อกับแกนเหล็ก และต่อกับแกนเหล็กถ่ายทอดกำลังและมีสปริงรองรับด้านล่างลูกสูบ(ช่วยดันให้ใบมีดบน้อออก) สำหรับเขียงทำจากเหล็กแผ่นกว้าง 35 มม. ยาว 230 มม.หนา 5 มม. ขึ้นรูปเป็นมีดมีคมสองด้าน โดยมีเหล็กแผ่นประคองอีกด้าน โดยมีช่องว่างเท่ากับความหนาของใบมีดบน ตัวยึดชุดใบมีดและบังคับการเคลื่อนที่ของใบมีดทำจากเหล็กแผ่น S45C กว้าง 25 มม. ยาว 250 มม.หนา 5 มม. ต่อเชื่อมกับท่อเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 42 มม. หนา 2 มม. ยาว 250 มม. และท่อลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 38.10 มม. หนา 3 มม. ยาว 350 มม. ต่อด้วยแกนถ่ายทอดกำลังทำจากเหล็กเส้นเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. ต่อกับกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายใน 32 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง แกน 18 มม. ระยะชัก 200 มม. รับแรงดัน สูงสุด 117 บาร์ ชุดปั๊มไฮดรอลิก 900 วัตต์ 12 โวลต์ ดีซี ใช้กำลังไฟฟ้า จากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 50 แอมป์ ติดตั้งบนรถที่ปรับปรุงแก้ไขใช้ล้อจักรยานเส้นผ่าศูนย์กลางวงล้อ 16 นิ้ว (ภาพที่ 25) ควบคุมโดยสวิทซ์ ไฟฟ้าแบบกดติดปล่อยดับ



ภาพที่ 24 เครื่องตัดแบบเบอร์ 6

ภาพที่ 25 ชุดปั๊มไฮดรอลิกที่เปลี่ยนเป็นล้อใหญ่

เครื่องตัดแบบเบอร์ 6 สามารถตัดทางใบขาดครั้งเดียว 98.67% ด้วยเวลาเฉลี่ย 3.38 วินาที/ทางใบ (ที่แนวตัดปกติ) ขนาดโคนทางใบกว้างเฉลี่ย 133.73 มม. หน้า เฉลี่ย 61.21 มม. พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 4,127.25 ตร.มม. ที่เปอร์เซ็นต์ความชื้น 75.98 % มาตรฐานเปียก อัตราการทำงาน ของเครื่อง 202 ทางใบ/ชั่วโมง มีการหยุดซ่อมเครื่องระหว่างการทำงานเป็นเวลา 15 นาที 40 วินาที จำนวนครั้งของการหยุดซ่อมต่อการทำงาน 1 ชั่วโมง  $\cong$  8 ครั้ง น้ำหนักเครื่อง 9 กิโลกรัม มีปัญหาที่ต้องแก้ไขและ ปรับปรุงให้เครื่องมีประสิทธิภาพ และขีดความสามารถดีขึ้น

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบการตัดทางใบปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องตัดแบบเบอร์ 6

ค่าต่าง ๆ	เวลาตัด (วินาที/ทาง ใบ)	ขนาดทางใบ			ความสูงจาก รอยตัดถึงพื้น (ม.)	จำนวนครั้งของ การตัดต่อทาง ใบปาล์ม
		กว้าง (มม.)	หนา (มม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)		
ค่าเฉลี่ย	3.38	133.73	61.21	4,127.25	3.87	1.02
SD	2.03	14.73	8.97	939.08	0.53	0.14
ค่าน้อยสุด	1.09	101.75	43.00	2,187.63	2.97	1
ค่ามากที่สุด	12.78	173.30	76.60	6,251.40	4.85	2

