



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการการวิจัยและพัฒนาเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้

โดย

นายวิชา หมั่นทำการ

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ร่วมกับ

ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม

มิถุนายน 2544

RECEIVED
16 NOV 2001

BY:.....

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการการวิจัยและพัฒนาเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้

โดย

นาย วิชา นันทน์ทำการ

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ร่วมกับ

ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ชุดโครงการวิจัยมะม่วง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินการวิจัยใคร่ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว)
ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณดำเนินการจนโครงการประสบความสำเร็จ

บทสรุปผู้บริหาร

ชื่อโครงการ	โครงการ “ การวิจัยและพัฒนาเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ ” (Research and Development of Pruning Machine)
เลขที่สัญญา	สัญญาเลขที่ RDG 4320011
ชื่อหัวหน้าโครงการ	นาย วิชา นม้นทำการ
สถานที่ทำงาน	ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140 โทร (034) 351896
วัตถุประสงค์โครงการ	เพื่อพัฒนาเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดที่สามารถเลือกกิ่งตัดได้ โดยเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้สามารถตัดกิ่งไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 – 10 ซม. ได้ และสามารถตัดกิ่งไม้ในระดับความสูงจากพื้นดิน 5 – 6 เมตร ได้โดยใช้คนปฏิบัติงาน 1 – 2 คน
ระยะเวลาดำเนินการ	1 ปี
งบประมาณ	732,600 บาท

บทคัดย่อ

เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต้นแบบ เป็นชนิดที่สามารถเลือกกิ่งตัดได้โดยเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้สามารถตัดกิ่งไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-10 ซม. ได้ และสามารถตัดแต่งกิ่งไม้ในระดับความสูงจากพื้นดินสูงสุด 4-5 เมตร โดยใช้คนปฏิบัติงาน 1 คน เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต้นแบบมีกลไกและส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้ เครื่องยนต์เบนซินชนิด 2 จังหวะเป็นแบบเดียวกับเครื่องยนต์ของเครื่องตัดหญ้าสะพายหลัง ด้ามจับยาว 2 เมตร หรือ 4 เมตร ห้องเกียร์ลูมิเนียมเพื่องดออกขนาดเล็กที่มีแกนเพลารับและแกนเพลาดำตามทำมุมกันเท่ากับ 90 องศา และเลื่อยโซ่ขนาดเล็ก ผลการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ที่มีด้ามจับยาว 2 เมตร และ 4 เมตร ปรากฏว่า ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ที่เหมาะสมต่อการตัดกิ่งไม้เท่ากับ 9.75-9.25 เมตรต่อวินาที ณ ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 5,090 - 4,829 รอบต่อนาที ทดสอบตัดกิ่งมะม่วงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22-153 มม. ณ ที่ระดับความสูงของกิ่งเหนือพื้นดิน 2-4 เมตร มีอัตราการทำงานตัดกิ่งมะม่วงได้เท่ากับ 57 และ 53 กิ่งต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 0.60 และ 0.70 ลิตรต่อชั่วโมง และค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อกิ่ง 0.47 และ 0.53 บาทต่อกิ่ง ตามลำดับ

Abstract

The Pruning machine prototype which is the selective branch cutting pruning machine model was developed as the following ; the knapsack type 2 – stroke engine , the 2 or 4 meter long handle, the small 90 – degree bevel gear drive and the small chain saw. The pruning machine prototype can cut a 1 - 10 cm. branch diameter at the height of branch 4 – 5 meter above the ground by using one operator. The testing results showed that the optimum linear speed of the chain saw was 9.75 - 9.25 meter per second at the engine revolution 5,090 - 4,829 rpm . The rate of branch cutting of the 2 meter long handle and 4 meter long handle pruning machine type were tested with the mango tree which its branch diameter 2.20 – 15.30 cm. were cut at the height of branch 2 – 4 meter above the ground . The rate of branch cutting were 57 and 53 branch per hour respectively and the average cost of cutting per branch were 0.47 and 0.53 Bath per branch respectively.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
สารบัญเรื่อง	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญรูปภาพ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	2
บทที่ 3 การวิจัยและพัฒนาการออกแบบสร้างเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้	38
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างและการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้	38
3.2 วิธีวิจัยและวิธีการออกแบบสร้างเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้	38
3.3 วิธีการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้	41
3.4 วิธีการคำนวณค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการตัดแต่งกิ่งไม้	45
3.5 ผลและวิจารณ์	48
3.6 สรุปผลการทดสอบ	57
3.7 สรุปผลการดำเนินงานโครงการ	59
3.8 เอกสารอ้างอิง	60

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ขนาดจำนวนฟันเลื่อยที่เหมาะสมกับวัสดุชิ้นงานพื้นที่หน้าตัดเต็ม	25
ตารางที่ 3.1 แสดงผลการทดสอบตัดกิ่งมะม่วง	61
ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบการตัดกิ่งดาเบญญา	62
ตารางที่ 3.3 แสดงค่าความขึ้นของกิ่งมะม่วงและกิ่งดาเบญญา	63
ตารางที่ 3.4 ข้อมูลผลการตัดกิ่งยูคาลิปตัส จำนวน 100 ครั้ง	64 – 66
ตารางที่ 3.5 ผลการตัดกิ่งยูคาลิปตัส จำนวน 100 ครั้ง (หลังจากการปรับปรุงการป้อนตัวใบเลื่อยโซ่ใหม่)	67 - 70
ตารางที่ 3.6 ผลการตัดกิ่งดาเบญญา จำนวน 100 ครั้ง (หลังจากการปรับปรุงการป้อนตัวใบเลื่อยโซ่ใหม่)	71 - 74
ตารางที่ 3.7 แสดงข้อมูลการทดสอบหากล้างที่ใช้ในการขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ที่ใช้ตัดกิ่งต้นดาเบญญา ณ. ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 5.75 เมตรต่อวินาที	75
ตารางที่ 3.8 แสดงข้อมูลการทดสอบหากล้างที่ใช้ในการขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ที่ใช้ตัดกิ่งต้นดาเบญญา ณ. ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 7.50 เมตรต่อวินาที	75
ตารางที่ 3.9 แสดงข้อมูลการทดสอบหากล้างที่ใช้ในการขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ที่ใช้ตัดกิ่งต้นดาเบญญา ณ. ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 9.75 เมตรต่อวินาที	76
ตารางที่ 3.10 แสดงข้อมูลการทดสอบหากล้างที่ใช้ในการขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ที่ใช้ตัดกิ่งต้นยูคาลิปตัส ณ. ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 5.75 เมตรต่อวินาที	76
ตารางที่ 3.11 แสดงข้อมูลการทดสอบหากล้างที่ใช้ในการขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ที่ใช้ตัดกิ่งต้นยูคาลิปตัส ณ. ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 7.50 เมตรต่อวินาที	77
ตารางที่ 3.12 แสดงข้อมูลการทดสอบหากล้างที่ใช้ในการขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ที่ใช้ตัดกิ่งต้นยูคาลิปตัส ณ. ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 9.75 เมตรต่อวินาที	77
ตารางที่ 3.13 การออกแรงยกด้ามจับยาว 2 เมตร เป็นมุมต่าง ๆ ขณะยังไม่ได้ทำการตัด	78
ตารางที่ 3.14 การออกแรงยกด้ามจับยาว 2 เมตร ขณะตัดกิ่งไม้ตั้งตรงกับพื้นดิน	78
ตารางที่ 3.15 การออกแรงยกด้ามจับยาว 2 เมตร ขณะตัดกิ่งไม้วางตัวลักษณะแนวขนานกับพื้นดิน	78
ตารางที่ 3.16 การออกแรงยกด้ามจับยาว 4 เมตร เป็นมุมต่าง ๆ ขณะยังไม่ได้ทำการตัด	79
ตารางที่ 3.17 การออกแรงยกด้ามจับยาว 4 เมตร ขณะตัดกิ่งไม้ตั้งตรงกับพื้นดิน	79
ตารางที่ 3.18 การออกแรงยกด้ามจับยาว 4 เมตร ขณะตัดกิ่งไม้วางตัวลักษณะแนวขนานกับพื้นดิน	79

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.19 ผลการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร	80
ตารางที่ 3.20 ผลการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร	81
ตารางที่ 3.21 ผลการทดสอบการใช้แรงงานคนใช้เลื่อยตัดกิ่งมะม่วง	82
ตารางที่ 3.22 การคำนวณค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้	83
ตารางที่ 3.23 การคำนวณค่าใช้จ่ายในการตัดกิ่งมะม่วงโดยใช้แรงงานคน	88

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้	5
รูปที่ 2.2 แสดงการตัดกิ่งที่ถูกกับผิด	8
รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะกิ่งที่ถูกตัด	8
รูปที่ 2.4 Pruning Tools แบบต่าง ๆ	9
รูปที่ 2.5 Chain saw	10
รูปที่ 2.6 Chisel	11
รูปที่ 2.7 Gouge	11
รูปที่ 2.8 Mallet	11
รูปที่ 2.9 Pruning knife	12
รูปที่ 2.10 Lopping shears	12
รูปที่ 2.11 Hedge shears	13
รูปที่ 2.12 Pole saw	13
รูปที่ 2.13 Pruning shears	14
รูปที่ 2.14 Pruning saw	14
รูปที่ 2.15 Tapered saw	15
รูปที่ 2.16 Orchard saw	15
รูปที่ 2.17 Pole pruner	16
รูปที่ 2.18 Pruner	16
รูปที่ 2.19 Bow bar	17
รูปที่ 2.20 Orchard saw	18
รูปที่ 2.21 Lopping shears	19
รูปที่ 2.22 Pruning Shear	20
รูปที่ 2.23 ลักษณะการทำงานของฟันเลื่อย	21
รูปที่ 2.24 ลักษณะของฟันเลื่อยมือ	22
รูปที่ 2.25 ลักษณะของฟันเลื่อยเครื่อง	23
รูปที่ 2.26 การทำงานของฟันเลื่อย	24
รูปที่ 2.27 การวางชิ้นงานให้เหมาะสมกับงานเลื่อย	24
รูปที่ 2.28 แสดงการเลื่อยวัสดุชิ้นงานพื้นที่หน้าตัดเต็ม	25
รูปที่ 2.29 แสดงผิวการเลื่อยที่ดี	26

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.30 แสดงผิวการเลื่อยเกิดจากการสั่นของใบเลื่อย	26
รูปที่ 2.31 แสดงผิวใบเลื่อยบนใบเลื่อยที่ล้นมาก	26
รูปที่ 2.32 แสดงลักษณะการตัดเฉือนของฟันเลื่อยกับวัสดุงานเมื่อเศษละลายติดฟันเลื่อย	27
รูปที่ 2.33 แสดงลักษณะของเศษวัสดุถูกตัดเฉือนจากฟันเลื่อยแล้วใช้น้ำหล่อเย็นฉีดลงบริเวณฟันเลื่อยเพื่อลดแรงเสียดทาน	27
รูปที่ 2.34 แสดงการม้วนเศษวัสดุไปตามโค้งของมุมปลายเศษวัสดุ	28
รูปที่ 2.35 แสดงลักษณะการดันเศษวัสดุของฟันเลื่อย	28
รูปที่ 2.36 แสดงรูปเฟืองโซ่ที่ใช้ใน Direct drive saw และ gear drive saw	30
รูปที่ 2.37 แสดงแบบต่าง ๆ ของ Guide bar และ Chain saw	31
รูปที่ 2.38 ชนิดของใบมีดโซ่เลื่อย	32
รูปที่ 2.39 แสดงการทำงานของคมตัดใบมีดโซ่เลื่อย	33
รูปที่ 2.40 การหาระยะพิชของโซ่เลื่อย	34
รูปที่ 2.41 การเปรียบเทียบระหว่างระยะพิชมากกับระยะพิชน้อย	35
รูปที่ 2.42 แสดงตัวตั้งควบคุมความลึกของคมขอบตัด	35
รูปที่ 2.43 เกณฑ์ของโซ่เลื่อย	36
รูปที่ 2.44 แสดงภาพตัดขวางของ Guide bar และ ชิ้นส่วนประกอบโซ่	36
รูปที่ 2.45 แสดงลักษณะของ Chain saw	37
รูปที่ 2.46 แสดงลักษณะของ Guide bar	37
รูปที่ 2.47 แสดงลักษณะของ Sprocket & rim	37
รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะเลื่อยโซ่ที่ลักลอบ ซื้อมาในในตลาดมืด เป็นเลื่อยโซ่ที่ทำจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ทั้งในด้านการผิดกฎหมาย และ ในด้านการใช้งานตัวเลื่อยโซ่เองซึ่งมีน้ำหนักมาก และกินกำลังมาก	39
รูปที่ 3.2 เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร	89
รูปที่ 3.3 เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร	89
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการผลิตตัวใบเลื่อยโซ่	90
รูปที่ 3.5 แบบของใบเลื่อยโซ่เป็นแบบเท่ากับขนาดของจริง	90
รูปที่ 3.6 ตัวใบเลื่อยโซ่ที่ตัดด้วยเครื่อง Laser beam cutter ตัดเท่ากับขนาดตามรูปที่ 3.5 ก่อนนำเข้าแม่พิมพ์ปั๊มตัวใบเลื่อยโซ่นี้อีกครั้ง	91

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 3.7 ใบเลื่อยใช้ตัวขวาและตัวซ้ายหลังจากนำเข้าแม่พิมพ์ปั๊มตัวใบเลื่อยใช้	91
รูปที่ 3.8 แบบแม่พิมพ์ปั๊มตัวใบเลื่อยใช้ตัวขวา	92
รูปที่ 3.9 แบบแม่พิมพ์ปั๊มตัวใบเลื่อยใช้ตัวซ้าย	93
รูปที่ 3.10 แบบบล็อกจากแม่พิมพ์ปั๊มตัวผู้	94
รูปที่ 3.11 แบบบล็อกจากแม่พิมพ์ปั๊มตัวเมีย	95
รูปที่ 3.12 แสดงขณะปั๊มตัวใบเลื่อยใช้	96
รูปที่ 3.13 การประกอบตัวใบเลื่อยใช้เข้ากับข้อโซ่เบอร์ 25	96
รูปที่ 3.14 การประกอบเลื่อยใช้เข้ากับตัว Guide bar	97
รูปที่ 3.15 Guide bar ที่ทำจากเหล็ก Stainless	97
รูปที่ 3.16 แบบสร้างห้องเกียร์เพื่องดออกจอก	98
รูปที่ 3.17 ห้องเกียร์ลูมิเนียมสร้างตามแบบ	99
รูปที่ 3.18 เพื่องดออกจอกที่ประกอบเข้ากับห้องเกียร์	99
รูปที่ 3.19 Safety clutch ที่ประกอบเข้ากับปลายเพลลาของห้องเกียร์	100
รูปที่ 3.20 แสดงแผ่น Clutch ของ safety clutch	100
รูปที่ 3.21 เครื่องยนต์ของเครื่องตัดหญ้าสะพายหลังที่นำมาใช้เป็นเครื่องยนต์ ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้	101
รูปที่ 3.22 ที่ส่วนท้ายของเครื่องยนต์เป็นแบบ Quickcoupling สามารถ ถอดเปลี่ยนด้ามจับได้สะดวกและรวดเร็ว	101
รูปที่ 3.23 แสดงการวัดแรงที่ป่าซ้ายและป่าขวา ที่รับน้ำหนักของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร	102
รูปที่ 3.24 แสดงการวัดแรงยกด้ามจับของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร	103
รูปที่ 3.25 แสดงการวัดแรงที่ป่าซ้ายออกแรงรับน้ำหนักของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร	104
รูปที่ 3.26 แสดงการวัดแรงที่มือซ้ายและมือขวาดึงออกแรงยกด้ามจับของเครื่อง ตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร	105
รูปที่ 3.27 ทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร ตัดกิ่งมะม่วง	106
รูปที่ 3.28 ทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร ตัดกิ่งมะม่วง	106
รูปที่ 3.29 ทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร ตัดกิ่งตาเบญญา	107
รูปที่ 3.30 ทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร ตัดกิ่งตาเบญญา	108

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 3.31 แสดงการทดสอบตัดกิ่งยูคาลิปตัส และ ตาเบนูญา จำนวน 300 ครั้ง	109
รูปที่ 3.32 แสดงรอยตัดที่เกิดจากการใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ตัด	109
รูปที่ 3.33 แสดงการใช้ Dynamometer วัดกำลังการตัดกิ่งไม้ของเลื่อยโซ่	110
รูปที่ 3.34 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่งไม้ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร	111-112
รูปที่ 3.35 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะทำการตัดกิ่งไม้ที่ตั้งตรงกับพื้นดินของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร	113
รูปที่ 3.36 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะทำการตัดกิ่งไม้ที่วางขนานกับพื้นดินของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร	114
รูปที่ 3.37 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่งไม้ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร	115-117
รูปที่ 3.38 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะทำการตัดกิ่งไม้ที่ตั้งตรงกับพื้นดินของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร	118
รูปที่ 3.39 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะทำการตัดกิ่งไม้ที่วางขนานกับพื้นดินของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร	119-120
รูปที่ 3.40 ขณะทำการทดสอบตัดกิ่งมะม่วงในสภาพการทำงานจริงของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร	121
รูปที่ 3.41 ขณะทำการทดสอบตัดกิ่งมะม่วงในสภาพการทำงานจริงของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร	122

บทที่ 1

บทนำ

ต้นไม้ยืนต้นทั้งต้นไม้ที่ปลูกให้ร่มเงา และต้นไม้ผลต่าง ๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการตัดแต่งทรงพุ่มอยู่เป็นประจำ ด้วยเหตุผลประการต่าง ๆ เช่น เพื่อให้เกิดความสวยงาม ลดอันตรายจากการหักโค่นเมื่อมีลมพายุพัด หรือ ลดอันตรายจากการที่กิ่งก้านไปโดนสายไฟฟ้าแรงสูง ลดการสูญเสียอาหารที่ต้องส่งไปเลี้ยงกิ่งก้านแทนที่จะส่งไปเลี้ยงผล และประการสุดท้าย ทำให้สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวผลไม้ต่าง ๆ ต้นไม้ยืนต้นที่ปลูกให้ร่มเงา และต้นไม้ผลต่าง ๆ ที่ปลูกตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป มักจะมีลำต้น กิ่งก้านที่มีขนาดใหญ่ โดยเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 5 ซม. ขึ้นไป ความสูงของต้นจะมากกว่า 5 เมตร และมีทรงพุ่มขนาดใหญ่ การที่ความสูงของต้นไม้สูงมากกว่า 5 เมตร จะเป็นอุปสรรคสำคัญในการที่จะตัดแต่งทรงพุ่มเป็นอย่างมาก และวิธีการที่ปฏิบัติกันอยู่เวลานี้ก็คือ ใช้คนปีนขึ้นไปบนต้นไม้ เพื่อตัดกิ่งไม้ลงมา ซึ่งวิธีการนี้บางครั้งคนตัดก็ได้รับอันตรายจากการพลัดตกลงมาจากต้นไม้ หรือต้นไม้ยืนต้นบางประเภทจะมีมดแดงที่อาศัยทำรังอยู่บนต้นไม้ การที่จะใช้คนปีนขึ้นไปบนต้นไม้ ย่อมมีความลำบากเพิ่มมากขึ้น หรือตามสถานที่ราชการต่าง ๆ เวลาจะตัดแต่งกิ่งต้นไม้ยืนต้นก็ต้องนำรถกระเช้ามาช่วยในการตัดแต่งกิ่ง ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก และในปัจจุบันการจ้างแรงงานในการตัดแต่งกิ่งต้นไม้ก็หายากมากขึ้น และก็ไม่มีคนอยากจะทำ เพราะเป็นงานที่ยากลำบาก และเสี่ยงอันตราย

ในปัจจุบันได้มีเอกชนทำกรรไกรตัดแต่งกิ่งไม้ที่สามารถตัดแต่งกิ่งไม้ขนาดเล็ก ๆ เท่านั้น เส้นผ่าศูนย์กลางกิ่งไม้ที่สามารถตัดได้ไม่เกิน 2 ซม. และตัดแต่งกิ่งไม้ได้ในระดับความสูงไม่เกิน 2 เมตร โดยใช้แรงดันลมขับเคลื่อนตัวกรรไกร ซึ่งระบบต้องมีปั๊มลม และถังเก็บลม ทำให้ระบบมีขนาดใหญ่ ไม่สะดวกต่อการปฏิบัติงาน สำหรับกิ่งไม้ที่มีขนาดใหญ่คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า 5 ซม. ขึ้นไป และตัดแต่งกิ่งไม้ในระดับความสูงมากกว่า 5 เมตร และใช้คน ๆ เดียวในการปฏิบัติงาน ยังไม่มีการประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมาเลย ดังนั้นจึงเป็นการสมควรที่จะได้มีการพัฒนาเครื่องตัดแต่งทรงพุ่มต้นไม้ยืนต้นชนิดนี้ขึ้นมา เพื่อจักได้เป็นประโยชน์ที่จะใช้งานตัดแต่งกิ่งไม้ของต้นไม้ยืนต้นที่ปลูกขึ้นอยู่ทั้งในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ในบริเวณสถานที่ทำงานราชการ ต้นไม้ที่ปลูกอยู่สองข้างทางในกรุงเทพมหานคร และในจังหวัดอื่น ๆ และต้นไม้ผลที่ปลูกตามสวนผลไม้ต่าง ๆ วัตถุประสงค์ของโครงการ เพื่อพัฒนาเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ ชนิดที่สามารถเลือกกิ่งตัดได้ โดยเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้สามารถตัดกิ่งไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 - 10 ซม. ได้ และสามารถตัดแต่งกิ่งไม้ในระดับความสูงจากพื้นดิน 5 - 6 เมตร โดยใช้คนปฏิบัติงาน 1 - 2 คน

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 การตัดแต่งกิ่งไม้

การตัดแต่งกิ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้พืชจำพวกไม้ยืนต้นทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ไม้ดอก ไม้ประดับหลายชนิด เกิดผลผลิตอย่างสมบูรณ์ โดยทั่วไปการตัดแต่งกิ่งจะตัดแต่งด้วยการตัดยอด หรือส่วนของรากพืชออก ซึ่งจัดเป็นวิทยาการอย่างหนึ่งที่ได้นำเอาศิลปะเข้ามาประยุกต์กันทางวิทยาศาสตร์เกษตรอย่างมาก

การตัดแต่งกิ่งจะเริ่มทำตั้งแต่ระยะแรกของการปลูกต้นไม้ ที่ต้นไม้ยังมีขนาดเล็กเพื่อให้มีโครงสร้าง รูปร่าง ตามที่ต้องการ มีความเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานภายในสวน และยังเป็นผลดีต่อการออกดอกติดผล การตัดแต่งกิ่งเพื่อให้ต้นไม้ได้รูปทรงตามที่ต้องการ เรียกว่า “การแต่งกิ่ง” (training) ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคการตัดแต่งกิ่งเข้ามาช่วย

ตัด คือ การตัดให้กิ่งขาดออก

แต่ง คือ การจัดให้ต้นไม้มีโครงสร้าง รูปร่าง ตามที่ต้องการ

เมื่อต้นไม้โตขึ้น สามารถออกดอกติดผลได้แล้ว การแต่งกิ่งก็จะลดลง ส่วนใหญ่จะเป็น “การตัดกิ่ง” (pruning) ซึ่งจะช่วยให้ต้นไม้สามารถออกดอกและติดผลได้อย่างเต็มที่ โดยการปฏิบัติจะทำการทั้งก่อนและหลัง ให้ดอกและผล