หมายเหตุ จำนวนการตัด 150 ทางใบ กับต้นปาล์มอายุ 8-10 ปี ความสูงต้นเฉลี่ย 3.9 เมตร

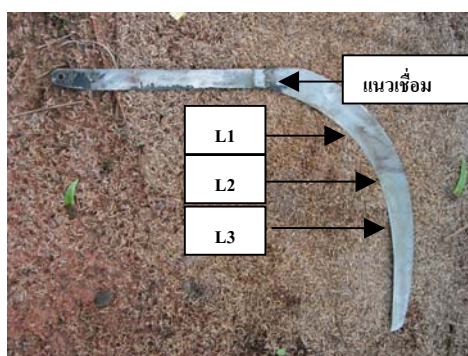
## ปัญหา

1. ใบมีดใบอันที่1(เบอร์6/1)หักบริเวณแนวเชื่อมต่อระหว่างใบมีดกับเหล็กเพื่อต่อกับชุดถ่ายทอดกำลัง (ภาพที่ 26 ) ช่วง L2- L3 (เบอร์6/1) เกิดรอยหักบิ่น ยาว 20 มม. ลึก 3.4 มม. และช่วง L1- L2 ของใบมีดอันที่ 2(เบอร์6/2) เกิดรอยเยินยาว 5 มม. ลึก 1.6 มม.

### ตารางที่ 11 การวัดความสึกหรอของใบมีดเครื่องต้นแบบเบอร์ 6

ตำแหน่งที่	ก่อนตัด (มม.)	หลังตัด (มม.)	หมายเหตุ
L1 (เบอร์6/1)	52.3	52.30	
L2 (เบอร์6/1)	43.35	43.00	เบอร์6/1 หมายถึง
L3 (เบอร์6/1)	38.00	37.90	ใบมีดใบที่1, เบอร์
L1 (เบอร์6/2)	55.25	52.25	6/2 หมายถึงใบมีด
L2 (เบอร์6/2)	44.80	44.80	ใบที่ 2 (อะไหล่)
L3 (เบอร์6/2)	39.55	38.85	

2. ดันปาล์มในแปลงทดลองไม่ได้รับการดูแลรักษามีปัญหาในการนำเครื่องเข้าทำการตัดทางใบ มีทางใบแก่ที่ไม่ได้ตัดแต่งมาก ทางใบโน้มเอียงจนถึงพื้นดิน (ภาพที่ 27)



ภาพที่ 26 ใบมีดที่เชื่อมกับเหล็กเพื่อต่อกับชุดถ่ายทอดกำลัง



ภาพที่ 27 ต้นปาล์มแปลงทดลองที่ไม่ได้รับการดูแล

### วิธีแก้ไข

ทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นทั้งหมดในเครื่องต้นแบบเบอร์ 6 และสร้างเครื่องต้นแบบเบอร์ 7

### เครื่องต้นแบบเบอร์ 7

เครื่องต้นแบบเบอร์ 7 (ภาพที่ 28) เหมือนเครื่องต้นแบบเบอร์ 6 แต่ใช้วิธีการเชื่อมต่อส่วนที่เกิดการหักเหของแนวเชื่อม โดยการเชื่อมแนวขนานกับด้ามเคียว และคงเนื้อโลหะส่วนที่เป็นด้ามเคียวเอาไว้ กลไกการตัดและดันกำลังเหมือนเครื่องต้นแบบเบอร์ 6 ทุกประการ



ภาพที่ 28 เครื่องต้นแบบเบอร์ 7

เครื่องต้นแบบเบอร์ 7 สามารถตัดทางใบขาดครั้งเดียว 98.37 % ด้วยเวลาเฉลี่ย 3.01 วินาที/ทางใบ (ที่แนวตัดปกติ)ขนาดโคนทางใบกว้างเฉลี่ย 132.42 มม. หนาเฉลี่ย 63.42 มม. พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 4,312.07 ตร.มม. ที่เปอร์เซ็นต์ความชื้น 73.73% มาตรฐานเปียก อัตราการทำงานของเครื่อง 196 ทางใบ/ชั่วโมง มีการหยุดซ่อมเครื่องระหว่างการทำงานเป็นเวลา 1 นาที 8 วินาที จำนวนครั้งของการหยุดซ่อมต่อการทำงาน 1 ชั่วโมง = 1 ครั้ง เสียหายโคนทางใบเล็กน้อยมาก ความเสียหายมักจะเนื่องมาจากการสอดมีเข้าไปยังโคนทางใบไม่มีด(คือคอดมีไม่สัมผัสกับโคนทางใบเต็มที่) ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากผู้ควบคุมเครื่องมือมองไม่เห็นโคนทางใบชัดเจน น้ำหนักเครื่อง 9 กิโลกรัม มีปัญหาที่ต้องแก้ไข และปรับปรุงให้เครื่องมีประสิทธิภาพ และขีดความสามารถดีขึ้น

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบการตัดทางใบปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องต้นแบบเบอร์ 7

ค่าต่างๆ	เวลาดัด (วินาที/ทาง ใบ)	ขนาดทางใบ			ความสูงจาก รอยตัดถึง พื้น(ม.)	จำนวนครั้ง ของการตัดต่อ ทางใบปาล์ม
		กว้าง (มม.)	หนา (มม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)		
ค่าเฉลี่ย	3.01	132.42	63.42	4,312.07	3.67	1.01
SD	1.50	13.62	10.86	890.76	0.61	0.10
ค่าน้อยสุด	0.65	109.10	51.30	2,926.81	2.90	1
ค่ามากที่สุด	9.81	191.70	97.70	7,310.40	4.86	2

หมายเหตุ จำนวนการตัด 195 ทางใบ กับต้นปาล์มอายุ 8 -10 ปี ความสูงต้นเฉลี่ย 3.7 เมตร

## ปัญหา

1. การมองเห็นโคนทางใบได้ยากเนื่องจากมีวัชพืชบัง(เฟิร์น)ทำให้บังกับชุดใบมีดเข้าตัดโคนทางใบได้ยาก(ภาพที่ 29)

2. ลักษณะทางใบที่ตั้งชันและชิดกันมากเกินไป (ภาพที่ 30(ซ้าย)) ทำให้สอดใบมีดเข้าทำการตัดได้ยากและทำให้คมมีดบิ่น ลักษณะการวางตัวของทางใบที่ดี คือใบกระจายออกจากต้นไม่กระจุกตัวแบบภาพที่30 (ภาพขวา) และต้นปาล์มได้รับการดูแลและบำรุงรักษาไม่ให้โคนทางใบรกไปด้วยเศษดอกปาล์ม อันจะเป็นอุปสรรคในการสอดใบมีดเข้าไปตัด การตัดที่ดีจะเกิดได้เมื่อมีดถูกสอดเข้าไปจนคอดมีสัมผัสกับโคนทางใบ

3. ความชำนาญและทักษะของผู้ควบคุมเครื่องเป็นปัจจัยหนึ่งกำกับคุณภาพการตัดทางใบปาล์มให้ขาดได้ดีและมีดไม่เสียหาย

4. คมมีดบิ่นและแผ่นบังคับชุดใบมีด(คอ) อ้าและคด ที่ระยะระหว่าง L1 และ L2 คมมีดบิ่นยาว 61 มม. ลึก 8.9 และ 3.8 มม. (ภาพที่ 31)

#### ตารางที่ 13 การวัดความสึกหรอของใบมีดเครื่องต้นแบบเบอร์ 7

ตำแหน่งที่	ก่อนตัด (มม.)	หลังตัด (มม.)
L1	51.20	51.20
L2	40.20	40.20
L3	36.70	36.70

#### วิธีแก้ไข

1. เชื่อมปิดตลอดแนวด้านหลังคอชุดใบมีด
2. ให้เขียงและคอเป็นวัสดุชิ้นเดียวกันและชนิดเดียวกัน(S45C)
3. อาจใช้วัสดุทำเขียงแบบเดิม (เบอร์7) เพื่อช่วยป้องกันไม่ให้คมมีดบิ่นกรณีคมมีดเขียง
4. ควรมีฝาครอบชุดสวิตช์ควบคุมเพื่อความปลอดภัยกรณีวางค้ำด้านที่สวิตช์คว่ำลงดิน ทำให้เครื่องทำงาน(ชุดใบมีดเคลื่อนที่)