2.2 จุดประสงค์ของการตัดแต่งกิ่ง

1) เพื่อให้การกระจายทั่วต้นอย่างสม่ำเสมอ และผลมีคุณภาพ

การตัดแต่งกิ่งจะช่วยให้ออกดอกและติดผลกระจายไปทั่วทั้งต้นอย่างสม่ำเสมอ ไม่ออกดอกหรือติดผลมากไปที่กิ่งหนึ่งกิ่งใด ผลผลิตที่กระจายไปทั่วทั้งต้นนั้น ย่อมทำให้คุณภาพของผลดี เนื่องจากต้นไม้ได้รับแสงแดด การดูแลรักษา (การฉีดยาป้องกันโรคและแมลง การให้น้ำ) อย่างทั่วถึง ต้นไม้ที่ได้รับการตัดแต่งกิ่ง การออกดอกและติดผล จะไม่มากเกินไป อาหารที่อยู่ในภายในต้น จึงสามารถกระจายไปเลี้ยงผลได้ทั่วถึงและเต็มที่เพียงพอ จึงทำให้ผลผลิตมีขนาดและรสชาติดี

2) เพื่อให้ต้นไม้มีโครงสร้างที่แข็งแรง

จะต้องตัดแต่งกิ่งตั้งแต่ที่ต้นไม้ยังมีขนาดเล็กอยู่โดยเลือกเอาเฉพาะกิ่งที่มีลักษณะแข็งแรงไว้ และตัดกิ่งที่มีขนาดเล็กออกไป เลือกกิ่งที่มีมุมของกิ่งกับลำต้นกว้างไว้ เนื่องจากเป็นกิ่งที่มีลักษณะโครงสร้างของกิ่งที่แข็งแรง ส่วนกิ่งที่มีมุมง่ามเป็นมุมแคบนั้น เป็นโครงสร้างของกิ่งที่อ่อนแอมาก จึงไม่ควรเลือกกิ่งในลักษณะนี้ไว้ เพราะจะเป็นจุดที่อ่อนแอ และทำให้กิ่งเกิดการหักขาดหรือหัก เมื่อต้นไม้อายุมากขึ้น

3) เพื่อให้ต้นไม้มีโครงสร้าง (ทรงพุ่ม) ที่เหมาะต่อการปฏิบัติงานภายในสวน

เมื่อต้นไม้มีโครงสร้างที่เหมาะสมแล้ว การปฏิบัติงานต่างๆ ภายในสวนเป็นไปอย่างสะดวก เช่น มีทรงพุ่มพอเหมาะ การนำเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการพรวนดิน การไถ การตัดหญ้า ก็สามารถทำได้สะดวก โดยไม่ก่อความเสียหาย และอันตรายแก่ต้นไม้ แต่ถ้าต้นไม้มีขนาดของทรงพุ่มสูงเกินไป การฉีดพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดโรค แมลง และพืชทางใบ การเก็บเกี่ยวผลผลิตก็กระทำลำบากขึ้น หรือถ้าต้นไม้มีทรงพุ่มที่เตี้ยเกินไป การนำเครื่องจักรมาใช้ก็ไม่สามารถทำได้

4) เพื่อป้องกันการระบาดของโรคและแมลง

ต้นไม้ที่มีทรงพุ่มหนาทึบ จะมีการสะสมของโรคและแมลงเป็นอย่างดี การตัดแต่งกิ่งเพื่อลดจำนวนของกิ่งลง จะทำให้ต้นไม้มีทรงพุ่มที่โปร่ง แสงแดดสามารถส่องลงไปถึงบริเวณโคนต้น เป็นการช่วยป้องกันการระบาดของโรคและแมลงได้ และช่วยตัดปัญหาการรบกวนจากพวกกาฝากและฝอยทอง หรือวัชพืชที่ขึ้นตามต้น ออกไปด้วย

5) เพื่อฟื้นฟูสภาพของต้นที่ทรุดโทรมให้กลับมีสภาพสมบูรณ์ขึ้นมาใหม่

สวนที่มีอายุเก่าแก่ ต้นไม้จะอยู่ในสภาพที่ทรุดโทรม สามารถทำการฟื้นฟูสภาพให้กลับสมบูรณ์ขึ้นมาใหม่ได้โดยการตัดแต่งกิ่งเก่าบางส่วนออกไป จนบางครั้งอาจจะตัดแต่งจนเหลือต้นตอ และกิ่งใหญ่เท่านั้น แล้วทำการบำรุงดูแลรักษา จะทำให้มีการแตกกิ่งและยอดใหม่ที่

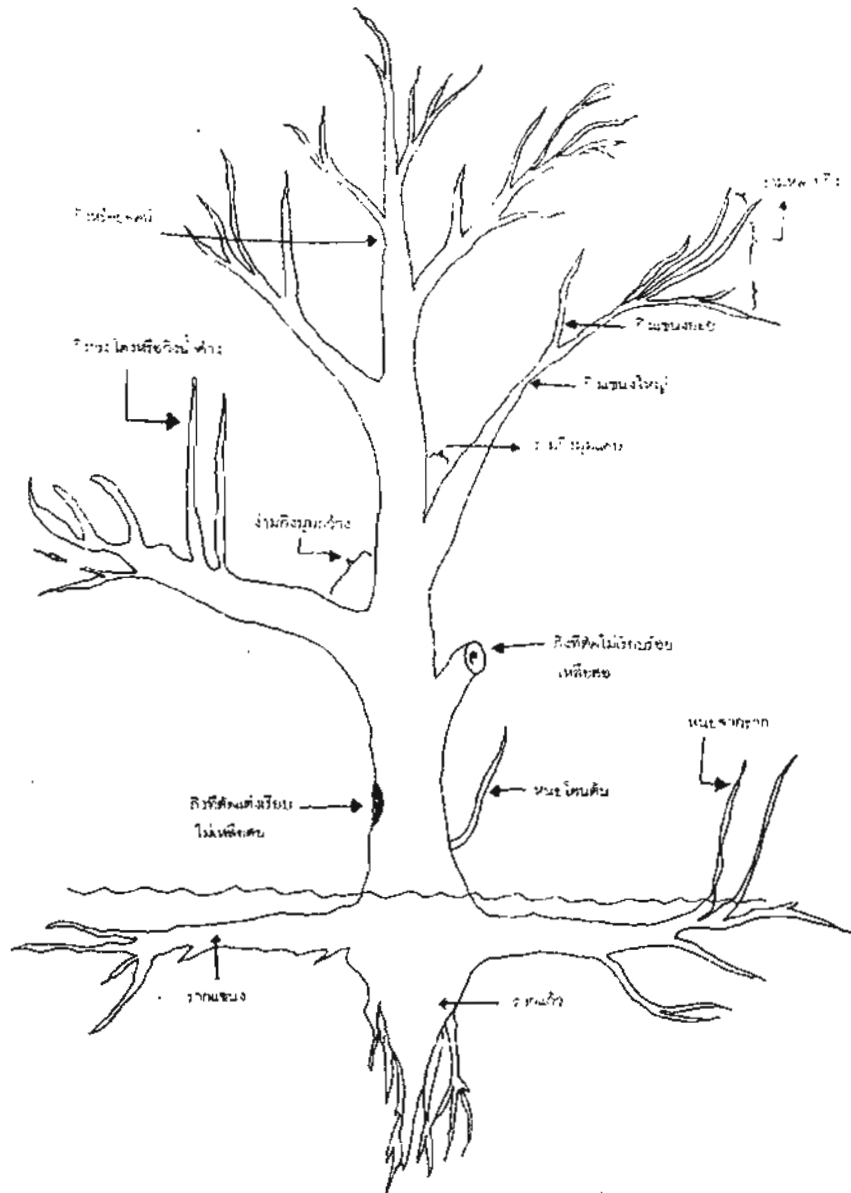
สมบูรณ์ออกมาทดแทนได้ นอกจากว่า สวนหรือต้นไม้นั้นมีสภาพทรุดโทรมเกินไปเท่านั้น หลังจากตัดแต่งกิ่งแล้วต้นไม้นั้นอาจตายไปเลยก็ได้ ในกรณีนี้ก็ควรจะต้องพิจารณาก่อนว่า ต้นไม้ถ้าทรุดโทรมมากเกินไปแล้วก็ควรทำการตัดโค่นทิ้ง แล้วทำการปลูกใหม่ไปเลย ไม่ต้องมารอการเลี้ยงดูต้นเก่าว่า จะสามารถฟื้นต้นได้หรือไม่ จะเป็นการประหยัดกว่า

6) เพื่อให้ต้นไม้เกิดอาการออกดอกได้ดี

ต้นไม้ผลบางชนิดถ้าได้รับการตัดแต่งกิ่งแล้วจะช่วยให้มีการออกดอกได้ดี แต่ถ้าไม่มีการตัดแต่งกิ่งแล้ว มักจะไม่ออกดอกหรือออกดอกได้ไม่ดี เช่นการปลูกน้อยหน่า ได้พัฒนาเทคนิคการปลูก โดยใช้การตัดแต่งกิ่งมาช่วย ทำให้สามารถออกดอกนอกฤดูได้อีกด้วย หรือการปลูกองุ่น ในปัจจุบันที่สามารถจะกำหนดให้ออกนอกในช่วงฤดูใดก็ได้ตามต้องการ ก็อาศัยเทคนิคการตัดแต่งกิ่งมาช่วย

การตัดแต่งกิ่งจะช่วยให้ต้นไม้เกิดการสมดุลขึ้นในต้นโดยเฉพาะในกรณีที่ต้นมีการเจริญทางใบมาก มีลักษณะที่เรียกว่า “ใบไ้” การตัดแต่งใบบางส่วนออกไป จะช่วยให้เกิดความสมดุลย์ของต้นไม้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการออกดอก

การตัดแต่งกิ่งเพื่อลดจำนวนกิ่งลงนั้น นอกจากจะช่วยรักษาความสมดุลย์ทางด้านธาตุอาหารภายในต้นไม้แล้ว ยังมีส่วนช่วยลดปัญหาในการติดผลที่มากเกินไป การที่ต้นไม้ติดผลมากเกินไปจะทำให้ต้นไม้เกิดปัญหาการออกดอกเว้นปีเพราะเมื่อต้นไม้ติดผลมากเกินไป ต้นไม้จะต้องใช้อาหารภายในต้นเพื่อเลี้ยงผล ทำให้ฤดูกาลต่อไป ต้นไม้จะไม่สามารถหาอาหารได้ทันปริมาณอาหารที่มีในต้นจึงไม่เพียงพอที่จะทำให้ต้นไม้สามารถออกดอกได้ การออกดอกจึงต้องเว้นไปปีหรือมีการออกดอกก็น้อย ถ้าต้นไม้ติดผลไม่มากเกินไป ปัญหาการออกดอกเว้นปีคงไม่เกิดขึ้น ดังนั้นเมื่อต้นไม้ติดผลมากเกินไป ก็อาจจะตัดแต่งผลออกบ้าง



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนส่วนต่างๆ ของต้นไม้

2.3 ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการตัดแต่งกิ่ง

การตัดแต่งกิ่งผลไม้ ควรจะปฏิบัติให้ถูกต้องตามฤดูกาลของต้นไม้แต่ละชนิด มิฉะนั้น อาจจะมีผลทำให้ไม้ออกดอกในปีนั้น

โดยทั่วไปแล้วการตัดแต่งกิ่งควรกระทำในขณะที่ต้นไม้มีการเจริญเติบโตน้อย หรืออยู่ในระยะพักตัว ซึ่งจะอยู่ในระหว่างช่วงฤดูแล้ง การระบาดของเชื้อราก็น้อย แต่ถ้าเป็นกิ่งที่มีขนาดใหญ่ จะต้องทำในช่วงที่ต้นไม้ไม่ต้องการใช้อาหารมาก ถ้ามีการตัดแต่งกิ่งออกไปจะทำให้ได้รับปริมาณอาหารลดลง เพราะปริมาณใบในการสังเคราะห์แสงลดลง

ไม้อผลแต่ละชนิด ช่วงฤดูในการตัดแต่งกิ่งก็จะแตกต่างกันออกไป

ไม้อผลที่การผลัดใบ (deciduous) ต้นไม้เหล่านี้ ใบจะร่วงจนหมดในฤดูแล้ง หรือก่อนเข้าฤดูหนาว ซึ่งเป็นลักษณะของการพักตัวของต้นไม้ โดยจะมีการสำรองอาหารไว้ในส่วนของรากและลำต้น เพื่อใช้ใน ช่วงฤดูใบไม้ผลิ การตัดแต่งกิ่งของไม้อผลผลัดใบจึงทำได้ง่าย โดยการตัดแต่งจะทำก่อนเข้าฤดูหนาว จะทำให้จำนวนกิ่งลดน้อยลง เมื่อถึงฤดูใบไม้ผลิอาหารที่สะสมไว้จะถูกนำมาใช้เพื่อเลี้ยงกิ่งออกดอกได้และมากขึ้นด้วย

ส่วนการตัดแต่งไม้อผลที่ไม่มีการผลัดใบ ก็จะมีช่วงและการปฏิบัติที่แตกต่างออกไป ไม้อผลที่ไม่มีการผลัดใบ จะไม่มีการพักตัวของต้น ถ้ามีก็เป็นช่วงสั้นๆ และใบจะไม่ร่วงเหมือนไม้อผลที่มีการผลัดใบ การเก็บสะสมของไม้อผลไม่ผลัดใบจะเก็บไว้ในส่วนของใบ ลักษณะของการตัดแต่งกิ่งจึงจะปฏิบัติเพียงตัดกิ่งที่ไม่ต้องการทิ้งเท่านั้น เช่น กิ่งที่แห้ง กิ่งที่เป็นโรค กิ่งแก่ เป็นต้น เพื่อเป็นการถนอมอาหารเอาไว้ไม่ให้สูญเปล่าโดยไม่จำเป็นจากการตัดทิ้ง ช่วงของการตัดแต่งกิ่งจึงควรปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตเรียบร้อยแล้ว (ในช่วงอื่นจะตัดแต่งเพียงเล็กน้อย) เพราะถ้าการตัดแต่งทำผิดฤดูกาล อาจมีผลทำให้ต้นไม้ไม่ออกดอกในปีนั้นได้

2.4 วิธีการตัดกิ่ง

ในการตัดกิ่งอาจแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

1) การตัดให้เหลือตอกิ่ง เรียกว่า การทอนกิ่ง (heading back หรือ cutting bank)

เป็นการทอนกิ่งให้สั้นลงเพื่อให้เกิดยอดใหม่ ควรจะตัดกิ่งลงมาจนถึงระดับตาที่อยู่ในทิศทางที่ต้องการ โดยทิศทางของตาไม่ควรจะหันเข้ามาในทรงพุ่ม เพราะจะทำให้กิ่งที่เกิดใหม่ไม่มีประโยชน์ ซึ่งต้องตัดทิ้งในภายหลัง ทิศทางของตาควรจะพุ่งออกจากทรงพุ่ม

การตัดกิ่งเพื่อทอนกิ่งตัดให้ชิดกับตา และตัดเป็นปากฉลามโดยให้รอยแผลหันออกจากตา การตัดให้เหลือตอเหนือตายาวเกินไปจะไม่เกิดประโยชน์ บางครั้งตออาจจะแห้งหรือเน่าลงมาถึงตาด้วย

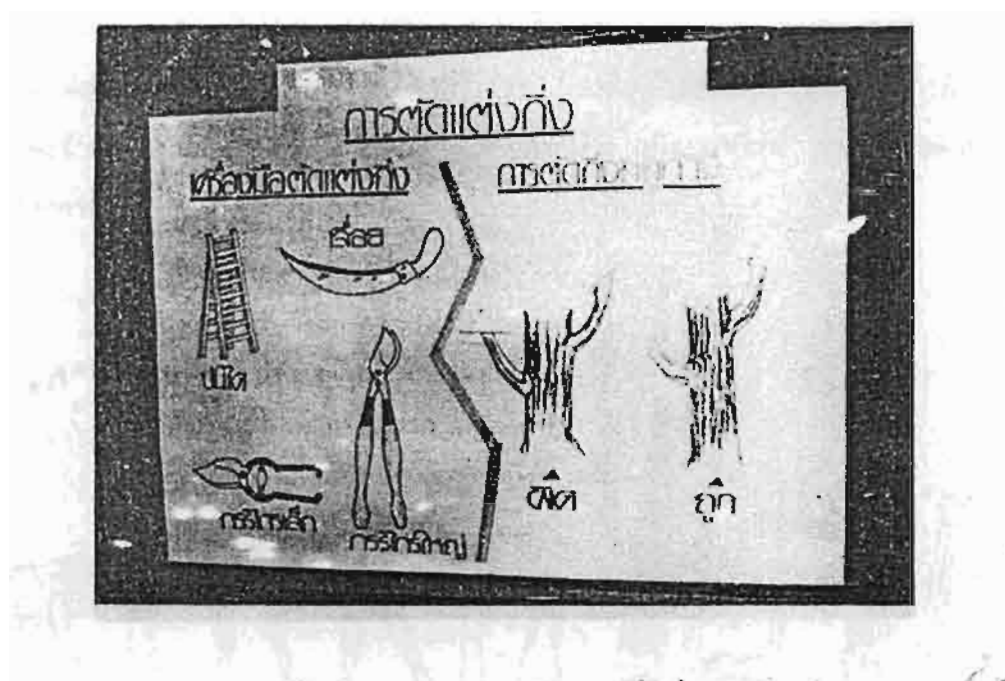
2) การตัดกิ่งไม่ให้เหลือกิ่งตอกิ่ง (thinning out หรือ cutting out)

การตัดกิ่งโดยไม่เหลือตอ เป็นการตัดกิ่งที่ไม่ต้องการทั้ง เช่น กิ่งที่อ่อนแอ กิ่งที่หันออกจากทิศทางที่ต้องการ กิ่งที่มีโรคและแมลงรบกวน กิ่งที่แห้งตาย เป็นต้น

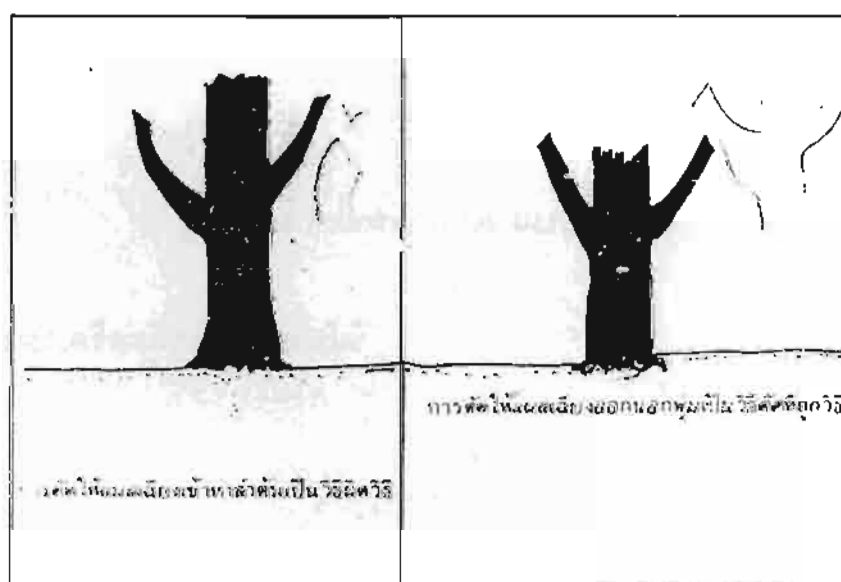
การตัดกิ่งโดยทั่วไปแล้วไม่ควรให้เหลือตอ ควรตัดให้ชิดกับโคนกิ่ง รอยแผลที่ตัดควรเรียบและเสมอกันเป็นหน้าเดียวกัน การตัดกิ่งที่มีขนาดใหญ่ ยาวและมีน้ำหนักมาก ควรตัดด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันการฉีกขาด

-การตัดแต่งกิ่งน้อยไว้จะดีกว่าการตัดแต่งกิ่งมากจนเกินไป

-ควรคิดก่อนตัด โดยคิดถึงผลดีและผลเสียของกิ่งที่ต้องการตัดทิ้ง เพราะเมื่อตัดแต่งกิ่งทิ้งไปแล้ว จะไม่สามารถจะต่อให้เหมือนเดิมได้ แต่หากถ้าไม่ตัดแต่งกิ่งในวันนี้ จะมาทำในวันต่อไปก็ได้ (วิจิตร วังโน, 2529)



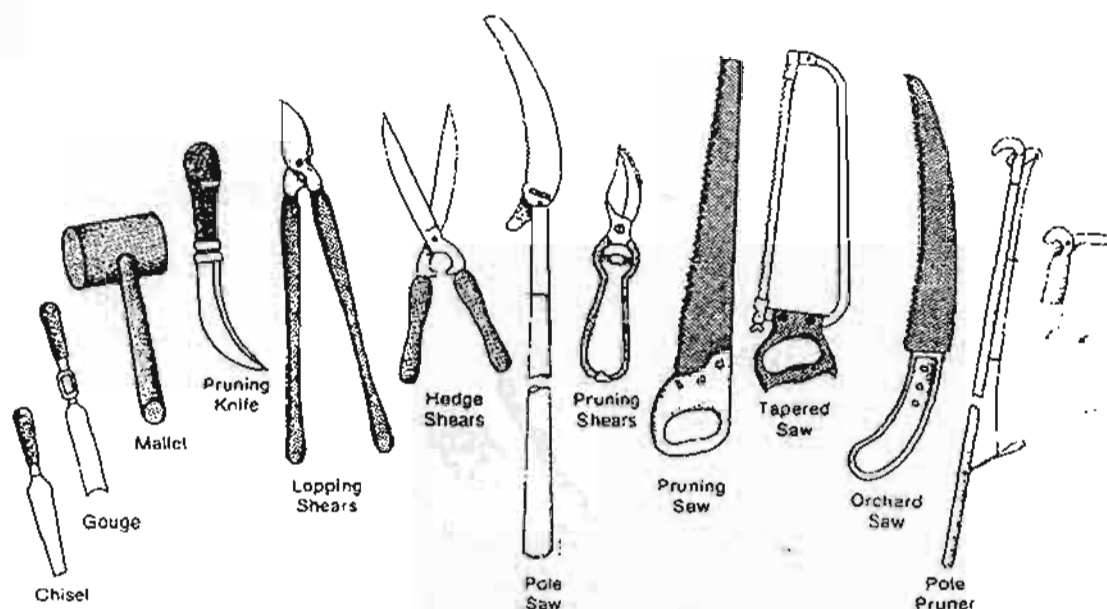
รูปที่ 2.2 แสดงการตัดแต่งกิ่งที่ถูก กับ ผิด



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะกิ่งที่ถูกตัด

2.5 Pruning Tools (เครื่องมือตัดแต่งทรงพุ่มไม้ยืนต้น)

Pruning คือ การตัดแต่งส่วนต่างๆ ของพืชออก เช่น กิ่งแห้ง กิ่งเป็นโรค ตลอดจนกิ่งที่เกะกะ และกิ่งที่ห้อยลงข้างล่างระดับผิวรอบๆ โคนต้น ทำให้โคนต้นโปร่ง เกิดยอดใหม่ และให้พอดีกับราก และช่วยลดการคายไอน้ำ เพื่อให้ส่วนที่เหลือทำหน้าที่ในการให้ประโยชน์เต็มที่