ภาพที่ 29 การมองเห็น โคนทางใบได้ยากเนื่องจากมีวัชพืชบัง (เฟิร์น)



ภาพที่ 30 ลักษณะทางใบที่ต้งชันและชิดกันมากเกินไป(ภาพซ้าย) ลักษณะการวางตัวของทางใบที่เหมาะสมสำหรับการใช้เครื่องตัด(ภาพขวา)



ภาพที่ 31 คอกมิดและคอกมิดเสียหาย

### เครื่องต้นแบบที่ผลิตโดยโรงงาน

เหมือนเครื่องต้นแบบเบอร์ 7 แต่ได้เพิ่มสปริงอีกหนึ่งตัวช่วยในการดันใบมีดกลับ (ภาพที่ 32) เครื่องที่สร้างโดยโรงงาน สามารถตัดทางใบขาดครั้งเดียว 98.50 % ด้วยเวลาเฉลี่ย 2.82 วินาที/ทางใบ (ที่แนวตัดปกติ) ขนาดโคนทางใบกว้างเฉลี่ย 124.74 มม. หนาเฉลี่ย 67.12 มม. พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 4,294.69 ตร.มม. ที่เปอร์เซ็นต์ความชื้น 79.97 % มาตรฐานเปียก อัตราการทำงานของเครื่อง 228 ทางใบ/ชั่วโมง มีการหยุดซ่อมเครื่องระหว่างการทำงานเป็นเวลา 42 นาที 11 วินาที คิดเป็นจำนวนครั้งของการหยุดซ่อมต่อการทำงาน 1 ชั่วโมง = 24 ครั้ง เพราะใบมีดขบกับเขียงเนื่องจากช่องว่างระหว่างเขียงที่บริษัทสร้างมากทำให้เมื่อทำการตัดใบมีดมีระยะบิดหนีเขียงได้ (ภาพที่ 33) น้ำหนักเครื่อง 9 กิโลกรัม



ภาพที่ 32 เครื่องต้นแบบที่ผลิตโดยโรงงาน

### ตารางที่ 14 ผลการทดสอบการตัดทางใบปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องที่ผลิตโดยโรงงาน

ค่าต่างๆ	เวลาตัด (วินาที/ทาง ใบ)	ขนาดทางใบ			ความสูงจาก รอยตัดถึง พื้น(ม.)	จำนวนครั้ง ของการตัดต่อ ทางใบปาล์ม
		กว้าง (มม.)	หนา (มม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)		
ค่าเฉลี่ย	2.82	124.74	67.12	4,294.69	3.31	1.02
SD	1.33	14.04	11.11	842.10	0.50	0.12
ค่าน้อยสุด	0.84	108	51.90	3,069.07	2.14	1
ค่ามากที่สุด	10.87	172	111	6,382.50	4.3	2

หมายเหตุ จำนวนการตัด 200 ทางใบ กับต้นปาล์มอายุ 8 -10 ปี ความสูงต้นเฉลี่ย 3.31 เมตร

## ปัญหา

1. ใบมีดหนีเขียงเพราะระยะห่างของ โคนเขียงช่วงบนของค้อมีคามากเกินไป (ภาพที่ 33)
2. ใบมีดบิ่นเนื่องจากสาเหตุในข้อ 1
3. เทคนิคการตัดของผู้ควบคุมเครื่อง ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับใบมีดชุดใหม่

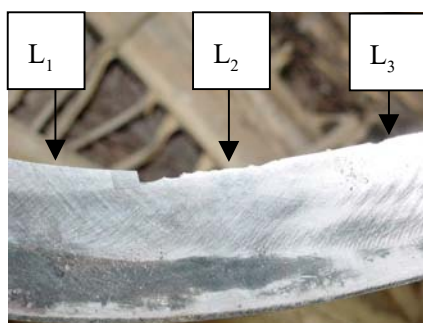


ภาพที่ 33 ใบมีดขบเขียง

ตารางที่ 15 การวัดความสึกหรอของใบมีดเครื่องต้นแบบที่ผลิตโดยโรงงาน

ตำแหน่งที่	ก่อนตัด (มม.)	หลังตัด (มม.)
L1	52.6	52.6
L2	43.0	40.2
L3	37.5	37.5

หมายเหตุ ที่ระยะระหว่าง L1 และ L2 คมมีดบิ่น ยาว 19.4 มม. ลึก 3.4 มม. (ภาพที่ 34)