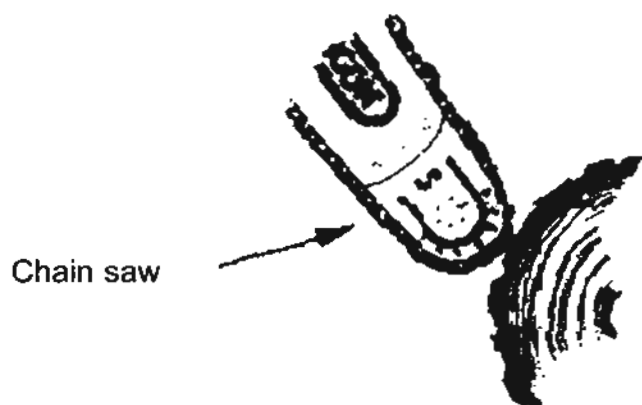
รูปที่ 2.4 Pruning Tools แบบต่างๆ

ตัวอย่างของเครื่องมือตัดแต่งกิ่งไม้

- 1) Chisel
- 2) Gouge
- 3) Mallet
- 4) Pruning Knife
- 5) Lopping Shears
- 6) Hedge Shears
- 7) Pole Saw
- 8) Pruning Shears

- 9) Pruning Saw
- 10) Tapered Saw
- 11) Orchard Saw
- 12) Pole Pruner
- 13) Pruner

CHAIN SAW เป็นเครื่องมือตัดแต่งกิ่งไม้อีกประเภทหนึ่งที่สามารถทำการเลื่อยกิ่งไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก เนื่องจากขณะทำการตัดทอนกิ่งไม้ที่ถูกตัดจะเป็นตัวรองรับส่วนของใบเลื่อยโดยมีจุดสัมผัสกับกิ่งไม้ตลอดความยาวเลื่อยโซ่ ทำให้เลื่อยโซ่ไม่แฉลบ และใช้แรงกดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และสามารถตัดทอนกิ่งไม้ที่มีทั้งขนาดใหญ่ๆ และขนาดเล็กๆ ได้



รูปที่ 2.5 Chain saw

การใช้งานของ Pruning Tools แบบต่างๆ

- 1) chisel (สิ่ว) ใช้สำหรับตัดกิ่งที่เล็กมากๆ



รูปที่ 2.6 Chisel

- 2) Gouge ตัดกิ่งขนาดเล็ก



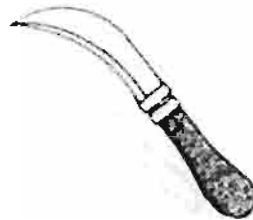
รูปที่ 2.7 Gouge

- 3) Mallet ค้อนเพื่อใช้ประกอบกับสิ่วหรือGouge



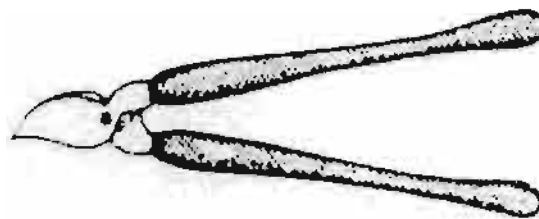
รูปที่ 2.8 Mallet

- 4) Pruning knife (มีดแต่งกิ่ง) สำหรับกิ่งค่อนข้างใหญ่ที่กรรไกรไม่สามารถตัดได้หรือตัดปลายกิ่งที่เปลี่ยนยอดพันธุ์



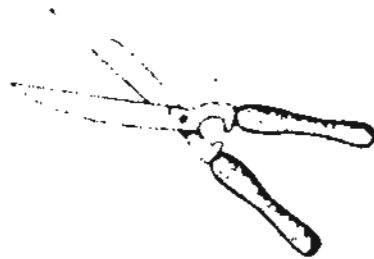
รูปที่ 2.9 Pruning Knife

- 5) Lopping shears สำหรับตัดแต่งกิ่งเล็กกิ่งน้อยที่อยู่ระดับสูงไม่สามารถใช้กรรไกรเล็กตัดได้ก็ใช้กรรไกรใหญ่มีด้ามต่อให้ยาวขึ้นแทน



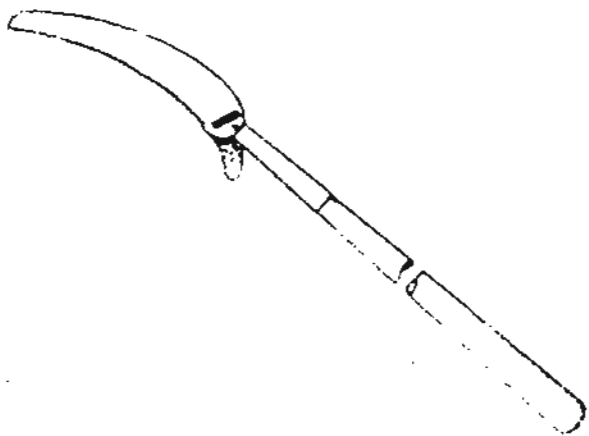
รูปที่ 2.10 Lopping Shears

6) Hedge shears เป็นกรรไกรตัดกิ่งวัชต้นไม้เตี้ยๆ ที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่กรรไกรเล็กจะสามารถตัดได้ ตัดโดยอาศัยแรงเฉือนที่มากกว่ากรรไกรเล็ก



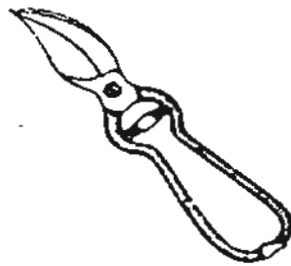
รูปที่ 2.11 Hedge shears

7) Pole saw ใช้เลื่อยตัดกิ่งไม้ที่อยู่ระดับสูงเกินเอื้อม



รูปที่ 2.12 Pole saw

8) Pruning shears กรรไกรเล็กหรือ กรรไกรด้ามสั้นแบบใบมีดโค้ง ใช้ตัดแต่งกิ่งที่เป็น
ง่ามกิ่งควรใช้ด้ามที่อยู่ทางใบมีดชิดกับโคนต้น ตัดกิ่งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกินครึ่ง
นิ้ว



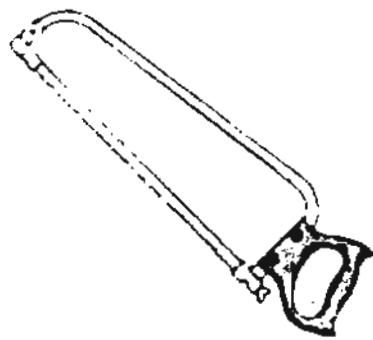
รูปที่ 2.13 Pruning shears

9) Pruning saw ใช้เลื่อยไม้แปรรูปขนาดไม่ใหญ่มาก



รูปที่ 2.14 Pruning saw

10) Tapered Saw ใช้ตัดส่วนที่เป็นกิ่งแขนงขนาดใหญ่ แตกเฉียงออกมาจากลำต้นเป็นกิ่งที่มีน้ำหนักถ่วงลงมาก การตัดทำให้กิ่งฉีกเป็นแผลใหญ่ จึงควรตัดด้วยความระมัดระวัง



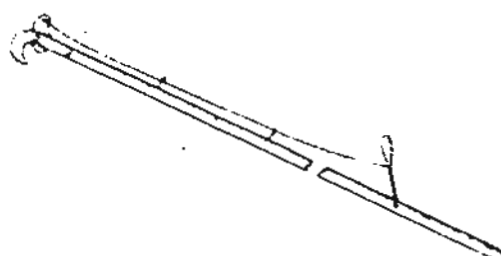
รูปที่ 2.15 Tapered Saw

11) Orchard Saw เลื่อยมือ สำหรับตัดกิ่งค่อนข้างใหญ่ที่กรรไกรไม่สามารถตัดได้ หรือตัดปลายกิ่งที่เปลี่ยนยอดพันธุ์



รูปที่ 2.16 Orchard Saw

12) Pole Pruner กรรไกรขอลือยาวด้ามสั้น ใช้ตัดแต่งกิ่งไม้ขนาดเล็กอยู่ในระดับสูง มีด้ามต่อ



รูปที่ 2.17 Pole Pruner

13) Pruner กรรไกรขอลือยาวด้ามสั้น ใช้ตัดแต่งกิ่งไม้ในระดับต่ำ



รูปที่ 2.18 Pruner

Bow bar

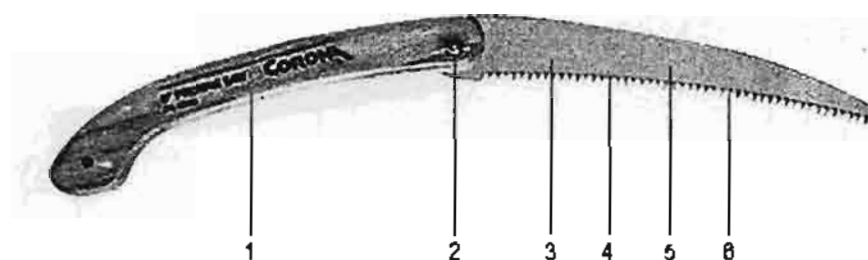


รูปที่ 2.19 Bow bar

14) Bow bar

- สำหรับตัดกิ่งไม้ที่มีขนาดใหญ่
- เปลี่ยนใบมีดเพื่อทำความสะอาดได้
- โครงเป็นเหล็ก Steel ขนาด Lightweight
- พั่นแข็งแรงมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน
- มีความปลอดภัยในการติดตั้ง

Orchard Saw



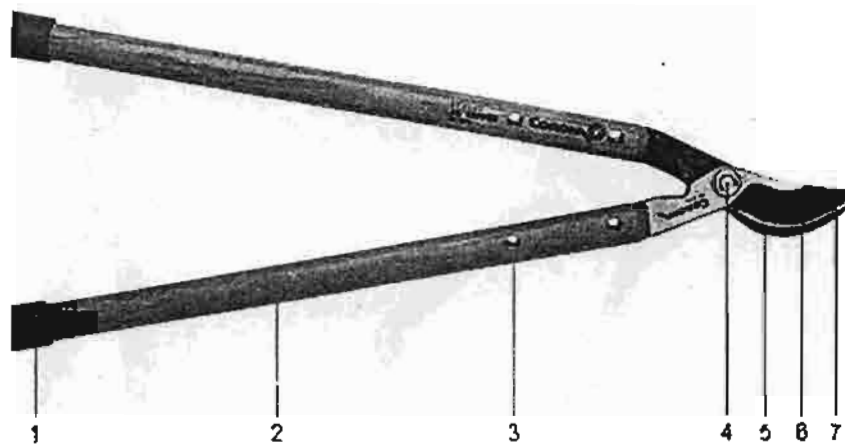
รูปที่ 2.20 Orchard Saw

15) Orchard Saw (เลื่อยมือ หรือเลื่อยแต่งกิ่ง) ใช้สำหรับตัดแต่งกิ่งที่ค่อนข้างใหญ่ที่กรรไกรไม่สามารถตัดได้ หรือตัดปลายกิ่งที่เปลี่ยนยอดพันธุ์ มีตัวใบเลื่อยโค้งเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดและถ่วงให้น้ำหนักในการตัดกิ่ง

ส่วนประกอบ

1. ตัวด้ามจับโค้งแข็งแรง
2. ที่ล็อกใบมีดเข้ากับตัวด้ามจับเพื่อความปลอดภัย และการเคลื่อนย้ายที่ง่าย
3. ใบมีดโค้งออกแบบเพื่อให้ฟันเลื่อยสัมผัสตัดกิ่งได้เร็วขึ้น
4. มีพื้นที่ในระหว่างดิ่งซี่ประมาณ 7 ฟัน/นิ้ว
5. มีการชุบ steel alloy กันสนิมที่ร่องขอบ
6. ฟันเรียงแถว จัดติดอยู่ที่ภายนอก

Lopping shears



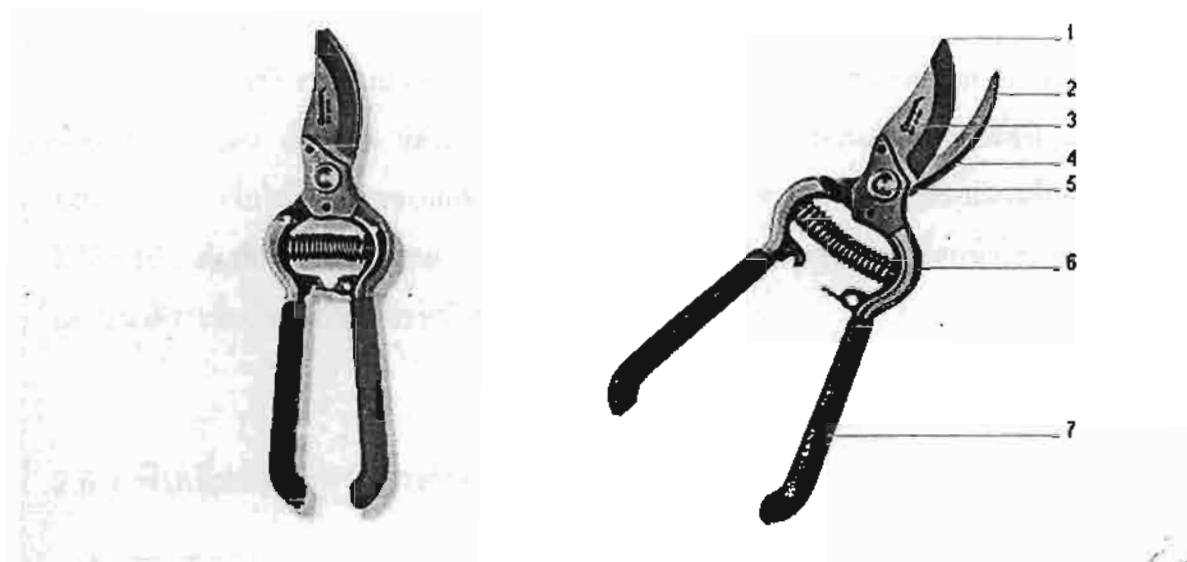
รูปที่ 2.21 Lopping shears

16) Lopping shears หรือ กรรไกรใหญ่หรือกรรไกรด้ามยาว ใช้สำหรับทำการตัดแต่งกิ่งเล็กกิ่งน้อยที่อยู่ระดับสูงไม่สามารถตัดได้ด้วยกรรไกรเล็กก็ใช้กรรไกรใหญ่ที่มีด้ามต่อให้ยาวขึ้น

ส่วนประกอบ

- 1) เป็นมือจับเกาะติดแน่นกับด้ามจับ เพิ่มความสบายในการหยิบจับทำให้ไม่ลื่นไถลหลุดมือโดยง่าย
- 2) ด้ามจับส่วนมากทำจากไม้ Hickory ขึ้นปลายด้ามด้านบนมีสลักเกลียวยึดเหล็กแข็ง และสามารถเปลี่ยนได้ง่าย
- 3) เป็น NUT มีลักษณะเป็นลากล่องพิเศษซึ่งป้องกันการถอดรื้อของอุปกรณ์เครื่องจักร และถอดได้ง่ายภายหลังจากมีอายุของการใช้งานแล้ว
- 4) เดือยสลักเกลียววางแนวเครื่องจักรให้มีความกระชับโดยการปรับ
- 5) พื้นที่ยึดเดือยสำหรับเจาะร่องป้องกันการลื่นไถลของกิ่งไม้เพื่อทำความสะอาดใบมีด
- 6) แนวรศมีใบมีดตัดเพื่อควบคุมการตัดเฉือนให้เหมาะสม
- 7) ขอบเจาะ Coronium steel alloy ขึ้นรูปรีดขึ้นเพื่อรับการสับเปลี่ยนโยกย้าย และ ทำความสะอาดในการตัด

Pruning Shears



รูปที่ 2.22 Pruning Shear

17) Pruning Shears เป็นกรรไกรเล็กหรือกรรไกรด้ามสั้นแบบใบมีดโค้ง ใช้ในการตัดแต่งกิ่งที่เป็นง่ามกิ่งโดยต้องการที่จะตัดให้แผลที่ติดชิดกับลำต้นดูเรียบร้อย การตัดก็ควรให้ด้ามที่อยู่ทางใบมีดชิดกับโคนต้น

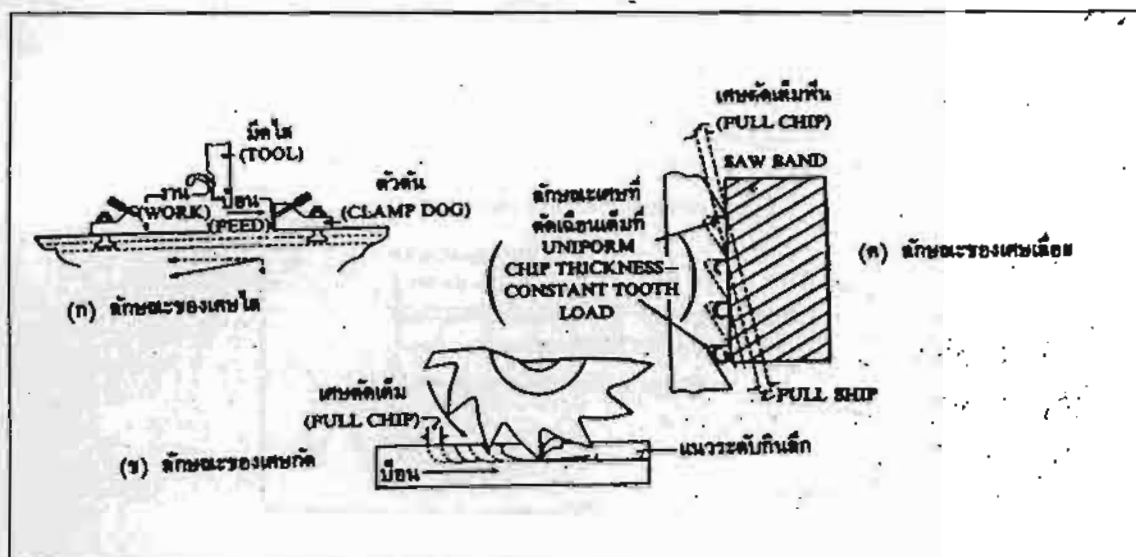
ส่วนประกอบ

- 1) ส่วนโค้งรัศมีใบมีดเจียนเพื่อลดให้มีแรงต้านทานน้อยที่สุดทำให้่ง่ายต่อการทำงานตัด ทำจากเหล็กที่มีความหนาแน่น และมีความแข็งแรงสูง
- 2) บริเวณ hook มีหน้าเสี้ยวแคบพอดีกับช่องว่างทำให้การอัดใส่ง่าย
- 3) ขอบผิวใบมีดส่วนมากทำจาก Corionium steel alloy ทำให้เกิดแรงเจียนมากขณะทำการตัดแต่งกิ่ง ขึ้นรูปร้อนและสามารถทำความสะอาดในการตัดได้ต่อเนื่อง
- 4) ร่องเจาะให้เกยกัน ป้องกันแรงที่กระทำในขณะที่ทำการตัด
- 5) เคียวสลักเกลียววางแนวชิ้นงานให้แน่นและสามารถปรับได้
- 6) ที่ยึดสามารถด้ามยึดได้และสามารถยึดได้นาน
- 7) เครื่องรับน้ำหนักยึดเกาะกับไม้ไม่ให้เกิดการลื่น สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสบาย

2.6 เลื่อยกล (POWER HACK SAW)

การตัดเฉือนด้วยเลื่อยกล (POWER HACK SAW) มีลักษณะการทำงานคล้ายๆ กับเครื่องไส มีความแตกต่างกันตรงที่มีคมตัดพร้อมๆ กันหลายๆ คม ทำการตัดเฉือนงานให้แยกขาดออกจากกัน การทำงานเริ่มมาจากเลื่อยมือพัฒนามาเป็นเลื่อยกล โดยอาศัยกลไกการทำงานให้เกิดความคล่องตัว เทียงตรง และเบาแรงได้มากขึ้น ด้วยระบบชิ้นส่วนต่างๆ ของเลื่อยกล ต่อมาได้มีการพัฒนาอีกในลักษณะของเลื่อยสายพานเคลื่อนที่ตัดแบบเดียวกับการหมุนของล้อสายพาน ไม่มีการชักกลับเหมือนกับเลื่อยกล นอกจากนั้นยังพัฒนาทิศทางของการเลื่อยทำได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง เพื่อเปิดโอกาสให้การทำงานได้มากขึ้น

2.6.1 ฟันเลื่อยและการทำงานของฟันเลื่อย

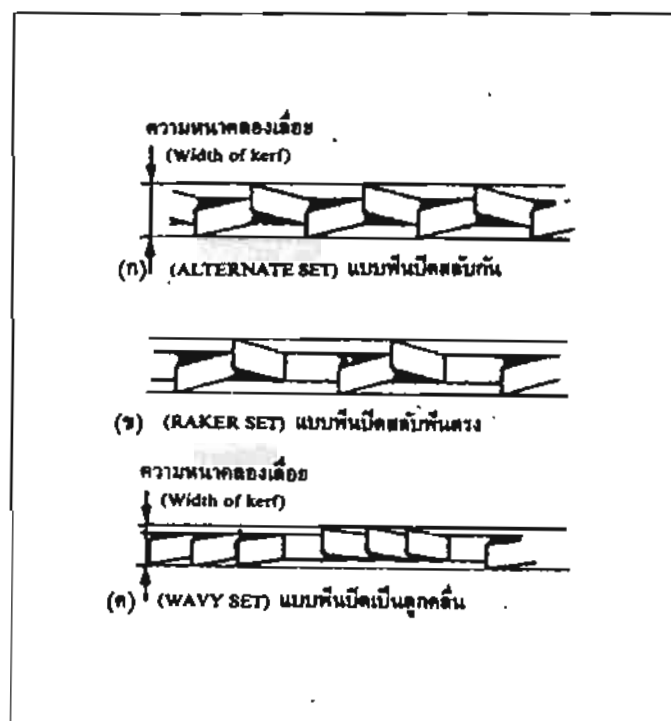


รูปที่ 2.23 ลักษณะการทำงานของฟันเลื่อย

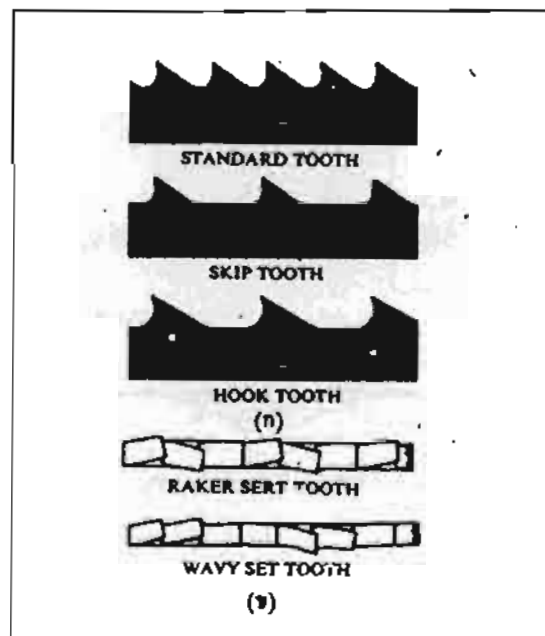
สิ่งที่น่าสังเกตคือ ลักษณะรูปร่างของมุมคมตัดของเครื่องมือ (TOOL) แต่ละชนิด (ไส, กัด, เลื่อย) ซึ่งเป็นลักษณะของคมเดียว และหลายๆ คมรวมกัน จุดที่จะมีอิทธิพลต่อการตัดเฉือนคือ มุมคมตัด (β) ซึ่งจะให้ความแข็งแรงในการทำงาน และมุมคาย (γ) เศษที่จะดันเศษตัดออกมาให้มีรูปร่างลักษณะอย่างไร ดูตามภาพ ในลักษณะของการตัดเฉือนแบบเต็มที (FULL LOAD) ของฟันคมตัด เศษตัดจะถูกดันออกไปตามแนวเฉียงของมุมคาย (β) เศษมันตัวออกมาต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราของการป้อนตัดเฉือนว่าจะกินลึกมากน้อยเพียงใด ในการทำงานของคมตัดแต่

ละชนิดจะมีขอบเขตของตัวเอง บริษัทผู้ผลิตจะกำหนดให้ว่าคมตัดแต่ละชนิดจะป้อนกินลึกได้เท่าใด ในลักษณะของคมตัดหลายๆ คม แบบมีดกัด (MILLING CUTTER) ฟันเลื่อย จะต้องอยู่ภายในขอบเขตของร่องคายเท่านั้น

ลักษณะของฟันเลื่อยจะขึ้นอยู่กับการทำงาน ซึ่งผู้ออกแบบผลิตจะเป็นผู้กำหนดรูปร่างของฟันเลื่อยและการบิดตัวของฟันเลื่อย ใบเลื่อยจะไม่หักงาย ส่วนรูปร่างของฟันจะขึ้นอยู่กับการใช้งาน ซึ่งจะแบ่งออกเป็นโลหะแข็งและโลหะอ่อน รวมถึงการเลือกใช้วัสดุในการผลิตใบเลื่อย เพื่อให้อายุการใช้งานของใบเลื่อยยาวนานขึ้น



รูปที่ 2.24 ลักษณะของฟันเลื่อยมือ



รูปที่ 2.25 ลักษณะของฟันเลื่อยเครื่อง

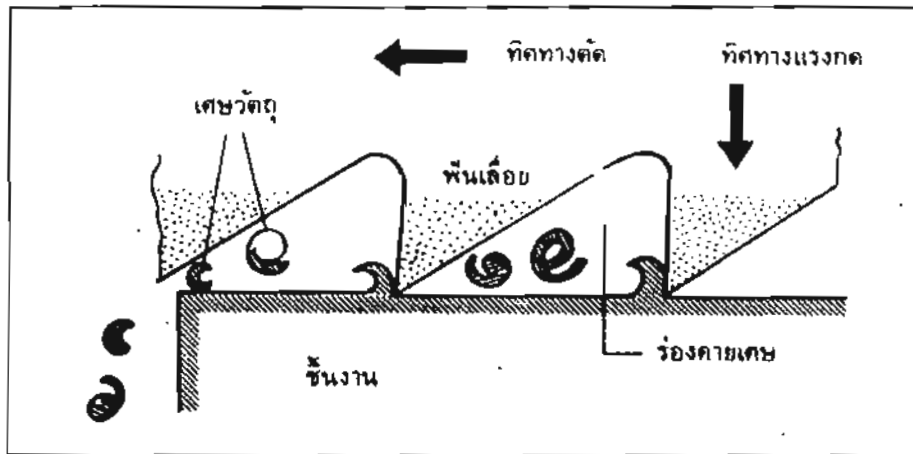
ก) รูปร่างของฟันเลื่อยด้านข้าง

ข) ลักษณะการปิดตัวของใบเลื่อย

ลักษณะของฟันเลื่อยที่ใช้กับโลหะอ่อน ระยะฟันห่างและฟันแหลม มุมคมตัด (β) จะน้อย เพราะไม่ต้องการความแข็งแรงสูง แต่ต้องการร่องคายเศษใหญ่ เพื่อให้เศษเลื่อยระบายออกไปได้ง่ายและเร็วที่สุด

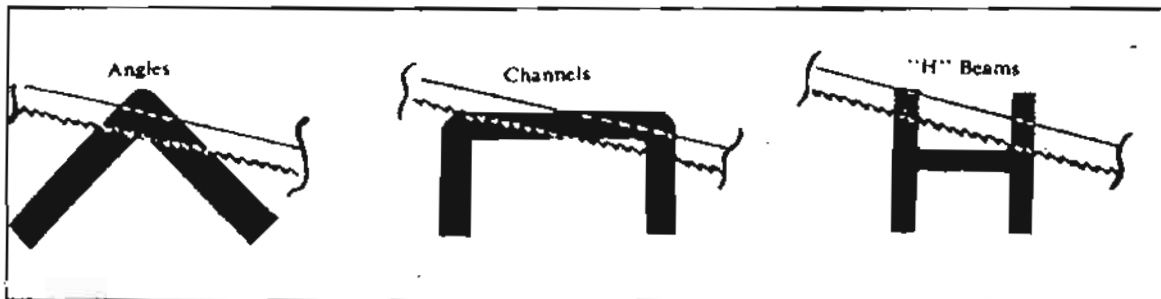
ส่วนฟันเลื่อยที่ใช้กับโลหะแข็ง มุมคมตัด (β) จะใหญ่ เพราะต้องการความแข็งแรงมาก ร่องคายเศษจะเล็ก เนื่องจากเศษตัดจะออกมาเป็นชิ้นเล็กๆ

ขนาดของเศษเลื่อยจะเล็กหรือใหญ่จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของคุณสมบัติของวัสดุ ขนาดความโตของมุมคมตัดเฉือน (β) และมุมคาย (γ) เศษเป็นหลัก



รูปที่ 2.26 การทำงานของฟันเลื่อย

2.6.2 ฟันเลื่อยที่เหมาะสมกับวัสดุงานเลื่อย

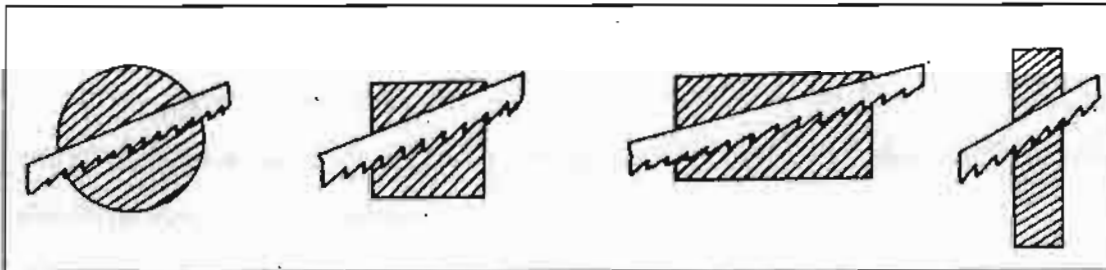


รูปที่ 2.27 การวางชิ้นงานให้เหมาะกับงานเลื่อย

ลักษณะของการเลื่อยงานจำนวนฟันเลื่อยจะมีบทบาทต่อการทำงาน เนื่องจากวัสดุงานที่นำมาเลื่อยจะมีความหนาต่างกัน และตำแหน่งของการจับงานเลื่อยจะต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับความแข็งแรงในการจับงานแบบต่างๆ ที่ฟันเลื่อยจะทำการตัดเฉือน

การเลื่อยท่อนบาง จำนวนฟันเลื่อยจะมีผลต่อการทำงานมากเพื่อให้อายุการใช้งานของใบเลื่อยได้นาน จะต้องเลือกขนาดจำนวนฟันเลื่อยให้เหมาะสม ซึ่งจำนวนฟันอย่างน้อยควรมี 3 ฟันวางอยู่บนผิวงานเลื่อย เพื่อไม่ให้ฟันเลื่อยสะดุดหัก

ขนาดของฟันเลื่อยที่ใช้งานกันทั่วๆ ไปจะมีทั้งนิ้วและมิลลิเมตร แต่ส่วนใหญ่จะใช้นับเป็นจำนวนฟันต่อนิ้ว (ต่อ 25 มม.) และขึ้นอยู่กับวัสดุงาน



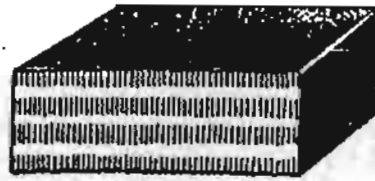
รูปที่ 2.28 แสดงการเลื่อยวัสดุชิ้นงานพื้นที่หน้าตัดเต็ม

การเลื่อยงานวัสดุหน้าเต็ม (เต็มพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงาน) ผลที่กระทบกับฟันเลื่อยคือ จำนวนฟันและการคายเศษเลื่อยออก ถ้าคายเศษออกได้น้อยจะอัดแน่นทำให้การเลื่อยลำบาก ใบเลื่อยอาจจะหัก และเกิดความร้อนสูง ดังนั้น การพิจารณาเลือกใช้จำนวนฟันเลื่อยจะต้องเลือกให้เหมาะสม

ตารางที่ 2.1 ขนาดจำนวนฟันเลื่อยที่เหมาะสมกับวัสดุงานพื้นที่หน้าตัดเต็ม

วัสดุงาน	วัสดุแข็ง	วัสดุแข็งปานกลาง
 หน้า 3 มม. ขึ้นไป	32 ฟัน/นิ้ว	32 ฟัน/นิ้ว
 หน้า 3-6 มม.	24 ฟัน/นิ้ว	24 ฟัน/นิ้ว
 หน้า 6-13 มม.	24 ฟัน/นิ้ว	18 ฟัน/นิ้ว
 หน้า 13-25 มม.	18 ฟัน/นิ้ว	14 ฟัน/นิ้ว

2.6.3 รอยเลื่อยและเศษตัดเลื่อย



รูปที่ 2.29 แสดงผิวการเลื่อยที่ดี

รอยเลื่อยจะเป็นตัวบอกถึงการทำงานของฟันเลื่อยว่าเป็นอย่างไรได้ดี ดังภาพ เมื่อนำชิ้นงานที่ผ่านการตัดเฉือนมาแล้ววางลงให้แนวตัดตั้งฉากกับพื้น จะเห็นว่าแนวเลื่อยเกิดเป็นสปริงดี ตัวกลับให้เห็นรอยเป็นแนวบนชิ้นงาน



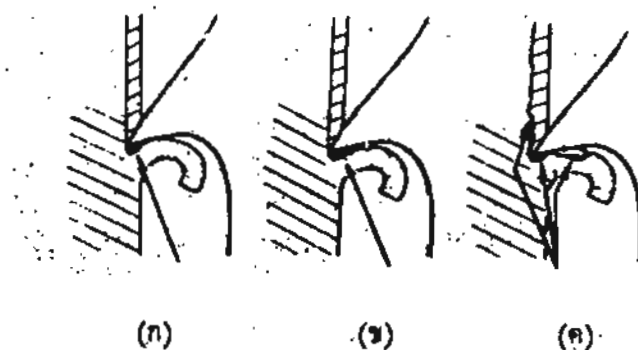
รูปที่ 2.30 แสดงผิวการเลื่อยเกิดจากการสั่นของใบเลื่อย

การสั่นของใบเลื่อย จะเกิดรอยเอียงแบบเส้นละเอียดยบนผิวงานบริเวณรอยตัด แต่ถ้าเกิดการสั่นของใบเลื่อยสูงมาก พื้นที่หน้าตัดของรอยเลื่อยจะเกิดเป็นรอยเอียงบนผิวงานเป็นแนวเส้นหยาบๆ มาก ซึ่งจะพาให้เกิดอันตรายได้



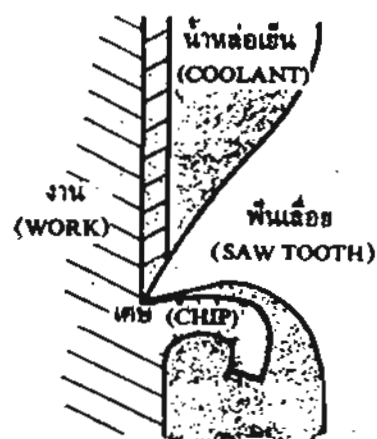
รูปที่ 2.31 แสดงผิวการเลื่อยบนใบเลื่อยสั่นมาก

จากภาพผู้ปฏิบัติงานพึงสังเกตและปรับใบเลื่อยใหม่ให้เกิดการสั่นสะเทือนน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ การสั่นสะเทือนของใบเลื่อยนี้จะส่งผลไปยังชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องอีกด้วย ทำให้เครื่องทำงานหนักเกินไปและอายุการใช้งานของเครื่องสั้นด้วย

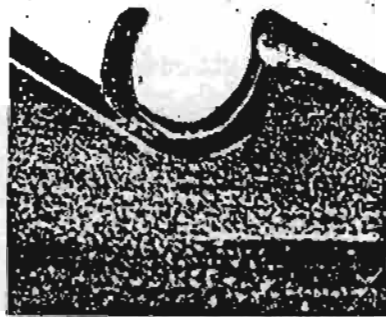


รูปที่ 2.32 แสดงลักษณะการตัดเฉือนของฟันเลื่อยกับวัสดุงานเมื่อ
เศษละลายติดฟันเลื่อย

- ก) บริเวณเริ่มตัดเฉือน
- ข) ขยายบริเวณเริ่มเกาะติดมากขึ้น
- ค) เกิดรอยบนเศษตัดเฉือนและชิ้นงาน

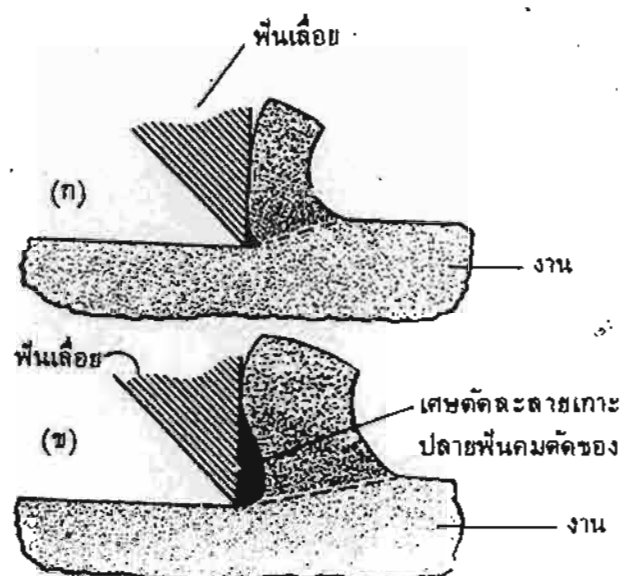


รูปที่ 2.33 แสดงลักษณะของเศษตัดเฉือนจากฟันเลื่อยแล้วใช้น้ำ
หล่อเย็นฉีดลงบริเวณฟันเลื่อยเพื่อลดแรงเสียดทาน



รูปที่ 2.34 แสดงการม้วนเศษวัสดุไปตามโค้งของมุมคายเศษ (γ)

การม้วนตัวของเศษตัดจะม้วนตัวไปตามโค้งของมุมคายเศษ (γ) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับโลหะอ่อนจะม้วนเป็นเศษเส้นยาวๆ โลหะแข็งจะม้วนเป็นเส้นสั้นๆ



รูปที่ 2.35 แสดงลักษณะการดันเศษเคียวของพินเคียว

ก) ป้อนดันปกติ

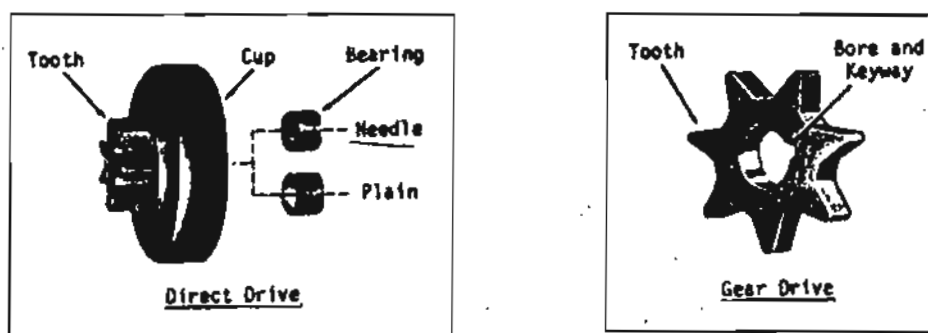
ข) ป้อนดันลึก

ลักษณะของการดันเศษ ในการทำงานปกติคมตัดของฟันเลื่อยจะตัดเศษดันออก แล้งมีวนหักออกจากชิ้นงานตามภาพ ก) ในกรณีป้อนตัดเฉือนลึก เศษตัดจะหนาและการดันเศษออกจะยาก ดูตามภาพ ข) ในบางงานวัสดุงานเป็นโลหะอ่อน เลื่อยไปนานๆ จะละลายเกาะติดเกาะปลายฟันเลื่อย ทำให้การเศษลำบาก เกิดการอัดแน่นฟันเลื่อยรูด (ในกรณีไม่หนัก) ถ้าเป็นโลหะแข็งฟันเลื่อยจะหัก ทำให้เลื่อยงานสะดุด และฟันเลื่อยอื่นๆ จะพลอยเสียหายไปด้วย มุมคมตัดจะโตขึ้นและจะต้องเพิ่มแรงตัดสูงขึ้น ทำให้เครื่องทำงานหนัก

2.7 โซ่เลื่อย , guide-bar และเฟืองโซ่

เมื่อมีการเลือกชนิดและการทำงานของเลื่อยโซ่ (chain saw) ขึ้นต่อมาก็มาถึงการตัดสินใจเลือกใช้ saw chain ,guide-bar และเฟืองโซ่ (sprocket) สิ่งที่เราต้องการสิ่งแรกสำหรับส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนนี้คือการให้ส่วนประกอบทั้ง 3 นี้ทำงานด้วยกันได้ คำแนะนำก็คือ ขึ้นส่วนทั้ง 3 นี้ ควรทำการผลิตจากโรงงานเดียวกัน เพื่อให้แน่ใจว่าขนาดได้ถูกออกแบบโดยวิศวกรอย่างแม่นยำ โดยวิธีนี้จะทำให้ชิ้นส่วนเหล่านี้ทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพดีที่สุด เฟืองโซ่ (sprocket) จะถูกออกแบบให้พอดีกับกับปลายของเพลารั้วเหวี่ยง (การขับโดยตรง) หรือทำการถ่ายทอดกำลังโดยเพลารับ (การขับโดยใช้เฟือง) ฟันของเฟืองโซ่มีขนาดพอดีกับคันขับ (drive links) ของโซ่เลื่อย จะทำให้ฟันของเฟือง 2 ฟัน ขบกันพอดี ดังนั้นโซ่เลื่อยจะถูกขับโดยเฟืองโซ่ที่หมุน

เฟืองเกียร์กับเฟืองโซ่ตัวขับจะถูกยึดไว้ด้วยกันโดยสลักเพื่อไม่ขับเพลารของเลื่อย เฟืองที่มีการขับโดยตรง (direct sprocket) จะหมุนลอยอยู่บริเวณปลายเพลารั้วเหวี่ยง (crank shaft) ถูกจับยึดอยู่ในแนวตรง และหมุนอยู่โดย Bronze หรือ Needle bearing เมื่อเครื่องยนต์ของเลื่อยหมุนด้วยความเร็วที่กำหนดไว้ มู่เล่ย์จะถูกประกบโดยการขยายตัวของ shoe-type clutch ทำให้เฟืองโซ่หมุนด้วยความเร็วเดียวกับเพลารั้วเหวี่ยง แต่เมื่อเครื่องยนต์หมุนฟรี (free) คลัทช์จะไม่ประกบเข้าไปทำให้ มู่เล่ย์ของฟันเฟือง และโซ่ไม่หมุน



รูปที่ 2.36 แสดงรูปเฟืองโซ่ที่ใช้ใน direct drive saw และ gear drive saw

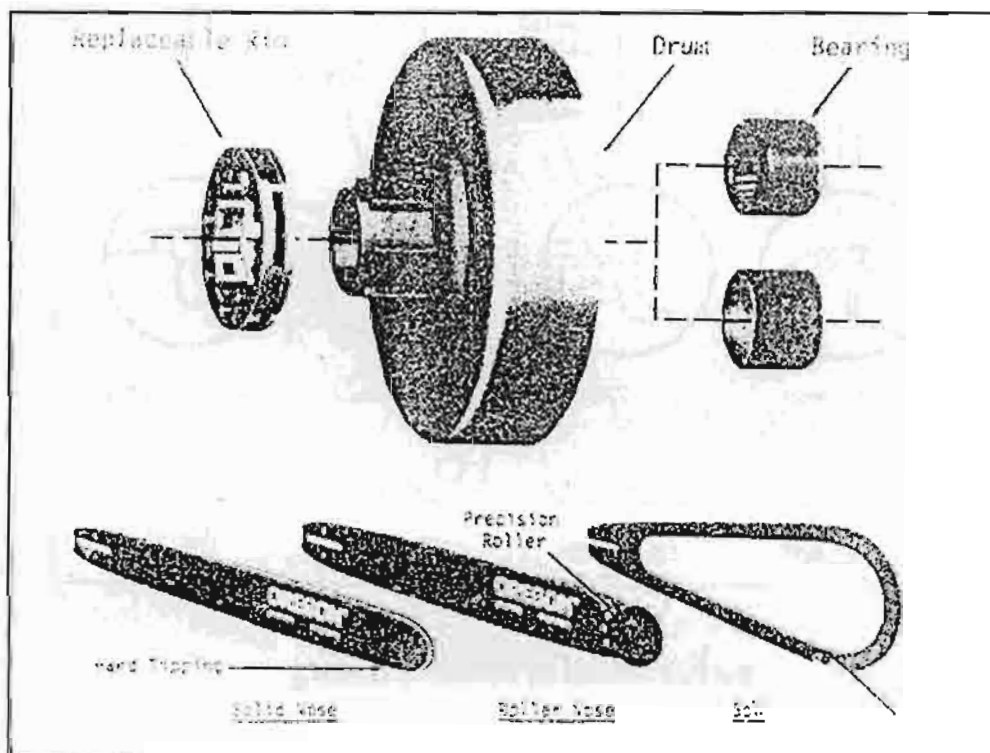
เมื่อมีการติดตั้งโซ่เลื่อยใหม่ควรมีการเปลี่ยนเฟืองโซ่ด้วย เพื่อให้แน่ใจว่าโซ่ (chain) และเฟืองโซ่ (sprocket) นี้จะทำงานร่วมกันอย่างสมบูรณ์ ทำให้ประหยัดเงินที่จะต้องทำการเปลี่ยนใหม่ rim-type sprocket ใช้รับเลื่อยแบบโดยตรง เนื่องจาก drum ไม่สึกหรอเร็วเท่าฟันของเฟืองโซ่ ทำให้มันสามารถที่จะใช้ได้กับเฟืองโซ่หลายๆ อัน ดังนั้นจึงมีเพียงแต่ขอบ (rim) เท่านั้นที่จำ

เป็นต้องเปลี่ยนเมื่อมีการติดตั้งโซ่ตัวใหม่เข้าไป ระบบนี้มักจะทำให้การเปลี่ยนเฟืองโซ่ทำได้ง่าย และรวดเร็วกว่าระบบอื่นๆ

ชนิดของ guide-bar หลักมีอยู่ 3 ชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะการทำงานและจุดเด่นเป็นของตัวเอง และแต่ละชนิดก็จะมีรูปร่างและความยาวต่างๆ กันเท่าที่สร้างได้ รายการของ guide-bar ที่แสดงเป็นความยาวที่มีประสิทธิภาพจริงเมื่อทำการตัดไม้

ที่ปลายของ guide-bar จะมี solid-nose guide-bar มีลักษณะกลมเป็นผิวหน้า ถูกเชื่อมด้วยโลหะที่ทนต่อการสึกกร่อน สิ่งนี้ทำให้ bar มีอายุการใช้งานนานขึ้น แบร็งก์ที่ทำจากเหล็กเหนียวที่ใช้ในโซ่เลื่อยต้องมีการทำผิวหน้าโลหะให้สมบูรณ์โดยเฉพาะการต้านทานการสึกกร่อน