ภาพที่ 34 ใบมีดบั่น

### การอบรมให้เกษตรกรใช้และทดสอบเครื่องต้นแบบที่ผลิตโดยโรงงานด้วยตัวเกษตรกร

การสอนเกษตรกรที่ บริษัทสุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด อ.หนองใหญ่ จ.ชลบุรี เมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2546 โดยสอนและสาธิตวิธีการใช้เครื่องฯ การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องฯ ในช่วงเช้า และให้เกษตรกรทดลองใช้เครื่องตัดทางใบปาล์ม 3 คน ๆ ละ 20 ทางใบได้ผลการทดลอง ดังตารางที่ 16 พร้อมทั้งให้เกษตรกรตอบแบบประเมิน

### ตารางที่ 16 ผลการทดสอบการตัดทางใบปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องที่ผลิตโดยโรงงาน

ค่าต่างๆ	เวลาตัด (วินาที/ทาง ใบ)	ขนาดทางใบ			ความสูงจาก รอยตัดถึง พื้น(ม.)	จำนวนครั้ง ของการตัดต่อ ทางใบปาล์ม
		กว้าง (มม.)	หนา (มม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)		
ค่าเฉลี่ย	4.54	120.99	67.28	3,835.47	3.35	1.12
SD	2.80	13.28	9.15	943.66	0.49	0.32
ค่าน้อยสุด	1.09	108.00	50.74	2,790.70	2.71	1
ค่ามากที่สุด	13.03	149.00	78.00	5,811.00	3.94	2

หมายเหตุ จำนวนการตัด 60 ทางใบ กับต้นปาล์มอายุ 8 -10 ปี ความสูงต้นเฉลี่ย 3.35 เมตร



ภาพที่ 35 การสอนและสาธิตการใช้เครื่องตัดทางใบปาล์ม

### ผลการประเมินหลังเกษตรกรทดลองใช้เครื่องฯ

สรุปผลจากแบบสอบถามเกษตรกรที่ทดลองใช้เครื่อง

#### 1. รอยแผลที่เกิดจากการตัดโดยเครื่องตัดทางใบปาล์ม

เกษตรกรพอใจทั้ง 3 คน (รอยแผลเหมือนที่ตัดโดยเคียวที่ใช้แรงคน)

#### 2. ความยากง่ายในการใช้เครื่องตัดทางใบปาล์ม

เกษตรกรพอใจทั้ง 3 คน (ใช้ง่ายไม่ยุ่งยากในการควบคุมเครื่องฯ)

#### 3. น้ำหนักของเครื่องตัดทางใบปาล์ม

เกษตรกรยอมรับได้ทั้ง 3 คน (เปรียบเทียบกับเคียวที่เกษตรกรใช้อยู่)

#### 4. เวลาในการตัดต่อทางใบ

เกษตรกรพอใจทั้ง 3 คน (เปรียบเทียบกับเคียวที่ใช้แรงคนเครื่องจะเร็วกว่า)

## 5. ช่วยในการทุ่นแรงหรือไม่

เกษตรกรพอใจ 1 คน อีก 2 คน มีความรู้สึกรู้ว่าน้ำหนักเครื่องที่ 9 กิโลกรัมเมื่อใช้ไป สักพัก จะเมื่อยล้ามาก และจะสับสนกับสวิชท์ที่ควบคุมให้ตัดหรือให้ใบมีดอ้า

## 6. ถ้าผลิตขายจะซื้อหรือไม่

เกษตรกรยอมรับได้ทั้ง 3 คน (เพราะช่วยทุ่นแรงในกรณีการออกแรงตัดและมีแนวโน้มว่าลดน้ำหนักเครื่องฯ ได้