Roller-nose หรือ sprocket-tip guide-bars ถูกออกแบบมาให้ลดแรงเสียดทานของโซ่เลื่อย เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ แบร็งก์ที่มีลูกกลิ้งที่มีความกระชับสูงถูกสร้างขึ้นเพื่อรับ loads หนักๆ ที่กระทำที่กระทำที่ปลายของ bar ที่ไม่ถูกยึด เช่นเมื่อโซ่ทำการตัดไม้ ลูกกลิ้งต้องคอยหล่อลื่นน้ำมันเป็นครั้งคราวเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสึกหรอที่แบร็งก์มากเกินไป



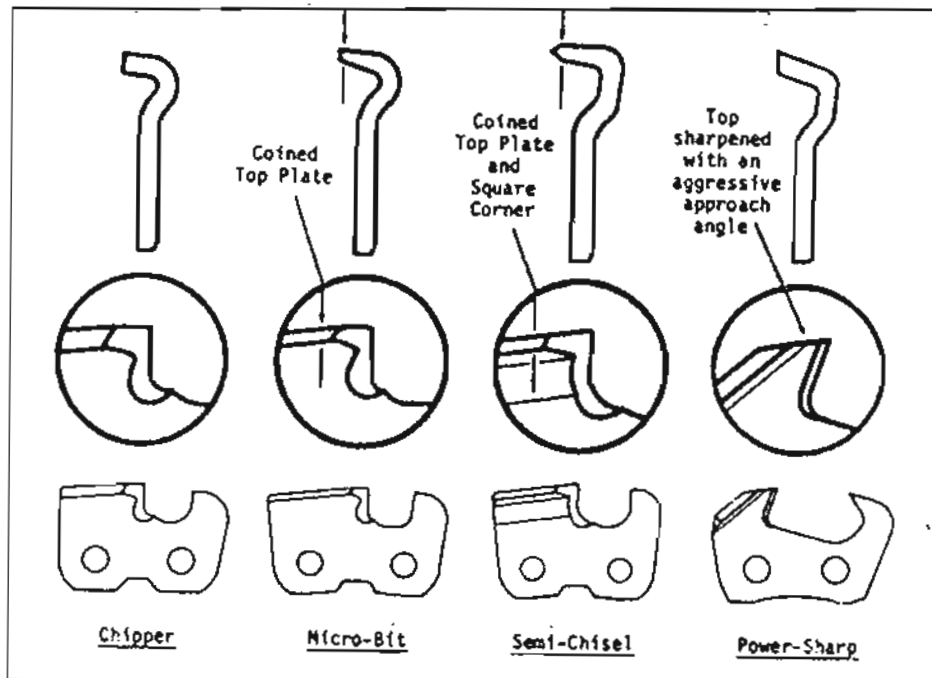
รูปที่ 2.37 แสดงแบบต่าง ๆ ของ Guide bar และ Chain saw

Bow bars ใช้สำหรับโค่นและแต่งกิ่งไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็ก Bars เหล่านี้ จะมีการสั่นน้อย มีการหยักหรือกระโดดขณะทำการตัด มีการค้นพบว่า Bow bars เหล่านี้ใช้งาน

ง่ายและมีการควบคุมทิศทางการตกหล่นได้ง่ายกว่า แต่มีข้อเสียตรงที่มีน้ำหนักมาก โดยเฉพาะเมื่อทำการตัดแต่งกิ่งเป็นการยากมากที่จะป้องกันไขจากฝุ่น ผงละอองได้

โซ่เลื่อยหลักๆ ที่ใช้สำหรับโค่นไม้ทำเยื่อกระดาษมีอยู่ 4 ชนิด แต่ละชนิดถูกทำให้มีระยะพิช (pitch) ต่างๆ กันเท่าที่ทำได้ framework ของทุกชนิดจะคล้ายกันเมื่อมีระยะพิชใกล้เคียงกันแต่รูปร่างของคมมีดแตกต่างกัน

การอธิบายถึงความแตกต่างของความสามารถในการตัด ก็ต้องให้นิยามของ “ประสิทธิภาพในการตัด” ประสิทธิภาพในการตัด คือคุณลักษณะที่รวมถึงความสามารถของคมตัดที่เงื่อนไขไม่ให้แตกออกเป็นเสี่ยงๆ และความต้านทานของมันที่เกิดจากการทื่อ (syay-sharp) หรืออีกความหมายหนึ่งคือ ชนิดของโซ่เลื่อยที่มีประสิทธิภาพหากที่สุดที่จะทำการตัดไม้ได้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง แต่ต้องจำไว้ว่าเวลาที่สูญเสียไปในการลับคมนั้นไม่ก่อให้เกิดผลผลิต



รูปที่ 2.38 ชนิดของใบมีดโซ่เลื่อย

โซ่เลื่อยชนิดต่างๆ ที่แสดงดังภาพ (จากซ้ายไปขวา) ในลำดับการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพในการตัด Chipper chains ถูกเรียกว่าโซ่ “work horse” จะเจื่อนำไม้ได้ค่อนข้างจะมีประสิทธิภาพและใช้ทำงานเลื่อยในทางที่เป็นโทษมากกว่าชนิดอื่นๆ



รูปที่ 2.39 แสดงการทำงานของคมตัดใบมีดโซ่เลื่อย

รูปซ้าย มุมรอบๆ ทำการตัดเนื้อไม้ตามลายขวางจำนวนไม่มาก

รูปกลาง ใบมีดด้านบนของมีดตัดยกเศษไม้ขึ้น

รูปขวา ขอบเขตความลึกถูกจำกัดโดยการกินเนื้อไม้ของมีดตัด

โซ่เลื่อยบางชนิดมีการขอบคมตัดที่บางเป็นการเพิ่มความสามารถในการเฉือนและปรับปรุงลักษณะการทนต่อความทื่อ เลื่อยโซ่จะมีประสิทธิภาพเต็มที่นั้นจะต้องทำการดูแลรักษาและใช้ให้เหมาะสมกับการทำงาน

Semi-chisel saw chains มีประสิทธิภาพความคมสูงสุดจากความคมของมุมเหลี่ยมที่อยู่ใกล้ๆ รอยต่อของด้านข้างและด้านบนของขอบตัด ทำให้มีการพัฒนาการเฉือนเมื่อทำการตัดตามแนวขวางของลายเนื้อไม้ และปรับปรุงลักษณะทนต่อความทื่อ

Power sharp saw chains ถูกลับให้คมขณะทำการตัด นี่เป็นเครื่องมือที่สร้างความคมด้วยตัวเองของเครื่องยนต์ เครื่องตัดเหล่านี้อาจจะลับคมด้วยมือ (hand-filed) ได้ด้วยเหมือนกัน ถ้าอุปกรณ์ที่ทำให้มีความคมไม่สามารถใช้ได้ Power sharpened saw chains มีประสิทธิภาพในการตัดสูงเนื่องจากมุมของขอบตัดเข้าใกล้ไม้มากที่สุด วิธีการควบคุมความลึกของคมขอบตัดทำให้ความลึกคงที่เสมอ จุดเด่นอันนี้ทำให้ทำงานเรียบและมีประสิทธิภาพในการตัดที่สูง

การส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังโซ่ประมาณ 90 % ของการส่งกำลังจะสูญเสียไปเมื่อมีการตัดไม้ตามแนวขวางของ grain ด้วยเหตุนี้ประสิทธิภาพของใบมีดตัดจะมีความสัมพันธ์กับรูปร่างและความแหลมคมของมุมการทำงาน เมื่อมุมเป็นสี่เหลี่ยม cross-grain จะถูกเฉือนได้อย่างง่าย ๆ ความบางของแผ่นตัดด้านบนช่วยทำงานในการตอก

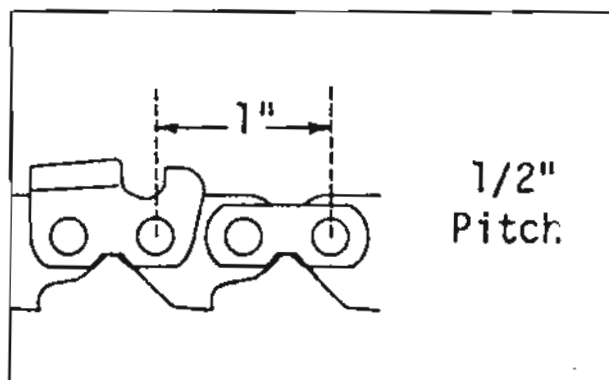
เมื่อมีความคมและรูปร่างที่เหมาะสมจะมีมุมการทำงาน (รอบๆ) เหมือนจุดบนใดคือจะดูขอบมีดตัดให้ลงไปในเนื้อไม้ เป็นการทำการป้อนไม้ด้วยมือ ประสิทธิภาพในการตัดไม้จำต้องมีความกดที่ guide-bar และโซ่ (chains)

ความลึกในการตัดถูกกำหนดโดยการทำการป้อนด้วยมือ ดังนั้นเศษไม้จะมีความหนาปกติ และโซ่จะมีความเร็วคงที่เรื่อยๆ ไป

ตามภาพตัวอย่างของชนิดโบมิดโซ่เลื่อย สามารถทำให้เข้าความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการตัดของเลื่อยโซ่ทั้ง 4 ชนิดได้เป็นอย่างดี

การกระทุงระยะพิชของเลื่อยโซ่ถูกควบคุมด้วยเฟืองโซ่ที่ต่อเข้าคู่กัน รอยที่เกิดจากการต่อและมีความสัมพันธ์กับขนาดชิ้นส่วนของโซ่

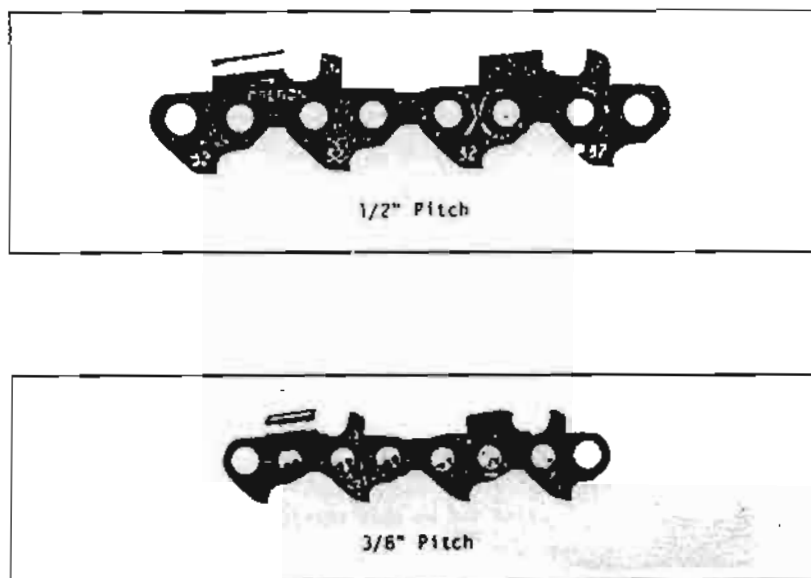
การหาระยะพิชของโซ่เลื่อยวัดจากจุดศูนย์กลางถึงจุดศูนย์กลางดังแสดงในภาพ แล้วยังสามารถหาระยะพิชโดยการเปรียบเทียบจำนวนตราที่ต่อกบนคันขับ (drive link) ที่ระบุอยู่ที่ใบประกอบการผลิต



รูปที่ 2.40 การหาระยะพิชของโซ่เลื่อย

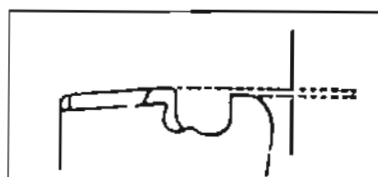
โซ่เลื่อยที่มีระยะพิชมาก จะต้องการกำลังมากเพื่อดึงตัวในการตัด ชิ้นส่วนประกอบก็มีน้ำหนักมากกว่าโซ่เลื่อยที่มีระยะพิชน้อยและขอบตัดก็ทำให้ได้เศษตัดไม้ที่ใหญ่กว่าด้วย ระยะพิชของโซ่เลื่อยที่มากจะใช้ guide-bar ที่ยาวตามไปด้วย (36 นิ้ว หรือมากกว่า) เพราะพวกมันต้องการรอยตัดที่กว้างกว่า เพื่อให้ bar สะอาดตลอดช่วงเวลาการตัด

โซ่เลื่อยที่มีระยะพิชมากจะมีช่องว่างมาก เพื่อเป็นที่สะสมเศษไม้ที่เกิดขึ้นขณะทำการเจาะ มันมีความแข็งแรงเนื่องจากแต่ละชิ้นส่วโดยมากทำจากโลหะ



รูปที่ 2.41 การเปรียบเทียบระหว่างระยะพิชมาก กับระยะพิชน้อย

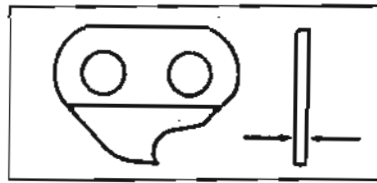
depth-gauge เป็นตัววัดควบคุมความลึกของการเจาะเมื่อเคลื่อนที่ด้วยขอบตัดผู้ผลิตจะระบุการติดตั้งเหล่านี้ ให้ความเหมาะสมกับเงื่อนไขการตัด ไม้เนื้ออ่อนจะตั้งให้ตื้น ดังนั้นการตัดจะเร็วกว่า อย่างไรก็ตามการตั้งระดับความลึกตื้นจะทำให้การตัดไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กหยาบหรือขณะทำการตัดกึ่งก้าน



รูปที่ 2.42 แสดงตัววัดควบคุมความลึกของคมขอบตัด

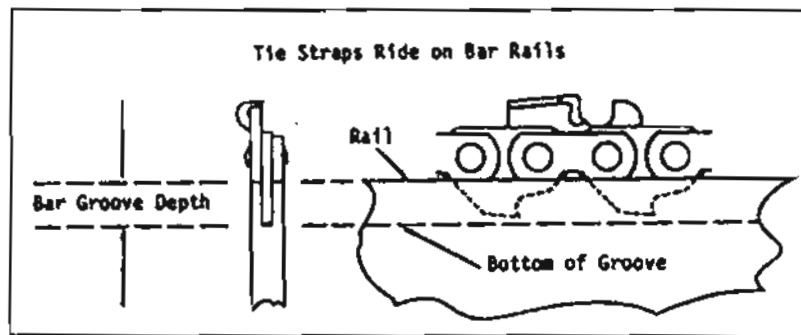
เกณฑ์ของไซเลื่อย คือความหนาของคันขับ (drive link) ของมัน เกณฑ์ของไซเลื่อยจะต้องเข้าคู่กับความกว้างของร่องใน guide-bar ไม้สำหรับการตัดกิ่งไม้ที่มี drive link หนา 0.05 , 0.058 หรือ 0.063 นิ้ว

เกณฑ์ของไซเลื่อยมีอิทธิพลต่อความหนาของ guide-bar ที่ต้องเข้าคู่กัน



รูปที่ 2.43 เกณฑ์ของโซ่เลื่อย

guide-bar มีลักษณะของโครงสร้างที่สำคัญมากที่จัดให้สนับสนุนตรวจสอบอุปกรณ์ช่วย
และการทำงานที่ดีของโซ่เลื่อย



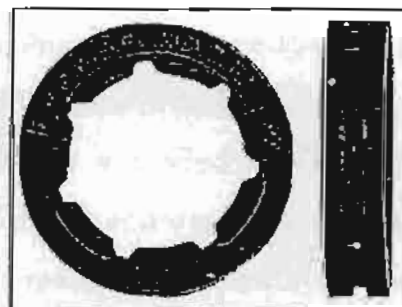
รูปที่ 2.44 แสดงภาพตัดขวางของ guide-bar และชิ้นส่วนประกอบโซ่



รูปที่ 2.45 แสดงลักษณะของ saw chain



รูปที่ 2.46 แสดงลักษณะของ guide-bar



รูปที่ 2.47 แสดงลักษณะของ sprocket & rim

บทที่ 3

การวิจัยและพัฒนาการออกแบบสร้างเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างและการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ ได้แก่ Drafting Table , Milling Machine , Shaping Machine, Boring Machine, Grinding Machine, Engine Lathe, Drilling Machine, Sawing Machine, Welding Machine, Gas cutting Machine, Shearing Machine, Bending Machine
2. กิ่งมะม่วง , กิ่งดาเบญญา , กิ่งยูคาลิปตัส
3. เครื่องวัดความเร็วรอบ
4. ตู้อบความชื้น
5. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดดิจิทัลและตาชั่งสปริง
6. นาฬิกาจับเวลา
7. เวอร์เนีย
8. ลูกดิ่ง

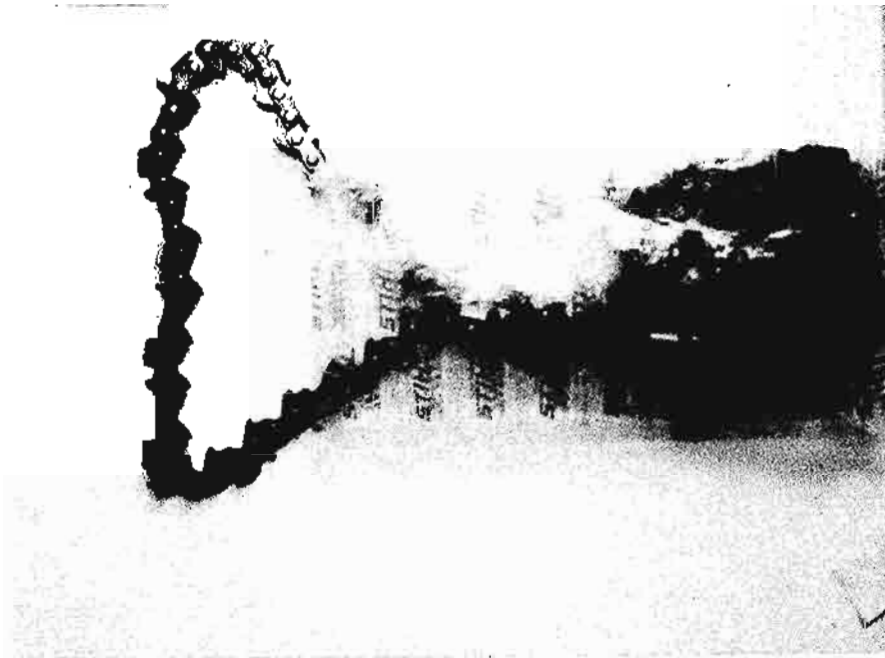
3.2 วิธีวิจัยและวิธีการออกแบบสร้างเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้

การดำเนินงานโครงการการวิจัยและพัฒนาเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ เริ่มแรกได้ทำการศึกษาเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการตัดกิ่งไม้ ปรากฏว่า เครื่องมือที่ใช้ในการตัดแต่งกิ่งไม้ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันชนิดต่าง ๆ เช่น Pruning shears, Hedge shears, Pole saw, Pruning knife, Pruning saw, Orchard saw เป็นต้น จะสามารถตัดกิ่งไม้เฉพาะกิ่งเล็ก ๆ เท่านั้น ซึ่งจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งไม้ทั่วไปไม่เกิน 1 ซม. หรือถ้าหากต้องการตัดกิ่งไม้ใหญ่ ๆ เกินกว่า 1 ซม. ขึ้นไป จะต้องออกแรงในการตัดมาก ไม่เหมาะสมในเชิงปฏิบัติที่จะนำมาใช้งานตัดแต่งกิ่งไม้ ปริมาณมาก ๆ และส่วนใหญ่สามารถตัดแต่งกิ่งไม้ในระดับความสูงเดียวกับคนตัดเท่านั้น

โครงการได้ทำการศึกษาการนำเลื่อยโซ่ (Chain saw) เข้ามาใช้ในการตัดแต่งกิ่งไม้ ผลการศึกษาปรากฏว่า เลื่อยโซ่สามารถตัดกิ่งไม้ได้ดี สามารถตัดกิ่งไม้ได้ทั้งกิ่งขนาดเล็ก และกิ่งขนาดใหญ่ ขณะทำการตัดกิ่งไม้จะไม่มีการฉีกกิ่งออกจากแนวตัด เพราะเหตุว่าในขณะที่ทำการตัด กิ่งไม้ที่ขณะกำลังถูกตัด จะเป็นตัวรองรับส่วนของใบเลื่อยโซ่ โดยจะมีจุดสัมผัสระหว่างใบเลื่อยโซ่ กับ กิ่งไม้ ตลอดความยาวของเลื่อยโซ่นั้น และในขณะที่ทำการตัด ก็ไม่จำเป็นต้องออกแรงกด ตัวใบเลื่อยโซ่ จะค่อย ๆ กินเนื้อไม้เข้าไปเอง เมื่อเปรียบเทียบกับ การนำใบเลื่อยวงเดือนมาใช้ในการตัดกิ่งไม้ จะไม่สามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมเพราะเหตุว่า ใบเลื่อยวงเดือนขณะทำการ

ตัดกิ่งไม้จะมีการฉลอบออกจากแนวตัดได้ เนื่องจากใบเลื่อยวงเดือนมีลักษณะคล้ายลูกล้อ จะกลิ้งได้ตลอดเวลา จึงทำให้คนตัดจำเป็นต้องออกแรงกดบังคับใบเลื่อยวงเดือนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งจะไม่เหมาะสมและไม่สะดวกเวลาต่อด้ามจับยาว ๆ สำหรับตัดกิ่งไม้ที่อยู่สูง ๆ รวมกับปัญหาการฉลอบออกจากแนวตัด และ ลักษณะการทำงานของใบเลื่อยวงเดือนจะเป็นอันตรายต่อผู้ตัดเป็นอย่างมาก ดังนั้นการนำเลื่อยโซ่ (Chain saw) เข้ามาใช้ในการตัดแต่งกิ่งไม้ จึงเป็นอุปกรณ์เดียวที่เหมาะสมสำหรับการตัดแต่งกิ่งไม้ ซึ่งสามารถตัดได้ทั้งกิ่งไม้ขนาดเล็ก และกิ่งไม้ขนาดใหญ่

เนื่องจากในปัจจุบันมีการห้ามซื้อขายตัวเลื่อยโซ่ แต่ก็ได้มีการลักลอบซื้อขายกันในตลาดมืด และก็ได้กระทำกันอย่างกว้างขวาง เลื่อยโซ่ที่ลักลอบซื้อขายกันนั้นเป็นเลื่อยโซ่ที่ผลิตจากสหรัฐอเมริกา ดังแสดงในรูปที่ 1 ตัวชุดเลื่อยโซ่ และตัวใบเลื่อยโซ่นั้นมีขนาดใหญ่สามารถใช้ตัดต้นไม้ใหญ่ ๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น ตั้งแต่ 50 ซม. จนถึง 1 เมตร หรือมากกว่า 1 เมตร ซึ่งจะไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวิจัย และ พัฒนา ออกแบบ - สร้าง - ผลิต ตัวเลื่อยโซ่ขนาดเล็ก ที่ใช้เฉพาะตัดแต่งกิ่งไม้เท่านั้น โดยจะสามารถตัดกิ่งไม้ขนาด 1 ซม. จนถึง 10 ซม. ต้นไม้ขนาดใหญ่จะไม่สามารถตัดโดยเลื่อยโซ่นี้ได้



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะเลื่อยโซ่ที่ลักลอบซื้อขายกันในตลาดมืด เป็นเลื่อยโซ่ที่ทำจากประเทศ สหรัฐอเมริกา ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ ทั้งในด้านการผิดกฎหมาย และในด้านการใช้งานตัวเลื่อยโซ่เอง ซึ่งมีน้ำหนักมาก และ กินกำลังมาก

หลักการออกแบบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ ผู้ดำเนินงานวิจัยจะยึดหลักว่า ชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องจะต้องสามารถผลิตขึ้นได้เอง หรือ หาซื้อได้ภายในประเทศ โดยไม่จำเป็นต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ การใช้งานต้องง่าย สะดวก ใช้คนปฏิบัติงานเพียง 1 – 2 คน และสิ่งที่สำคัญที่สุด ก็คือ ราคาของเครื่อง ต้องมีราคาที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรทั่วไปสามารถซื้อได้

เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต้นแบบได้ถูกพัฒนาสร้างขึ้นเป็น 2 แบบด้วยกันคือ ชนิดที่มีด้ามจับยาว 2 เมตร และชนิดที่มีด้ามจับยาว 4 เมตร ดังแสดงภาพแบบในรูปที่ 3.2 และ 3.3

วิธีการออกแบบสร้างเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้จะมีการออกแบบและพัฒนาสร้างกลไกของส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องดังต่อไปนี้

1. ใบเลื่อยโซ่ ตัวใบเลื่อยโซ่ที่ได้รับการออกแบบพัฒนาขึ้นมาเป็นใบเลื่อยโซ่ขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบา การสร้างและการประกอบง่าย ดังแสดงการออกแบบตัวใบเลื่อยโซ่ในรูปที่ 3.5 และ 3.7 ใบเลื่อยโซ่หลังจากผ่านการบ่มขึ้นรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะถูกนำไปชุบผิวแข็ง เพื่อให้มีความทนทานในการใช้งาน สามารถรักษาความคมได้นานปราศจากการบิ่นที่ข้อ ตัวใบเลื่อยโซ่จะถูกนำไปติดเข้ากับข้อโซ่ส่งกำลัง เบอร์ 25 โดยถอดข้อโซ่เดิมออกแล้วนำตัวใบเลื่อยโซ่ติดเข้าไปแทนที่ โดยใช้ข้อต่อโซ่เบอร์ 25 เป็นตัวยึดติด การติดใบเลื่อยโซ่แต่ละใบจะติดข้อเว้นข้อสลับกันไป ซ้าย – ขวา ใบเลื่อยโซ่ 1 เส้น จะใช้ตัวใบเลื่อยโซ่ประมาณ 30 ใบ ขั้นตอนการผลิตตัวใบเลื่อยโซ่ ดังแสดงใน Flowchart รูปที่ 3.4 ส่วนแม่พิมพ์บ่มใบเลื่อยโซ่ได้แสดงในรูปที่ 3.8 – 3.12
2. คันเลื่อย หรือ Guide bar ทำจากเหล็ก stainless steel ยาว 30 ซม. กว้าง 5 ซม.หนา 2.4 มม. ดังแสดงในรูปที่ 3.15 Guide bar จะทำหน้าที่ เป็น Guide เพื่อให้เส้นเลื่อยโซ่เคลื่อนที่ได้
3. ห้องเกียร์เพื่องดออกจอกใช้สำหรับขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ให้เคลื่อนที่ดังแสดงแบบห้องเกียร์ในรูปที่ 3.16 และ 3.17 ห้องเกียร์ทำด้วยวัสดุอลูมิเนียม ภายในประกอบด้วยเพื่องดออกจอกขนาดเล็กมีขนาดฟันเพื่องเท่ากับ ขนาด M2 ตัวห้องเกียร์จะมีแกนเพลารับ (Driving shaft) และแกนเพลาลูกตาม (Driven shaft) ทำมุมกันเท่ากับ 90 องศา มีอัตราทด 1 : 1 ห้องเกียร์นี้จะรับกำลังขับเคลื่อนจากเครื่องยนต์ 2 จังหวะ โดยส่งผ่านกำลังผ่านเพลาสายอ่อน (Flexible shaft) และเพลาลูกตบริง
4. Safety clutch จะประกอบเข้ากับห้องเกียร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.19 และ 3.20 Safety clutch จะทำหน้าที่ ตัดกำลังจากเครื่องยนต์ที่ส่งมาขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ในกรณีที่ เลื่อยโซ่เกิด Overload หรือ ตัวใบเลื่อยโซ่ถูกหนีบโดยกิ่งไม้ที่กำลังตัด

5. ด้ามจับ มีขนาดความยาว 2 ขนาดคือ ขนาดความยาว 2 เมตร จะทำจากท่ออลูมิเนียม ขนาด 1 นิ้ว และขนาดความยาว 4 เมตร จะทำจากลำไม้ไผ่ หรือท่ออลูมิเนียมชนิดสี่เหลี่ยม ขนาด 2 นิ้ว ภายในด้ามจับจะมีเพลาลูกสปริงขนาด 5 มม. ใช้สำหรับส่งผ่านกำลังจากเครื่องยนต์ไปขับเคลื่อนโซ่
6. เพลาสายอ่อน (Flexible shaft) พร้อมปลอกหุ้มสาย จะใช้สำหรับถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์มาที่ด้ามจับสำหรับด้ามจับขนาดความยาว 2 เมตร เท่านั้น
7. เครื่องยนต์ชนิด 2 จังหวะซึ่งเป็นเครื่องยนต์ของเครื่องตัดหญ้าสะพายหลังเป็นแหล่งต้นกำลังขับเคลื่อนโซ่ ดังแสดงในรูปที่ 3.21 และ 3.22 เครื่องยนต์ประเภทนี้เป็นเครื่องยนต์ 2 จังหวะ มีกำลังประมาณ 2 - 5 แรงม้า และ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ประมาณ 3,000 - 10,000 รอบต่อนาที ซึ่งขนาดกำลัง และความเร็วรอบขนาดนี้จะเหมาะสมสำหรับขับเคลื่อนโซ่ตัดกิ่งไม้ได้เป็นอย่างดี ซึ่งเครื่องยนต์ประเภทนี้สามารถหาซื้อได้ง่ายในประเทศไทยโดยทำเป็นชุดประกอบติดกับอุปกรณ์ตัดหญ้าสะพายหลัง สำหรับเครื่องตัดกิ่งไม้ชนิดด้ามจับ ยาว 2 เมตร จะสามารถใช้งานตัดกิ่งไม้และตัดหญ้าได้โดยเวลาจะใช้งานตัดกิ่งไม้ก็ถอดอุปกรณ์ตัดหญ้าสะพายหลังออกแล้วใส่อุปกรณ์ตัดกิ่งไม้เข้าไปแทนที่ ซึ่งการถอดเข้า-ออกง่ายมาก เพราะการยึดอุปกรณ์เข้ากับเครื่องยนต์ ใช้เป็นแบบ Quickcoupling ดังนั้นเครื่องตัดกิ่งไม้จึงเป็นเครื่องมือเอนกประสงค์ คือจะใช้งานตัด กิ่งไม้ หรือจะใช้งานตัดหญ้าก็ได้ และเครื่องยนต์ประเภทนี้มีผู้นำเข้าเป็นเครื่องยนต์ ใช้แล้วจากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งยังมีสภาพดี ราคาถูกให้เลือกซื้อเป็นจำนวนมากอีกด้วย

3.3 วิธีการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้

การทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้มีวิธีการทดสอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การทดสอบการทำงานของกลไกและอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้เพื่อให้ทราบสภาวะการทำงานที่เหมาะสม ความยากง่ายในการตัดกิ่งไม้ประเภทต่าง ๆ และหาจุดบกพร่องที่ต้องแก้ไข
2. การทดสอบหาลำดับที่ใช้ในการตัดกิ่งไม้ชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงความต้องการใช้ กำลังตัดกิ่งไม้ชนิดต่าง ๆ โดยเลือกโซ่ที่พัฒนาสร้างขึ้น
3. การทดสอบการออกแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้
4. การทดสอบหาอัตราการทำงานตัดกิ่งไม้ในสภาพการทำงานจริง และการวิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐศาสตร์หาค่าใช้จ่ายทั้งหมดสำหรับการตัดกิ่งไม้
5. การทดสอบเปรียบเทียบการตัดแต่งกิ่งไม้โดยใช้แรงงานคนใช้เลื่อยตัดแต่งกิ่งไม้เพื่อเปรียบเทียบอัตราการทำงานการตัดแต่งกิ่งไม้และค่าใช้จ่ายทั้งหมด

3.3.1 วิธีการทดสอบกำลังที่ใช้ในการตัดกิ่งไม้ชนิดต่าง ๆ โดยใช้เลื่อยโซ่ที่พัฒนาขึ้น

1. ประกอบชุดเลื่อยโซ่เข้ากับตัว Dynamometer วัดกำลัง
2. ประกอบชุดเครื่องมือวัดแรงบิด เครื่องวัดความเร็วรอบ เข้ากับตัว Dynamometer
3. วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกิ่งไม้ที่จะนำมาทดสอบ
4. เดินเครื่อง Dynamometer เพื่อ ضبط เลื่อยโซ่ ตามความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ที่กำหนด
5. นำกิ่งไม้มาทดสอบตัดกิ่งโดยเลื่อยโซ่พร้อมกับจับเวลา อ่านค่าแรงบิด และความเร็วรอบ ของ Dynamometer
6. คำนวณหา กำลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ที่ใช้สำหรับตัดกิ่งไม้
7. นำกิ่งไม้ที่ตัดได้ไปอบหาความชื้น

3.3.2 วิธีการทดสอบการออกแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้

การทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Laboratory test) จุดประสงค์ของการทดสอบนี้เพื่อต้องการทราบว่าคนจะต้องออกแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ และออกแรงถือด้ามจับขณะทำการตัดแต่งกิ่งไม้มากน้อยเพียงใด ซึ่งวิธีการทดสอบการวัดแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- ก. การทดสอบการออกแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ในขณะที่ยังไม่ได้ทำการตัดแต่งกิ่งไม้
- ข. การทดสอบการออกแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ที่เสมือนว่าขณะทำการตัดแต่งกิ่งไม้โดยกิ่งไม้วางตัวในลักษณะตั้งตรงกับพื้นดิน
- ค. การทดสอบออกแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ที่เสมือนว่าขณะทำการตัดกิ่งไม้โดยกิ่งไม้วางตัวในลักษณะเฉียงหรือขนานกับพื้นดิน

เนื่องจากการวิจัยและพัฒนาเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ได้วิจัยออกแบบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ออกเป็น 2 ลักษณะคือเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ที่มีด้ามจับยาว 2 เมตร และเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ที่มีด้ามจับยาว 4 เมตร ซึ่งเครื่องตัดแต่งกิ่งทั้งสองแบบจะมีรูปแบบการประกอบของกลไกการทำงานต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้แบ่งวิธีการทดสอบออกเป็นวิธีการทดสอบของแต่ละเครื่อง

- ก. วิธีการทดสอบการออกแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ในขณะที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่งไม้

จุดประสงค์ของการทดสอบนี้เพื่อต้องการทราบว่าคนจะต้องออกแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ตามลักษณะการวางตัวของด้ามจับเป็นมุมต่าง ๆ ที่ทำกับพื้นดิน เป็นแรงยกมากน้อยเท่าใด ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้

การทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ที่มีด้ามจับยาว 2 เมตร

1. ให้คนสะพานเครื่องยนต์ไว้ข้างหลัง โดยมีสายสะพานคล้องที่บ่าซ้ายและบ่าขวา เพื่อรับน้ำหนักของเครื่องยนต์
2. ใช้ตาชั่งสปริงกระบอกขนาดวัดแรงสูงสุดได้ 20 กิโลกรัม จำนวน 2 ตัว เกี่ยวที่สายสะพานไหล่ซ้ายและไหล่ขวา ดึงตาชั่งสปริงให้สายสะพานลอยเหนือไหล่ซ้ายและไหล่ขวา จึงทำการอ่านค่าแรง ดังแสดงในรูปที่ 3.23
3. ใช้ตาชั่งสปริงกระบอกขนาด 20 กิโลกรัม อีก 2 ตัว เกี่ยวที่ด้ามจับตรงตำแหน่งที่มือซ้ายและมือขวาจับด้ามจับในตำแหน่งที่จับถนัดที่สุด แล้วปรับแนวตาชั่งสปริงกระบอกให้อยู่ในทิศทางที่มือซ้ายและมือขวาออกแรงจับด้ามจับจึงทำการอ่านค่าแรง ดังแสดงในรูปที่ 3.24
4. ค่อย ๆ เอียงด้ามจับให้ทำมุมกับพื้นดินเป็นมุมต่าง ๆ ตั้งแต่ 0 , 10 , 20 , 45 , และ 60 องศา ตามลำดับ ให้ทำการอ่านค่าแรงจากตาชั่งสปริงกระบอกทั้ง 4 ตัว สำหรับแต่ละค่ามุมเอียง

การทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ที่มีด้ามจับยาว 4 เมตร

1. ให้คนใช้สายสะพานหิ้วเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ซึ่งเป็นการสะพานแบบเฉียงโดยไหล่ซ้ายจะเป็นตัวรับน้ำหนัก
2. ใช้ตาชั่งสปริงกระบอกขนาดวัดแรงสูงสุดได้ 20 กิโลกรัม จำนวน 1 ตัว เกี่ยวที่สายสะพานไหล่ซ้าย แล้วดึงตาชั่งสปริงให้สายสะพานลอยเหนือไหล่ซ้ายจึงทำการอ่านค่าแรง ดังแสดงในรูปที่ 3.25
3. ใช้ตาชั่งสปริงกระบอกขนาด 20 กิโลกรัม อีก 2 ตัว เกี่ยวที่ด้ามจับตรงตำแหน่งที่มือซ้ายและมือขวาจับด้ามจับในตำแหน่งที่จับถนัดที่สุด แล้วปรับแนวตาชั่งสปริงกระบอกให้อยู่ในทิศทางที่มือซ้ายและมือขวาออกแรงจับด้ามจับจึงทำการอ่านค่าแรง ดังแสดงในรูปที่ 3.26
4. ค่อย ๆ เอียงด้ามจับให้ทำมุมกับพื้นดินเป็นมุมต่าง ๆ ตั้งแต่ 0 , 10 , 20 , 45 , และ 60 องศา ตามลำดับ ให้ทำการอ่านค่าแรงจากตาชั่งสปริงกระบอกทั้ง 3 ตัว สำหรับแต่ละค่ามุมเอียง

ข. วิธีการทดสอบการออกแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ที่เสมือนว่าขณะทำการตัดกิ่งไม้ โดยกิ่งไม้วางตัวในลักษณะดังตรงกับพื้นดิน

จุดประสงค์ของการทดสอบนี้เพื่อต้องการทราบว่าเมื่อกิ่งไม้วางตัวในลักษณะตั้งตรงกับพื้นดินคนจะต้องออกแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ในขณะตัดกิ่งไม้เป็นแรงเท่าใด เนื่องจากกิ่งไม้วางตัวในลักษณะตั้งตรงกับพื้นดินดังนั้นจึงไม่สามารถวางพาดเลื่อยโซ่ไว้บนกิ่งได้ ดังนั้นในขณะตัดกิ่งไม้มือซ้ายของคนตัดต้องออกแรงยกด้ามจับแล้วยังต้องออกแรงบิดด้ามจับเพื่อให้คมใบเลื่อยโซ่กินเนื้อไม้อีกด้วย ซึ่งเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ทั้งสองแบบ จะมีวิธีการทดสอบที่เหมือนกับการทดสอบแบบข้อ ก.

**ค. วิธีการทดสอบการออกแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ที่เสมือนว่า
ขณะทำการตัดกิ่งไม้ โดยกิ่งไม้วางตัวในลักษณะเอียงหรือขนาน
กับพื้นดิน**

จุดประสงค์ของการทดสอบนี้เพื่อต้องการทราบว่าเมื่อกิ่งไม้วางตัวในลักษณะเอียงหรือ ขนานกับพื้นดินแล้ว คนตัดจะต้องออกแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ในขณะตัดกิ่งไม้เป็นแรงเท่าใด เนื่องจากกิ่งไม้วางตัวลักษณะนี้ ดังนั้นในขณะตัดกิ่งไม้ทำให้สามารถวางเลื่อยโซ่พาดกิ่งได้ทำให้คนตัดออกแรงน้อยลงได้ ซึ่งเครื่องตัดกิ่งไม้ทั้งสองแบบจะมีวิธีการทดสอบที่เหมือนกับการทดสอบแบบข้อ ก. เพียงแต่ที่เลื่อยโซ่จะวางพาดกับตะขอเกี่ยวที่เสมือนเป็นกิ่งไม้

**3.3.3 วิธีการทดสอบการทำงานของกลไก และ อุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องตัด
แต่งกิ่งไม้เพื่อให้ทราบสภาวะการทำงานที่เหมาะสม ความยากง่ายต่อการตัดกิ่ง
ไม้ชนิดต่าง ๆ และหาจุดบกพร่องที่ต้องแก้ไข**

1. กำหนดความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 3 ระดับ คือ 5.75 , 7.5 และ 9.75 เมตรต่อวินาที ทดสอบตัดกิ่งมะม่วงและ กิ่งตาเบญญา ใช้วิธีการตรวจสอบโดยตรวจพินิจดูว่า ณ.ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ใดเหมาะสมต่อการตัดกิ่ง
2. ตัดกิ่งยูคาลิปตัสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว โดยทดสอบประมาณ
3. 100 ครั้ง เสร็จแล้วตรวจสอบโดยตรวจพินิจ กลไก และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้
4. ตัดกิ่งตาเบญญาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว โดยทดสอบประมาณ 100 ครั้ง เสร็จแล้วตรวจสอบโดยตรวจพินิจ กลไก และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้

**3.3.4 วิธีการทดสอบหาอัตราการทำงานตัดกิ่งไม้ โดยใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ และหา
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐศาสตร์หา
ค่าใช้จ่ายทั้งหมดสำหรับการตัดกิ่งไม้**

เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ที่มีด้ามจับยาว 2 เมตร และ 4 เมตร มีวิธีการทดสอบเหมือนกันดังนี้

1. กำหนดพื้นที่ที่จะทำการตัดกิ่งไม้
2. เติมน้ำมันให้เต็มถึงน้ำมันของเครื่องยนต์

3. ติดเครื่องยนต์เดินเครื่องเลื่อยโซ่ โดยใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ ประมาณ 5000 – 6000 รอบต่อนาที ซึ่งจะได้ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ประมาณ 7 – 9 เมตรต่อวินาที เริ่มต้นจับเวลาในการตัดกิ่งไม้โดยจับเวลาทั้งหมดและเวลาที่ใช้ในการตัดต่อกิ่ง
4. ดำเนินการตัดกิ่งไม้ในพื้นที่ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งคนทำงานตัดเหนื่อยต้องการพักจึงหยุด แล้วบันทึกเวลาการใช้ในการตัดกิ่งทั้งหมด และเวลาที่ใช้เฉพาะตัดกิ่งวัดอัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ โดยการเติมน้ำมันลงไปจนถึงน้ำมันของเครื่องยนต์อีกครั้งจนกระทั่งถึงระดับเดิม จำนวนน้ำมันที่ใช้เติมจนถึงระดับเดิมคือจำนวนน้ำมันที่เครื่องยนต์ใช้ไป
5. คำนวณหาอัตราการตัดกิ่งมะม่วงเป็น จำนวนกิ่งต่อชั่วโมง และคำนวณหาอัตราการกินน้ำมันเป็น ลิตรต่อชั่วโมง

3.3.5 วิธีการทดสอบเปรียบเทียบการตัดกิ่งไม้โดยใช้แรงงานคน ใช้เลื่อยตัดแต่งกิ่งกับการใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้เพื่อเปรียบเทียบอัตราการทำงานการตัดแต่งกิ่งและค่าใช้จ่ายทั้งหมดซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้

1. กำหนดพื้นที่ที่จะทำการตัดกิ่งไม้
2. เริ่มต้นจับเวลาโดยให้คนใช้เลื่อยตัดกิ่งไม้ จับเวลาที่ใช้ในการตัดทั้งหมดและเวลาที่ใช้ในการตัดต่อกิ่ง
3. ดำเนินการตัดกิ่งไม้ในพื้นที่ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งคนทำงานตัดเหนื่อยต้องการพักจึงหยุด แล้วบันทึกเวลาการใช้ในการตัดกิ่งทั้งหมด และเวลาที่ใช้เฉพาะตัดกิ่ง
4. คำนวณหาอัตราการตัดกิ่งไม้เป็น จำนวนกิ่งต่อชั่วโมง

3.4 วิธีการคำนวณค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการตัดแต่งกิ่งไม้โดยเครื่องตัดกิ่งไม้

การคิดค่าใช้จ่ายในการตัดกิ่งไม้ของเครื่องตัดกิ่งไม้มีดังต่อไปนี้

I. การคำนวณค่าเสื่อมราคาของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$DP = \frac{(P - S)}{L}$$

เมื่อ DP = ค่าเสื่อมราคา (บาท/ปี)

P = ราคาซื้อของเครื่อง (บาท)

S = ราคาขายหรือค่าคงเหลือเมื่อเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้หมดอายุ (บาท)

$$L = \text{อายุการปฏิบัติงานของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ (ปี)}$$

2. การคำนวณดอกเบี้ยของการลงทุนซื้อเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$I = [I(P + s) / 2]$$

เมื่อ I = ค่าดอกเบี้ยคงที่ต่อปี (บาท)

I = อัตราดอกเบี้ย (ทศนิยม)

P = ราคาซื้อของเครื่อง (บาท)

s = ราคาขายหรือค่าคงเหลือเมื่อเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้หมดอายุ (บาท)

3. การคำนวณหาต้นทุนคงที่ต่อปี (Total annual fixed cost) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$AFC = DP + I$$

เมื่อ AFC = ต้นทุนคงที่ต่อปี (บาท)

DP = ค่าเสื่อมราคา (บาท/ปี)

I = ค่าดอกเบี้ยคงที่ต่อปี (บาท)

4. การคำนวณค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต่อปี (Total annual operating cost) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$AOC = RM + F$$

เมื่อ AOC = ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต่อปี (บาท)

RM = ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้

F = ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ปี)

5. การคำนวณต้นทุนรวมในการทำงานของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต่อปี สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$TAC = AFC + AOC$$

เมื่อ	TAC =	ต้นทุนรวมในการทำงานของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต่อปี (บาท)
	AFC =	ค่าใช้จ่ายคงที่ต่อปี (บาท),
	AOC =	ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต่อปี (บาท)

3.5 ผลและวิจารณ์

ผลการดำเนินการวิจัยและพัฒนาออกแบบสร้างเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้สามารถออกแบบสร้างเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต้นแบบขึ้นมาจนเป็นผลสำเร็จสามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ขึ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้สามารถผลิตขึ้นได้เองภายในประเทศยกเว้นแต่เครื่องยนต์ 2 จังหวะที่ใช้ขับเคลื่อนจะเป็นของที่ผลิตจากประเทศญี่ปุ่นแต่ก็สามารถหาซื้อได้ง่ายภายในประเทศ ส่วนประกอบของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต้นแบบประกอบด้วย เลื่อยโซ่ที่ใช้ตัดแต่งกิ่งไม้ ห้องเกียร์เฟืองดอกจอกที่ใช้ขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ Safety Clutch ด้ามจับ และเครื่องยนต์ 2 จังหวะที่ใช้ขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต้นแบบได้ถูกพัฒนาสร้างขึ้นมาเป็น 2 แบบด้วยกันคือ ชนิดที่มีด้ามจับยาว 2 เมตร และชนิดที่มีด้ามจับยาว 4 เมตร ดังแสดงภาพแบบในรูปที่ 3.2 และ 3.3 ซึ่งผลการดำเนินงานและการทดสอบสามารถแบ่งออกเป็นข้อ ๆ ได้ดังต่อไปนี้