## 7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ควรลดน้ำหนักเครื่องฯ ให้ใกล้เคียงกับน้ำหนักเคียวที่ใช้กันอยู่ (ประมาณ 5-7 กิโลกรัม แล้วแต่วัสดุที่ทำค้ำ)

7.2 ควรที่จะตัดทะลายปาล์มได้ด้วยโดยอาจมีชุดใบมีด 2 ชุดคือตัดทางใบ 1 ชุด และตัดทะลายอีก 1 ชุด

7.3 สายไฮดรอลิกและสายสวิชท์ควบคุมควรยาวกว่านี้โดยสามารถเดินตัดได้รอบ ๆ ต้นปาล์ม

7.4 สวิชท์ควบคุมควรมีปุ่มเดียวป้องกันการสับสน(กดตัดปล่อยอ้าใบมีด)

7.5 ควรมีสายรั้งช่วยพยุงน้ำหนัก (คล้าย ๆ เครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย)

7.6 ชุดค้ำกำลังไฮดรอลิกถ้าติดตั้งบนรถแทรกเตอร์ได้จะดีมาก



ภาพที่ 36 การทดลองใช้เครื่องตัดทางใบปาล์มโดยเกษตรกร

ปัญหาความเสียหายของมีดของเครื่องต้นแบบ น่าจะเป็นผลมาจากปัจจัย

1. การรู้จักใช้งานเครื่องได้ถูกต้อง
2. ระดับการดูแลรักษาต้นปาล์ม
3. การจัดเรียงตัว(Orientation) ของทางใบในแต่ละต้นปาล์ม

ปัจจัยข้อ 1) ผู้ใช้ต้องเรียนรู้และสร้างประสบการณ์ การฝึกฝน อบรม ปัจจัยข้อ 2) และ 3) เป็นปัจจัยที่เจ้าของสวนต้องจัดการดูแลต้นปาล์ม เพื่อให้สามารถใช้เครื่องตัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

จากการทดสอบเครื่องตัดทางใบปาล์มน้ำมัน เมื่อใช้กับคนงาน 2 คน จะมีความสามารถในการทำงานของเครื่องเฉลี่ย 228 ทางใบต่อชั่วโมง เมื่อกำหนดให้การใช้เครื่อง 8 ชั่วโมงต่อวัน ทำงานปีละ 30 วัน สามารถประเมินค่าใช้จ่ายในการทำงาน(บาทต่อทางใบ) และระยะเวลาคืนทุนของเครื่องตัดทางใบปาล์มน้ำมันได้

#### 1. ผลการวิเคราะห์และประเมินค่าใช้จ่ายในการทำงาน

ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตร คำนวณได้จาก ต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนผันแปร (Variable cost) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (Hunt, 1995)

##### ต้นทุนคงที่ (Fixed cost)

1. ค่าเสื่อมราคา(Depreciation, DP) คิดค่าเสื่อมราคา แบบ Straight-line method  $DP = (P-S)/L$  โดยที่ P คือ ราคาซื้อของเครื่องจักร(บาท) S คือ ราคาขายหรือราคาคงเหลือเมื่อเครื่องจักรหมดอายุ(บาท) และ L คืออายุการใช้งานของเครื่อง(ปี)

มูลค่าซากของเครื่องเมื่อสิ้นปีที่ 10 เหลือ 10 % ของราคาเครื่องที่ทำการประเมินไว้ (ตารางที่ 17) เท่ากับ 56,185 บาท

$$\text{ดังนั้นราคาซากเครื่อง} = (10/100) * 56,185 = 5,618.50 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่าเสื่อมราคา(DP)} = (56,185 - 5,618.50) / 10 = 5,056.65 \text{ บาท}$$

#### 2. ดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาส (Interest on investment)

$$I = \left( \frac{P+S}{2} \right) * \left( \frac{i}{100} \right) \text{ (โดยที่ } i \text{ คือ อัตราดอกเบี้ยต่อปี เป็นเปอร์เซ็นต์)}$$

กำหนดให้อัตราดอกเบี้ยต่อปี เท่ากับ 5.25 % (อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ธนาคารไทยพาณิชย์ เมื่อวันที่ 21 / 7 /46)

$$\text{ดังนั้น ค่าเสียโอกาสต่อปี} \left( \frac{56,185 + 5,618.50}{2} \right) * \left( \frac{5.25}{100} \right) = 1,622.34 \text{ บาทต่อปี}$$

$$\text{รวมต้นทุนคงที่ต่อปี (Fixed cost) = 5,056.65 + 1,622.34 = 6,678.99 บาทต่อปี}$$

ตารางที่ 17 ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องตัดทางใบปาล์มน้ำมันระบบไฮดรอลิก

ลำดับที่	รายการ	จำนวนเงิน
1	ชุดปั๊มไฮดรอลิก (power pack 900 w. 12 vdc.)	27,860
2	กระบอกไฮดรอลิก (bore 32 mm.; rod.18 mm.;stroke200 mm.)	4,387
3	ท่อไฮดรอลิกแบบอ่อน ขนาด 1/4 นิ้ว ยาว 6 เมตร	2,568
4	ข้อต่อสายไฮดรอลิกแบบสวมเร็ว	268
5	แบตเตอรี่ 12 โวลท์ 50 แอมป์	1,017
6	วัสดุในการทำชุดใบมีดและด้าม	
	6.1 ท่ออลูมิเนียมเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 3 มม.	787
	6.2 ท่ออลูมิเนียมเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 1.5 มม.	385
	6.3 ใบมีดเกี่ยวตัดปาล์ม(มาเลเซีย)	535
	6.4 เหล็กทำชุดเขียง(S 45 C)	500
	6.5 เหล็กทำชุดส่งกำลัง	375
	6.6 อุปกรณ์อื่น ๆ	1,450
7	ค่าแรงในการสร้างเครื่อง	16,053
	ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสร้างเครื่องตัดทางใบปาล์มน้ำมันระบบไฮดรอลิก	56,185

หมายเหตุ ค่าแรงในการสร้างเครื่องคิด ร้อยละ 40 ของราคาวัสดุฯ

### ต้นทุนผันแปร (Variable cost)

1. ค่าบำรุงรักษา ( Repair and Maintenance ) คิดเฉลี่ยประมาณวันละ 5 บาท ทำงานปีละ 30 วัน ค่าบำรุงรักษา =  $5 * 30 = 150$  บาทต่อปี

2. ค่าไฟฟ้า จากการวัด จะสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 1 หน่วย ต่อการชาร์จแบตเตอรี่ 1 ครั้ง ตัดทางไบปาล์มน้ำมันได้ ประมาณ 1 วัน ราคาไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท ใน 1 ปี ทำงาน 30 วัน คิดเป็นค่าไฟฟ้าเท่ากับ  $3 \text{ บาท} * 30 \text{ วันทำงาน} = 90$  บาทต่อปี

3. ค่าจ้างแรงงาน อัตราค่าจ้างแรงงานวันละ 150 บาท จำนวน 2 คน ทำงาน 30 วัน คิดเป็นค่าจ้างแรงงาน เท่ากับ  $150 * 2 * 30 = 9,000$  บาทต่อปี

รวมต้นทุนผันแปร =  $150 + 90 + 9,000 = 9,240$  บาทต่อปี

### ต้นทุนรวม (Total cost)

คิดต้นทุนในการใช้งานของเครื่องตัดแต่งทางไบปาล์มน้ำมัน โดยรวมต้นทุนคงที่กับต้นทุนผันแปรเท่ากับ  $6,678.99 + 9,240 = 15,918.99$  บาทต่อปี

ค่าใช้จ่ายในการทำงาน (บาทต่อวัน) ของเครื่องตัดแต่งทางไบปาล์ม ที่ทำงานใน 1 ปี เท่ากับ 30 วันหรือ 240 ชั่วโมง ความสามารถในการทำงานเท่ากับ 228 ทางไบต่อชั่วโมง จะได้เท่ากับ  $15,918.99 / (240 * 228) = 0.29$  บาทต่อทางไบ

### 2. ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องตัดทางไบปาล์ม

ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องจะลดลง เมื่อวันทำงานต่อปีเพิ่มขึ้นดังแสดงในตารางที่ 18 ถ้าใน 1 ปีสามารถทำงานได้ 30 วัน(240 ชั่วโมง) ระยะเวลาในการคืนทุนเท่ากับ 3.41 ปี

ต้นทุนผันแปร คือ ค่าผลรวมของค่าซ่อมแซม บำรุงรักษา ค่าไฟฟ้าและ ค่าจ้างแรงงาน

ต้นทุนรวม คือ ต้นทุนผันแปรรวมกับดอกเบี้ย(หรือค่าเสียโอกาส)

ผลประโยชน์ที่ได้รับ คิดจากอัตราค่าจ้างในการตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมันคูณกับชั่วโมงการทำงานต่อปี

อัตราค่าจ้างเหมาแรงงานการตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมันเท่ากับ 0.50 บาทต่อทางใบ คูณอัตราการทำงาน 228 ทางใบต่อชั่วโมง ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็น 912 บาทต่อวัน

ผลประโยชน์สุทธิ คือ ผลต่างระหว่างผลประโยชน์ที่ได้รับ กับต้นทุนรวม

ระยะเวลาคืนทุน คือ ผลหารระหว่างราคาซื้อเครื่องกับผลประโยชน์สุทธิ

ตารางที่ 18 การคิดระยะการคืนทุนของเครื่องตัดทางใบปาล์มน้ำมันระบบไฮดรอลิก

ชั่วโมงทำงาน (ชม./ปี)	ดอกเบี้ย (บาท/ปี)	ต้นทุนผันแปร (บาท/ปี)	ต้นทุนรวม (บาท/ปี)	ผลประโยชน์ที่ได้รับ (บาท/ปี)	ผลประโยชน์สุทธิ (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
120	1,622.34	4,620	6,242.34	13,680	7,437.66	7.55
240	1,622.34	9,240	10,862.34	27,360	16,497.66	3.41
360	1,622.34	13,860	15,482.34	41,040	25,557.66	2.20
480	1,622.34	18,480	20,102.34	54,720	34,617.66	1.62
600	1,622.34	23,100	24,722.34	68,400	43,677.66	1.29

### 3. การใช้งานค้ำทุน

การใช้งานค้ำทุน = ค่าใช้จ่ายคงที่ / (อัตราค่าจ้าง - ค่าใช้จ่ายในการทำงาน)

ค่าใช้จ่ายคงที่ = 6,678.99 บาทต่อปี

อัตราค่าจ้างตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมันในปัจจุบัน เท่ากับ 0.50 บาทต่อทางใบ เปรียบเทียบกับ อัตราการทำงาน 228 ทางใบต่อชั่วโมงจะได้อัตราค่าจ้างต่อชั่วโมงเท่ากับ  $0.50 * 228 = 114$  บาทต่อชั่วโมง

จากค่าใช้จ่ายในการทำงานเท่ากับ 0.29 บาทต่อทางใบ เปรียบเทียบกับอัตราการทำงาน 228 ทางใบต่อชั่วโมง จะได้ค่าใช้จ่ายในการทำงานเท่ากับ  $0.29 * 228 = 66.12$  บาทต่อทางใบ

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น การใช้งานคุ้มทุน} &= 6,678.99 / (114 - 66.12) \\ &= 139.49 \text{ ชั่วโมงต่อปี} \\ &\cong 140 \text{ ชั่วโมงต่อปี} \end{aligned}$$

#### 4. กนตัด

คนสามารถตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมันได้ประมาณ 904 ทางใบต่อวัน(113 ทางใบ/ชั่วโมง) คิดเป็นค่าจ้างประมาณ 200 บาทต่อวัน หรือ  $200/906 = 0.22$  บาทต่อทางใบ