3.5.1 ผลการดำเนินงานออกแบบและพัฒนาสร้างกลไกและอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ

ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ เพื่อให้ทราบสภาวะของการทำงานที่เหมาะสม ความยากง่ายต่อการตัดกิ่งไม้ประเภทต่าง ๆ และเพื่อให้ทราบจุดบกพร่องที่ต้องแก้ไข

ก. ผลการออกแบบสร้างตัวใบเลื่อยโซ่

ทางโครงการได้คิดค้น และพัฒนาเลื่อยโซ่ให้แตกต่างจากเลื่อยโซ่ที่เป็นของต่างประเทศ แต่ ประสิทธิภาพเทียบเท่า หรือดีกว่าของต่างประเทศ การสร้างและการประกอบง่ายกว่า โดยทางโครงการได้คิดค้นการออกแบบและพัฒนาเฉพาะตัวใบเลื่อยโซ่แล้วนำมาประกอบติดกับข้อโซ่ของโซ่ส่งกำลังเบอร์ 25 ที่มีขายเป็นอุปกรณ์ส่วนประกอบของเครื่องจักรกลทั่ว ๆ ไป โดยนำแผ่นประกบโซ่ส่งกำลังเบอร์ 25 ออก แล้วนำใบเลื่อยโซ่ที่ออกแบบ นำมาประกอบเข้าไปแทนที่ โดยใช้ข้อต่อโซ่เบอร์ 25 เองเป็นตัวยึดติดใบเลื่อยโซ่ การยึดติดใบเลื่อยโซ่จะติดข้อเว้นข้อ ผลการวิจัยและพัฒนาออกแบบสร้างตัวใบเลื่อยโซ่ปรากฏว่า ต้องออกแบบสร้างตัวใบเลื่อยโซ่ถึง 4 แบบด้วยกันจึงจะได้ตัวใบเลื่อยโซ่ที่สามารถใช้งานได้จริงได้ดีที่ไม่ทำให้ใบเลื่อยโซ่หักง่าย หรือความคมของใบเลื่อยโซ่ที่เร็ว รูปที่ 3.5 เป็นแบบของตัวใบเลื่อยโซ่แบบล่าสุด (แบบที่ 4) เป็นแบบเท่ากับขนาดของจริง รูปที่ 3.6 เป็นตัวอย่างตัวใบเลื่อยโซ่ที่ตัดด้วยเครื่อง Laser Beam cutter ตัดเท่ากับขนาดตามแบบรูปที่ 3.5 ก่อนนำเข้าแม่พิมพ์ปั๊มตัวใบเลื่อยโซ่นี้อีกครั้ง เพื่อให้เกิดเป็นคมแหลมสำหรับตัวใบเลื่อยโซ่ให้สามารถกินเนื้อไม้แก่นร่องและข้างร่องของกิ่งไม้ที่กำลังตัด ตัวใบเลื่อยแบบล่าสุดนี้ต้องทำจากเหล็กเหนียวธรรมดา เมื่อขึ้นรูปเป็นตัวใบเลื่อยโซ่เสร็จเรียบร้อยแล้วต้องนำไปชุบแข็งแบบ Carburizing ซึ่งจะได้ทั้งความแข็งแรงของผิวสามารถรักษารูปร่างและความคมไว้ได้ และในขณะเดียวกัน ตัวใบเลื่อยโซ่ก็จะมีคามเหนียวไม่เปราะหรือ หักง่าย แบบใบเลื่อยโซ่แบบก่อนหน้านี้ใช้เหล็กเบอร์ S45C เป็นเหล็กเกรด Medium Carbon Steel ซึ่งมีความแข็งแรงและเหนียวพอสมควร แต่เมื่อนำไปใช้งานจริงแล้วปรากฏว่า รักษาความคมไว้ได้ไม่นานต้องมีการ

ลับความคมบ่อยครั้ง แต่เมื่อนำไปชุบผิวแข็งแล้วสามารถรักษาความคมได้ดี แต่ตัวใบเลื่อยโซ่เปราะหักง่าย ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนชนิดของเหล็กที่ใช้ทำตัวใบเลื่อยโซ่ใหม่เป็นแบบของใบเลื่อยโซ่แบบที่ 4 รูปที่ 3.8 - 3.12 แสดงแบบและรูปของแม่พิมพ์ปั๊ม และพับตัวใบเลื่อยโซ่ที่ได้รับการพัฒนาสร้างขึ้นเอง รูปที่ 3.7 แสดงภาพใบเลื่อยโซ่ตัวข้างซ้ายและข้างขวา หลังจากนำเข้าแม่พิมพ์ปั๊มตัวใบเลื่อยโซ่ รูปที่ 3.13 เป็นการประกอบตัวใบเลื่อยโซ่เข้ากับข้อโซ่เบอร์ 25 โดยติดตัวใบเลื่อยโซ่ตัวเว้นตัว ข้างซ้าย และข้างขวา ของข้อโซ่เบอร์ 25 สลับกันไป รูปที่ 3.14 เป็นการประกอบเลื่อยโซ่เข้ากับ Guide bar และ เฟืองโซ่ สำหรับขับเคลื่อนตัวเลื่อยโซ่ ในเลื่อยโซ่ 1 เส้น จะมีใบเลื่อยโซ่ทั้งหมด 30 ใบ แบ่งเป็น ใบเลื่อยโซ่ตัวขวา 15 ใบ และใบเลื่อยโซ่ตัวซ้าย 15 ใบ

ข. ผลการออกแบบสร้างคันเลื่อย หรือ Guide bar

รูปที่ 3.15 แสดงรูปร่างของ Guide bar ที่พัฒนาขึ้นมาซึ่งทำจากเหล็ก Stainless steel ซึ่งมีความแข็งแรงมากกว่าเหล็กธรรมดา สามารถทนความร้อนต่อการเสียดสีได้ดี และจะไม่เป็นสนิม ผลการทดสอบใช้งานจริงแล้วปรากฏว่า ตัว Guide bar สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีปราศจากการแตกหัก หรือบิดเบี้ยวเสียรูปร่างใด ๆ ในขณะใช้งานตัดกิ่งไม้จำเป็นต้องฉีดน้ำมันหล่อลื่น ระหว่าง ตัว Guide bar และ เลื่อยโซ่ เป็นครั้งคราวด้วย

ค. ผลการออกแบบสร้างห้องเกียร์เฟืองดอกจอกขนาดเล็กพร้อมการออกแบบเฟืองดอกจอก

รูปที่ 3.16 เป็นแบบสร้างห้องเกียร์เฟืองดอกจอกขนาดเล็ก อัตราทด 1:1 ที่มีแกนเพลารับ และแกนเพลาดำตามทำมุมกันเท่ากันเท่ากับ 90 องศา ทำด้วยวัสดุอลูมิเนียม เมื่อประกอบเฟืองและลูกปืน (Ball bearing) เรียบร้อยแล้ว จะมีน้ำหนักเพียง 0.8 กิโลกรัม รูปที่ 3.17 เป็นการขึ้นรูปห้องเกียร์อลูมิเนียมที่สร้างตามแบบรูปที่ 3.16 รูปที่ 3.18 เป็นเฟืองดอกจอกที่ใช้ประกอบกับห้องเกียร์นี้ ซึ่งทำจากเหล็กเบอร์ SCM 4 เป็นเหล็กที่ใช้ทำเฟืองโดยเฉพาะ แล้วทำการชุบแข็งเฉพาะฟันเฟือง ผลการทดสอบการใช้งานจริงตัดกิ่งไม้ตลอดทั้งวัน ปรากฏว่าห้องเกียร์ทำงานเป็นปกติเฟืองดอกจอกยังสามารถใช้งานได้ดีปราศจากการสึกหรอแต่อย่างใด

ง. ผลการออกแบบสร้าง Safety clutch

รูปที่ 3.19 และ 3.20 แสดงภาพของ Safety clutch ที่ประกอบเข้าที่ปลายเพลารับเคลื่อนของห้องเกียร์ ตัวแผ่น Clutch ทำจากแผ่น Clutch ของรถยนต์ ผลการทำงานของ Safety clutch ปรากฏว่าสามารถใช้งานได้ปกติ ในขณะทำงานตัดกิ่งไม้ถ้าหากกิ่งไม้หนึบตัวใบเลื่อยโซ่ Safety clutch ก็จะตัดการส่งกำลังมาที่เลื่อยโซ่ทำให้เลื่อยโซ่หยุดการเคลื่อนที่ เพื่อป้องกันอันตรายให้กับระบบส่งกำลังของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ได้เป็นอย่างดี

จ. ผลการออกแบบสร้างด้ามจับ

เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต้นแบบได้ถูกออกแบบขึ้นมาเป็น 2 แบบคือ ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร และชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร จะเป็นเครื่องที่ใช้งานได้อเนกประสงค์คือ ใช้ตัดหญ้าหรือใช้ตัดแต่งกิ่งไม้ก็ได้เพียงแต่ถอดสับเปลี่ยนด้ามจับเท่านั้น เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดนี้จำเป็นต้องใช้เพลาสายอ่อน (Flexible shaft) สำหรับถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์มาที่ด้ามจับ โดยเครื่องยนต์จะถูกสะพานไว้ข้างหลังของผู้ปฏิบัติงาน ส่วนเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร ตัวเครื่องยนต์จะถูกยึดติดตายตัวกับด้ามจับ โดยที่ด้ามจับจะมีสายสะพานสำหรับผู้ปฏิบัติงานคล้องหัวเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้นี้ได้ ผลการใช้งานจริงตัดแต่งกิ่งไม้ ทั้งชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร และชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร ไม่มีปัญหาติดขัดหรือเกิดการเสียหายแต่อย่างใด แต่สำหรับชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร อาจมีปัญหาของความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน ซึ่งจะไม่ค่อยคล่องตัวเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร

การทดลองตัดกิ่งไม้ได้ทดลองตัดกิ่งต้นมะม่วง และกิ่งต้นตาเบญญา เพื่อต้องการทราบสภาพการทำงานของตัวใบเลื่อยโซ่ว่า สามารถตัดกิ่งไม้ได้ดีเพียงใด และความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ที่เหมาะสมสำหรับการตัดกิ่งไม้ควรมีความเร็วเท่าใด การทดสอบตัดกิ่งมะม่วงได้ทดลองกับความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 3 ระดับคือ 5.75 , 7.50, และ 9.75 เมตรต่อวินาที ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งมะม่วงตั้งแต่ขนาด 51 มม. - 66 มม. ตารางที่ 3.1 แสดงผลข้อมูลการทดสอบตัดกิ่งมะม่วง ผลการทดสอบตัดกิ่งมะม่วงที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 5.75 เมตรต่อวินาที จะให้ผลการตัดกิ่งมะม่วงไม่ดี ตัดกิ่งมะม่วงได้ช้า และบางครั้งตัวเลื่อยโซ่ จะสะดุด และติดขัดกับกิ่งมะม่วง ทำให้การทำงานไม่ราบเรียบ ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 7.50 เมตรต่อวินาที การทำงานตัดกิ่งมะม่วงจะทำงานดีกว่าที่ความเร็วเชิงเส้น 5.75 เมตรต่อวินาที การทำงานตัดกิ่งมะม่วงค่อนข้างราบเรียบ แต่ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 9.50 เมตรต่อวินาที จะทำงานตัดกิ่งมะม่วงดีที่สุด การทำงานตัดกิ่งมะม่วงได้รวดเร็ว การทำงานราบเรียบ ตัวเลื่อยโซ่จะไม่มีการสะดุด หรือติดขัดกับกิ่งไม้ ณ ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่นี้ เครื่องยนต์มีความเร็วรอบ 5,090 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่ไม่สูงเกินไปสำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ รูปที่. 3.27 และ รูปที่. 3.28 แสดงภาพขณะทำการตัดกิ่งมะม่วง ส่วนการทดสอบตัดกิ่งตาเบญญา ได้ทดลองกับความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 3 ระดับเช่นกันคือ 5.75 , 7.50 และ 9.25 เมตรต่อวินาที ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งตาเบญญาตั้งแต่ขนาด 35 มม. - 80 มม. ตารางที่ 3.2 แสดงผลข้อมูลการทดสอบตัดกิ่งตาเบญญา การทดสอบที่ระดับความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 5.75 เมตรต่อวินาที จะให้ผลการตัดกิ่งตาเบญญาไม่ดี เช่นเดียวกับการทดสอบตัดกิ่งมะม่วง โดยที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 9.25 เมตรต่อวินาที จะให้ผลการทดสอบตัดกิ่งตาเบญญาดีที่สุด เนื่องจากคนตัดได้เร่งความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เพียง 4,829 รอบต่อนาที จึงให้ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่เพียง 9.25 เมตร

ต่อวินาที ซึ่งต่ำกว่าการทดสอบตัดกิ่งมะม่วงเล็กน้อย แต่ผลการทดสอบตัดกิ่งตาเบบุญ่า ก็ให้ผลการทดสอบดีเช่นเดียวกัน รูปที่ 3.29 และรูปที่ 3.30 แสดงภาพขณะทำการทดสอบตัดกิ่งตาเบบุญ่า

ตารางที่ 3.4 เป็นตารางบันทึกข้อมูลผลการตัดกิ่งยูคาลิปตัสจำนวน 200 ครั้งเพื่อต้องการตรวจสอบดูจุดบกพร่องของกลไกส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ผลการทดสอบปรากฏว่า กลไกส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้สามารถทำงานได้ดีไม่เกิดความเสียหายแต่อย่างใดยกเว้นแต่ใบเลื่อยโซ่ตัวขวาได้หักไปทั้งหมด 6 ใบ ซึ่งเมื่อนำใบเลื่อยโซ่ที่หักมาตรวจสอบปรากฏว่าเป็นจุดบกพร่องของการขึ้นรูปบีมตัวใบเลื่อยโซ่ทำให้ลอยพับของใบเลื่อยโซ่บางกว่าปกติ จึงทำให้ใบเลื่อยโซ่หักตรงลอยพับ แต่เมื่อแก้ไขการบีมตัวใบเลื่อยโซ่ใหม่แล้วจึงทำการทดสอบการตัดกิ่งอีกครั้งดังแสดงผลการทดสอบในตารางที่ 3.5 และ 3.6 การทดสอบได้กระทำอย่างต่อเนื่องตลอด โดยทดสอบตัดกิ่งยูคาลิปตัสจำนวน 100 ครั้ง และกิ่ง ตาเบบุญ่า จำนวน 100 ครั้ง ผลการทดสอบปรากฏว่า ตัวใบเลื่อยโซ่ยังอยู่ในสภาพดีไม่มีการหักแต่อย่างใด ความคมของฟันเลื่อยโซ่ยังคงรักษาความคมได้ดี และ กลไกอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ไม่มีจุดบกพร่องการทำงานแต่อย่างใด รูปที่ 3.31 แสดงการทดสอบตัดกิ่งยูคาลิปตัส และ รูปที่ 3.32 แสดงรอยตัดซึ่งเกิดจากการใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ตัดกิ่ง

3.5.2 ผลการทดสอบหากล้างที่ใช้ในการตัดกิ่งไม้ชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงความ

ต้องการใช้กำลังตัดกิ่งไม้ชนิดต่าง ๆ โดยเลื่อยโซ่ที่พัฒนาร่างขึ้น

การทดสอบหากล้างที่ใช้ในการตัดกิ่งไม้ได้ทดลองกับกิ่งต้นตาเบบุญ่า และ กิ่งต้นยูคาลิปตัส ซึ่งผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 3.7 ถึง ตารางที่ 3.12 โดยการทดสอบได้กระทำที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 3 ระดับคือ 5.75 , 7.50 และ 9.75 เมตรต่อวินาที ผลการทดสอบปรากฏว่า กิ่งต้นยูคาลิปตัส ต้องใช้กำลังตัดมากกว่า กิ่งต้น ตาเบบุญ่า เนื่องจากเนื้อไม้ยูคาลิปตัสมีความแข็งแรงมากกว่ากิ่งต้นตาเบบุญ่า โดยกิ่งต้นตาเบบุญ่าและกิ่งต้นยูคาลิปตัสต้องใช้กำลังขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ อยู่ในช่วง 33.45 – 38.75 วัตต์ และ 46.58 – 56.07 วัตต์ ตามลำดับ ซึ่งใช้กำลังค่อนข้างน้อยมาก ดังนั้นเครื่องยนต์ 2 จังหวะที่เป็นเครื่องตัดหญ้าสะพายหลังสามารถใช้ขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ได้ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับกำลังไม่พอ รูปที่ 3.33 แสดงการวัดกำลังของเลื่อยโซ่

3.5.3 ผลการทดสอบการออกแรงยกเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้

เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร มีน้ำหนักรวมทั้งหมด 11.50 กิโลกรัม ซึ่งแบ่งเป็นน้ำหนักของเครื่องยนต์ 7.80 กิโลกรัม และ น้ำหนักของด้ามจับ 3.70 กิโลกรัม ตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของด้ามจับจะมีระยะห่างจากปลายด้ามจับ 132 ซม. หรือห่างจากปลายเลื่อยโซ่ 85 ซม. ป่าช้าย และ ป่าขวา ของผู้ปฏิบัติงานจะต้องออกแรงโน้มเครื่องยนต์ไว้ข้างหลังด้วยแรง 4.80 และ 3 กิโลกรัมตามลำดับ ซึ่งจะเป็นน้ำหนักที่ป่าทั้งสอง ต้องออกแรงยกคงที่ไปตลอดไม่ว่า

จะเปลี่ยนมุมเอียงของด้ามจับเป็นมุมใด ๆ ก็ตาม ส่วนมือซ้าย และ มือขวา ของผู้ปฏิบัติงานจะต้องออกแรงยกที่ด้ามจับ ในตำแหน่งที่ถนัดที่สุดของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งตำแหน่งที่จับนี้จะไม่คงที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามการเอียงตัวของด้ามจับ มือซ้ายและมือขวานอกจากต้องออกแรงยกน้ำหนักของตัวด้ามจับแล้ว ยังจำเป็นต้องออกแรงต้านโมเมนต์ของน้ำหนักของด้ามจับด้วย ดังนั้นการออกแรงยกของมือซ้ายและมือขวา จึงไม่คงที่ ซึ่งขึ้นกับตำแหน่งที่จับและ การเอียงตัวของด้ามจับ ซึ่งผลการทดสอบการออกแรงยกด้ามจับตามการเอียงตัวของด้ามจับเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่ง ได้แสดงข้อมูลไว้ในตารางที่ 3.13 ผลการทดสอบปรากฏว่าที่มุมเอียงของด้ามจับประมาณ 45 องศา มือซ้ายและมือขวาของผู้ปฏิบัติงานจะต้องออกแรงมากที่สุด โดยมือซ้ายต้องออกแรง 5.20 กิโลกรัม และมือขวาต้องออกแรง 1.30 กิโลกรัม รวมแล้วต้องออกแรงทั้งหมด 6.50 กิโลกรัม ส่วนที่มุมเอียงของด้ามจับที่ประมาณ 20 องศา จะทำให้มือซ้าย และมือขวา ของผู้ปฏิบัติงานออกแรงน้อยที่สุด โดยมือซ้ายออกแรง 4.4 กิโลกรัม และมือขวาออกแรง 0.6 กิโลกรัม รวมแล้วต้องออกแรงทั้งหมด 5 กิโลกรัม รูปที่ 3.34 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้าย และมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่ง ผลการทดสอบการวัดแรงยกตัวจับในขณะที่กำลังตัดกิ่งไม่ได้จัดทำเป็นการจำลองสถานการณ์ขึ้น ไม่ได้ทำการวัดแรงยกในขณะทำการตัดกิ่งจริง ลักษณะการวางตัวของกิ่งไม้ที่ทำมุมกับพื้นดินจะมีผลต่อการออกแรงยกด้ามจับในขณะทำการตัดกิ่ง ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะการวางตัวของกิ่งไม้ออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ การวางตัวของกิ่งแบบตั้งตรงกับพื้นดิน และการวางตัวของกิ่งแบบเอียงทำมุมหรือขนานกับพื้นดิน การวางตัวของกิ่งแบบตั้งตรงกับพื้นดินจะไม่สามารถวางตัวเลื้อยไต่บนกิ่งขณะที่ทำการตัดได้ การปฏิบัติจะต้องออกแรงยกด้ามจับและบิดด้ามจับอยู่ตลอดเวลาที่ทำการตัดกิ่ง ส่วนการวางตัวของกิ่งแบบเอียงทำมุมหรือขนานกับพื้นดิน จะสามารถวางตัวเลื้อยไต่บนกิ่งขณะที่ทำการตัดได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานออกแรงยกด้ามจับน้อยที่สุด และสามารถผ่อนแรงของคนปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี ตารางที่ 3.14 แสดงข้อมูลผลการทดสอบการออกแรงยกด้ามจับยาว 2 เมตร ในขณะทำการตัดกิ่งไม้ที่กิ่งไม้ตั้งตรงกับพื้นดิน จะเห็นได้ว่า ทั้งมือซ้าย และมือขวาจะออกแรงมากกว่าในขณะที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่ง เพราะเหตุว่า ทั้งมือซ้ายและมือขวานอกจากจะต้องออกแรงยกด้ามจับแล้ว ยังจำเป็นต้องออกแรงบิดตัวด้ามจับเข้าหากิ่งเพื่อให้คมใบเลื่อยใช้กินเนื้อไม้ ผลการทดสอบปรากฏว่าที่มุมเอียงด้ามจับประมาณ 20 องศา ผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงมากที่สุด โดยมือซ้ายต้องออกแรงยกและแรงบิด 7.60 กิโลกรัม และมือขวาต้องออกแรงยก 1.8 กิโลกรัม รวมแล้วต้องออกแรงทั้งหมด 9.40 กิโลกรัม ส่วนมุมเอียงของด้ามจับประมาณ 10 องศา จะทำให้มือซ้ายและมือขวาของผู้ปฏิบัติงานออกแรงในขณะตัดกิ่งน้อยที่สุด โดยมือซ้ายออกแรงยกและแรงบิด 2.0 กิโลกรัม และมือขวาออกแรงยก 1.80 กิโลกรัม รวมแล้วต้องออกแรงในขณะตัดกิ่งทั้งหมด 3.80 กิโลกรัม รูปที่ 3.35 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้าย และมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ทำ

การตัดกิ่งที่ตั้งตรงกับพื้นดิน ตารางที่ 3.15 แสดงข้อมูลผลการทดสอบการออกแรงยกด้ามจับยาว 2 เมตร ในขณะที่ทำการตัดกิ่งไม้ที่กิ่งไม้วางตัวขนานกับพื้นดิน ซึ่งการวางตัวของกิ่งไม้ในลักษณะนี้จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานออกแรงน้อยที่สุด จะเห็นได้ว่ามือซ้ายของผู้ปฏิบัติงานจะไม่ต้องออกแรงออกแรงยกด้ามจับหรือออกแรงบิดด้ามจับ เพียงแต่ประคองด้ามจับไว้เท่านั้น ส่วนมือขวาจะต้องออกแรงยกด้ามจับเพียงมือเดียว ซึ่งไม่ว่าการเอียงตัวของด้ามจับเป็นมุมใด ๆ มือขวาก็ต้องออกแรงมีขนาดที่ใกล้เคียงกันคือ จะมีขนาดอยู่ในช่วงประมาณ 2–2.8 กิโลกรัม เท่านั้น รูปที่ 3.36 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้าย และมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ทำการตัดกิ่งที่วางตัวขนานกับพื้นดิน

เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร มีน้ำหนักรวมทั้งหมด 12.19 กิโลกรัม จุดศูนย์ถ่วงของตัวเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้อยู่ห่างจากปลายเลื่อยโซ่ 275 ซม. หรืออยู่ห่างจากเครื่องยนต์ 120 ซม. มีสายสะพายที่ใช้สำหรับหิ้วเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้จะคล้องที่ป่าข้างซ้ายของผู้ปฏิบัติงาน โดยมือซ้ายและมือขวาก็ยังใช้สำหรับยกด้ามจับ ป่าข้างของผู้ปฏิบัติงานจะรับน้ำหนักเพียงข้างเดียว โดยรับน้ำหนักอยู่ในช่วง 10.4 – 11.8 กิโลกรัม ซึ่งป่าจะรับน้ำหนักมากกว่าแบบด้ามจับยาว 2 เมตร น้ำหนักที่กดบนป่าข้างจะมีการเปลี่ยนแปลงบ้างแต่ไม่มากนักซึ่งแปรไปตามการเอียงตัวของด้ามจับ ตารางที่ 3.16 แสดงข้อมูลผลการทดสอบการออกแรงยกด้ามจับยาว 4 เมตร เป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่งไม้ ผลการทดสอบปรากฏว่า เมื่อด้ามจับขนานกับพื้นดิน (มุมเอียง 0 องศา) มือซ้ายไม่ต้องออกแรงยก ส่วนมือขวาออกแรงยก 3.6 กิโลกรัม ป่าข้างจะรับน้ำหนัก 10.40 กิโลกรัม ส่วนที่มุมเอียงของด้ามจับ 80 องศา คนปฏิบัติงานต้องออกแรงมากที่สุด โดยมือซ้ายออกแรงยก 6 กิโลกรัม ส่วนมือขวา ออกแรงยก 5.10 กิโลกรัม ในขณะที่ป่าจะไม่ต้องออกแรงรับน้ำหนัก รูปที่ 3.37 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้าย และมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่ง ผลการทดสอบการออกแรงยกด้ามจับยาว 4 เมตร ขณะกำลังตัดกิ่งที่ตั้งตรงกับพื้นดิน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.17 การวางตัวของกิ่งไม้ในลักษณะนี้จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานตัดแต่งกิ่งไม้ ปฏิบัติงานยากเพราะต้องเอียงเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ไปทั้งหมด รวมทั้งตัวเครื่องยนต์ก็เอียงด้วย ซึ่งหากปฏิบัติงานตัดกิ่งไม้ลักษณะเช่นนี้เป็นเวลานาน ๆ ก็อาจมีผลทำให้น้ำมันไม่เข้า คาบูเรเตอร์ เครื่องยนต์ก็จะดับ ณ. ที่มุมเอียงของด้ามจับประมาณ 20 องศาจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานออกแรงมากที่สุด โดยมือซ้ายออกแรงยกและแรงบิด 6.4 กิโลกรัม และมือขวาออกแรงยก 2.2 กิโลกรัม รวมแล้วต้องออกแรงทั้งหมด 8.8 กิโลกรัม ในขณะที่ป่าข้างจะรับน้ำหนัก 11.20 กิโลกรัม รูปที่ 3.38 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้าย และมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่งที่ตั้งตรงกับพื้นดิน ผลการทดสอบการออกแรงยกด้ามจับยาว 4 เมตร ขณะทำการตัดกิ่งที่วางตัวขนานกับพื้นดิน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.18 การวางตัวของกิ่งไม้ลักษณะนี้จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานตัดกิ่งไม้ปฏิบัติงานง่ายที่สุดเพราะสามารถวางตัวเลื่อยโซ่พาดกิ่ง

โดยมือซ้ายไม่ต้องออกแรงยกด้ามจับ ส่วนมือขวาจะมีการออกแรงยกด้ามจับช่วยในช่วงมุมเอียงมาก ๆ เท่านั้น เช่นที่ 45 และ 60 องศา โดยมือขวาออกแรงเพียง 4 และ 2.6 กิโลกรัมตามลำดับ

3.5.4 ผลการทดสอบหาอัตราการทำงานตัดกิ่งไม้ในสภาพการทำงานจริง และการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ หาค่าใช้จ่ายทั้งหมด

ผลการทดสอบหาอัตราการทำงานตัดกิ่งไม้ในสภาพการทำงานจริงได้ไปทดสอบตัดกิ่งมะม่วง กับสวนมะม่วงในจังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งข้อมูลผลการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.19 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งมะม่วงที่ตัดมีขนาดอยู่ระหว่าง 22 - 120 มม. ช่วงความสูงของกิ่งที่ตัดเหนือพื้นดินมีความสูงระหว่าง 1 - 3 เมตร และใช้เวลาในการตัดต่อกิ่งระหว่าง 2.44 - 208.99 วินาที เวลาที่ใช้ในการตัดต่อกิ่งจะแปรผันตามขนาดความโตของกิ่ง และลักษณะการวางตัวของกิ่งมะม่วง (ตั้งตรง , เอียง หรือ ชานานกับพื้นดิน) ความขึ้นของกิ่งมะม่วงในขณะทดสอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56.76 % มาตรฐานเปียก ได้ทำการทดสอบตัดกิ่งมะม่วงไปทั้งหมด 35 กิ่ง ใช้เวลาทั้งหมดเท่ากับ 36.67 นาที โดยใช้เวลาเฉพาะตัดกิ่งมะม่วงเท่ากับ 16.58 นาที ดังนั้นจึงมีเวลาที่สูญเสียไปเท่ากับ 20.09 นาที หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เวลาที่สูญเสียเท่ากับ 54.78 % ของเวลาที่ใช้ทั้งหมด เวลาที่สูญเสียไปนี้เป็นเวลาที่ใช้ในการเลือกกิ่งตัดจากกิ่งหนึ่งไปอีกกิ่งหนึ่ง เวลาที่ใช้ในการปรับแต่งเครื่องยนต์และตัวเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้เช่น การปรับแต่งความตึงเลื่อยโซ่เป็นต้น มีอัตราการทำงานตัดกิ่งไม้เท่ากับ 57.27 กิ่งต่อชั่วโมง และอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เท่ากับ 0.60 ลิตรต่อชั่วโมง จากการสังเกตผู้ปฏิบัติงานตัดกิ่งไม้ปรากฏว่า ผู้ปฏิบัติงานไม่เหนื่อยมาก และการที่จะใช้งานเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีเทคนิควิธีการตัดกิ่ง เทคนิควิธีการใช้และการปรับแต่งเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ การคำนวณค่าใช้จ่ายในการตัดกิ่งมะม่วงของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.22 ซึ่งมีต้นทุนในการใช้งานทั้งหมดเท่ากับ 11.95 บาทต่อชั่วโมง หรือ ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อกิ่งเท่ากับ 0.21 บาทต่อกิ่ง (ไม่คิดค่าจ้างผู้ปฏิบัติงาน) ถ้าหากรวมค่าจ้างผู้ปฏิบัติงานตัดกิ่งวันละ 120 บาทต่อวัน จะมีต้นทุนในการใช้งานทั้งหมดเท่ากับ 26.95 บาทต่อชั่วโมง หรือค่าใช้จ่ายต่อกิ่งเท่ากับ 0.47 บาทต่อกิ่ง

ผลการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.20 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งมะม่วงที่ตัดมีขนาดอยู่ระหว่าง 21.90 - 153 มม. ช่วงความสูงของกิ่งมะม่วงที่ตัดเหนือพื้นดินระหว่าง 1 - 4.70 เมตร และใช้เวลาในการตัดต่อกิ่งระหว่าง 1.33 - 156.23 วินาที เวลาที่ใช้ในการตัดต่อกิ่งจะแปรผันตามขนาดความโตของกิ่ง และลักษณะการวางตัวของกิ่งมะม่วง (ตั้งตรง , เอียง หรือ ชานานกับพื้นดิน) ถ้าหากการวางตัวของกิ่งมะม่วงเป็นแบบตั้งตรงกับพื้นดินจะทำให้การตัดกิ่งยากเพราะต้องเอียงทั้งตัวเครื่องเพื่อให้คมของฟันเลื่อยโซ่กินเนื้อไม้ ทำให้การตัดใช้เวลานาน ผู้ปฏิบัติงานจะเหนื่อยกว่าการตัดกิ่งที่มี

ลักษณะการวางตัวเอียงหรือขนานกับพื้นดิน และถ้าหากเอียงเป็นเวลานาน ๆ ก็อาจทำให้น้ำมันไม่ไหลเข้าคาบูเรเตอร์ เครื่องยนต์ก็จะเดินไม่เรียบหรืออาจทำให้เครื่องยนต์ดับได้ ซึ่งก็เกิดขึ้น 3 - 4 ครั้ง ระหว่างเวลาการทดสอบ ความขึ้นของกิ่งมะม่วงในขณะทำการทดสอบ มีค่าเท่ากับ 63.53 % มาตราฐานเปียก ได้ทำการทดสอบตัดกิ่งมะม่วงไปทั้งหมดเท่ากับ 53 กิ่ง ใช้เวลาทั้งหมดเท่ากับ 59.50 นาที โดยใช้เวลาเฉพาะการตัดกิ่งมะม่วงเท่ากับ 23.22 นาที ดังนั้นจึงมีเวลาที่สูญเสียไปเท่ากับ 36.28 นาที หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เวลาที่สูญเสียเท่ากับ 60.97 % ของเวลาที่ใช้ทั้งหมด เวลาที่สูญเสียไปนี้จะเป็นเวลาที่ใช้เลือกกิ่งตัดจากกิ่งหนึ่งไปอีกกิ่งหนึ่ง เวลาที่ใช้ในการปรับแต่งเครื่องยนต์ และตัวเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ เวลาที่สูญเสียเนื่องจากเครื่องยนต์เดินไม่เรียบ เนื่องจากการเอียงตัวเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ (ในกรณีตัดกิ่งแบบตั้งตรงกับพื้นดิน) จะเห็นได้ว่าเวลาที่สูญเสียไปนี้จะมากกว่า เวลาที่สูญเสียของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร มีอัตราการทำงานตัดกิ่งมะม่วงเท่ากับ 53.45 กิ่งต่อชั่วโมง และอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.70 ลิตรต่อชั่วโมง การตัดแต่งกิ่งไม้โดยใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตรนี้ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีเทคนิคการตัดกิ่งและเทคนิคการใช้งานเครื่อง ที่แตกต่างจากเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร เพราะลักษณะการติดตั้งเครื่องยนต์แบบยึดติดตายตัวกับด้ามจับถ้าหากมีการเอียงด้ามจับอยู่ยาวนานเกินไป อาจทำให้น้ำมันไม่ไหลเข้า คาบูเรเตอร์ เป็นเหตุให้เครื่องยนต์เดินไม่เรียบ หรือติด ๆ ดับ ๆ ได้ ดังนั้นจึงต้องมีเทคนิควิธีการใช้งานระหว่างการตัดแต่งกิ่งไม้ การคำนวณค่าใช้จ่ายในการตัดกิ่งมะม่วงของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.22 ซึ่งมีต้นทุนในการใช้งานทั้งหมดเท่ากับ 10.70 บาทต่อชั่วโมง หรือ ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อกิ่งเท่ากับ 0.25 บาทต่อกิ่ง (ไม่คิดค่าจ้างผู้ปฏิบัติงาน) ถ้าหากรวมค่าจ้างผู้ปฏิบัติงานตัดกิ่งวันละ 120 บาทต่อวัน จะมีต้นทุนในการใช้งานทั้งหมดเท่ากับ 28.48 บาทต่อชั่วโมง หรือค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อกิ่งเท่ากับ 0.53 บาทต่อกิ่ง

3.5.5 ผลการทดสอบเปรียบเทียบการตัดแต่งกิ่งมะม่วงโดยใช้แรงงานคนใช้เลื่อยตัดกิ่ง การเปรียบเทียบการตัดแต่งกิ่งมะม่วงโดยใช้แรงงานคนใช้เลื่อยตัดกิ่ง ได้ทำการทดสอบในพื้นที่เดียวกันซึ่งข้อมูลผลการทดสอบการใช้แรงงานคนใช้เลื่อยตัดแต่งกิ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.21 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งมะม่วงที่คนเลือกตัดมีขนาดอยู่ระหว่าง 40 - 107 มม. ช่วงความสูงของกิ่งมะม่วงที่ตัดเหนือพื้นดินประมาณ 1 - 1.50 เมตร ใช้เวลาในการตัดต่อกิ่งระหว่าง 6.74 - 222.17 วินาที เวลาที่ใช้ในการตัดต่อกิ่งจะแปรผันตามขนาดความโตของกิ่งและ ความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าของคนตัดกิ่ง ความขึ้นของกิ่งมะม่วงในขณะทดสอบประมาณ 56 - 57 % มาตราฐานเปียก ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกิ่งมะม่วงที่ทดสอบตัดโดยเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ ได้ทำการทดสอบตัดกิ่งมะม่วงไปทั้งหมด 10 กิ่ง ใช้เวลาทั้งหมดเท่ากับ 21.75 นาที โดยใช้เวลาเฉพาะการตัดกิ่งมะม่วงเท่ากับ 7.23 นาที ดังนั้นจึงมีเวลาที่สูญเสียไปเท่ากับ 14.52 นาที เวลาที่สูญเสียไป

นี่จะเป็นเวลาที่เลือกกิ่งตัดจากกิ่งหนึ่งไปอีกกิ่งหนึ่ง และเวลาที่คนต้องหยุดพักเป็นช่วง ๆ ระหว่างการตัดกิ่ง มีอัตราการทำงานตัดกิ่งมะม่วงเท่ากับ 27.58 กิ่งต่อชั่วโมง ซึ่งจะมีอัตราการทำงานตัดกิ่งมะม่วงน้อยกว่าใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ จากการทดสอบได้ทำการทดสอบไปทั้งหมด 10 กิ่งเท่านั้น ซึ่งทำให้คนตัดเหนื่อยมาก ๆ จึงจำเป็นต้องให้คนพักเหนื่อย ตารางที่ 3..23 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายในการตัดกิ่งมะม่วงโดยใช้แรงงานคน การตัดแต่งกิ่งมะม่วงโดยใช้แรงงานคนมีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 15 บาทต่อชั่วโมง หรือ ค่าใช้จ่ายต่อกิ่งเท่ากับ 0.54 บาทต่อกิ่งต่อคน ซึ่งคำนวณจากอัตราค่าจ้างแรงงาน 120 บาทต่อวัน ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง และไม่คิดค่าเสื่อมราคาและค่าสึกหรอของเลื่อยที่ใช้ตัดเนื่องจากมีค่าน้อย

3.6 สรุปผลการทดสอบ

1. ได้วิจัยและพัฒนาออกแบบสร้างเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต้นแบบ ขึ้นมาจนเป็นผลสำเร็จ สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้สามารถผลิตขึ้นได้เองภายในประเทศ เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ต้นแบบได้ถูกพัฒนาออกแบบสร้างขึ้นมาเป็น 2 แบบ ด้วยกันคือ เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร และเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร โดยราคาของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ทั้ง 2 ชนิดมีราคาประมาณ 10,000 บาท (ใช้เครื่องยนต์เก่าจาก ญี่ปุ่น)

2. เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร ค่อนข้างจะได้รับความนิยมใช้มากกว่าชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากความคล่องตัวในการทำงานและความสามารถในการใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์ โดยสามารถใช้งานได้ทั้งตัดหญ้าหรือ ตัดกิ่งไม้ก็ได้ เพียงแต่ถอดสลับด้ามจับเท่านั้น

3. เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร มีน้ำหนักรวมทั้งหมดเท่ากับ 11.50 กิโลกรัม ซึ่งแบ่งเป็นน้ำหนักของเครื่องยนต์ 7.80 กิโลกรัม และน้ำหนักของด้ามจับ 3.70 กิโลกรัม โดยบ่าซ้ายและบ่าขวาของผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงเหวี่ยงเครื่องยนต์ไว้ข้างหลังด้วยแรง 4.80 และ 3.0 กิโลกรัมตามลำดับ ส่วนการออกแรงยกด้ามจับของมือซ้ายและมือขวาในขณะทำการตัดกิ่ง จะออกแรงไม่คงที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของมือจับด้ามจับ การเอียงตัวด้ามจับ และลักษณะการวางตัวของกิ่งไม้ที่ตัด

4. เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร มีน้ำหนักรวมทั้งหมดเท่ากับ 12.19 กิโลกรัม โดยบ่าซ้ายของผู้ปฏิบัติงานจะต้องออกแรงรับน้ำหนักเพียงข้างเดียวด้วยแรงที่อยู่ในช่วง 10.80 - 11.80 กิโลกรัม ส่วนการออกแรงยกด้ามจับของมือซ้ายและมือขวาในขณะทำการตัดกิ่ง จะออกแรงไม่คงที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของมือจับด้ามจับ การเอียงตัวด้ามจับ และลักษณะการวางตัวของกิ่งไม้ที่ตัด

5. ลักษณะการวางตัวของกิ่งไม้มีผลต่อความยากง่ายในการตัดกิ่งไม้ และการออก แรงยกด้ามจับขณะทำการตัดกิ่งไม้ ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ทั้ง 2 ชนิด โดยลักษณะการวางตัวของกิ่งไม้แบบตั้งตรงกับพื้นดินจะทำให้การตัดกิ่งไม้น่ายากกว่า และทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงมากกว่าลักษณะการวางตัวของกิ่งไม้ที่เอียงหรือขนานกับพื้นดิน

6. ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ที่เหมาะสมต่อการทำงานตัดกิ่งไม้ อยู่ในช่วงระหว่าง 9.75 - 9.25 เมตรต่อวินาที ณ. ที่ ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 5,090 - 4,829 รอบต่อนาที ซึ่งจะทำให้การตัดกิ่งไม้ได้รวดเร็ว และตัวใบเลื่อยโซ่จะไม่สะดุด ติดขัดกับกิ่งไม้ โดย ณ. ที่ ความเร็วของเลื่อยโซ่ช่วงนี้ จะสามารถตัดกิ่งมะม่วงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 มม. ถึง 66 มม. จะใช้เวลาใน

การตัดต่อกิ่ง 6.25 – 15.20 วินาทีต่อกิ่ง และตัดกิ่งตาเบญญา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 68 มม. – 80 มม. จะใช้เวลาในการตัดต่อกิ่ง 18.69 – 30.30 วินาทีต่อกิ่ง

7. เวลาที่ใช้ในการตัดกิ่งไม้แต่ละกิ่ง จะแปรผันโดยตรงกับ ความเร็วเชิงเส้นของ เลื่อยโซ่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งไม้ ความแข็ง – ความอ่อนของเนื้อไม้ ความคมของใบ เลื่อยโซ่ และลักษณะการวางตัวของกิ่งไม้ (ตั้งตรง เอียง หรือ ขนานกับพื้นดิน)

8. เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร มีอัตราการการทำงานตัดกิ่งมะม่วงเท่ากับ 57.27 กิ่งต่อชั่วโมง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งมะม่วงที่ตัดมีขนาดอยู่ระหว่าง 22 - 120 มม. ช่วงความสูงของกิ่งที่ตัดเหนือพื้นดินมีความสูงระหว่าง 1 – 3 เมตร มีต้นทุนในการใช้งานทั้งหมดเท่ากับ 26.95 บาทต่อชั่วโมง หรือ ค่าใช้จ่ายต่อกิ่งเท่ากับ 0.47 บาทต่อกิ่ง (อัตราค่าจ้างแรงงาน 120 บาทต่อวัน)

9. เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร มีอัตราการการทำงานตัดกิ่งมะม่วงเท่ากับ 53.45 กิ่งต่อชั่วโมง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกิ่งมะม่วงที่ตัดมีขนาดอยู่ระหว่าง 21.90 - 153 มม. ช่วงความสูงของกิ่งที่ตัดเหนือพื้นดินมีความสูงระหว่าง 1 – 4.70 เมตร มีต้นทุนในการใช้งานทั้งหมดเท่ากับ 28.48 บาทต่อชั่วโมง หรือ ค่าใช้จ่ายต่อกิ่งเท่ากับ 0.53 บาทต่อกิ่ง (อัตราค่าจ้างแรงงาน 120 บาทต่อวัน)

10. อัตราการทำงานตัดกิ่งมะม่วง โดยใช้แรงงานคนใช้เลื่อยตัดกิ่งมะม่วงเท่ากับ 27.58 กิ่งต่อชั่วโมง ซึ่งมีอัตราการการทำงานที่น้อยกว่าการใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อกิ่งในการใช้แรงงานคนใช้เลื่อยตัดกิ่งมะม่วงเท่ากับ 0.54 บาทต่อกิ่งต่อคน (อัตราค่าจ้างแรงงาน 120 บาทต่อวัน)

11. ในการใช้งานเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ทั้ง 2 แบบ ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีเทคนิคการตัดกิ่งไม้ เทคนิคการใช้งานและการปรับแต่งเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้

12. Safety clutch มีไว้สำหรับป้องกันการเสียหายให้กับระบบส่งกำลังของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ ถ้าหากกิ่งไม้หนีบตัวใบเลื่อยโซ่ Safety clutch ก็จะตัดการส่งกำลังที่มาจับตัวใบเลื่อยโซ่ โดยการที่แผ่น Clutch ของ Safety clutch จะเกิดการ Slip

13. เลื่อยโซ่ 1 เส้น จะประกอบด้วย ตัวใบเลื่อยโซ่ ประมาณ 30 ใบ ใบเลื่อยโซ่มีราคาตัวละ ประมาณ 12 บาท

14. การนำเครื่องตัดกิ่งไม้ไปใช้งานจริง ไม่มีปัญหาทางด้านเทคนิคแต่อย่างใด หากแต่มีปัญหาทางด้านข้อกฎหมายที่ห้ามการซื้อขายหรือใช้งานเลื่อยโซ่ถ้าหากไม่มีใบอนุญาต

3.7 สรุปผลการดำเนินงานโครงการ

1. ได้ผลิตเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตรให้กับ คุณ มนต์รี ด้านไพบูลย์ สมาชิกสภาผู้แทนราษฎรจังหวัดลำพูน เพื่อจะได้นำไปเผยแพร่ให้กับเกษตรกร ชาวสวนลำไยในจังหวัดลำพูน
2. กำลังผลิตเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร ให้กับ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
3. นำเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ไปออกแสดงและสาธิตในงานเกษตรกำแพงแสน ระหว่าง วันที่ 8 - 11 ธันวาคม 2543 ณ อาคารศูนย์มหาวิทยาลัย ภายในมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
4. ได้มีการสาธิตการใช้งานเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ให้กับเกษตรกร และผู้สนใจทั่ว ๆ ไป ที่ มาขอเข้าเยี่ยมชมและศึกษาการสร้างออกแบบเป็นจำนวนทั้งสิ้นประมาณ 100 คน
5. ได้นำเรื่องเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ตีพิมพ์ลงใน วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน ฉบับประจำ เดือน พฤศจิกายน 2543
6. ได้นำเรื่องเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ตีพิมพ์ลงใน วารสารเคหการเกษตร ปีที่ 25 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน มีนาคม 2544
7. ได้นำเรื่องเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ตีพิมพ์ลงใน วารสารเมืองไม่ผล ปีที่ 13(1) ฉบับที่ 153 (4) ประจำเดือน มิถุนายน 2544
8. เรื่องเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ ได้นำเสนอในที่ประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 1 จัดโดย กรมวิชาการเกษตรร่วมกับสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย วันที่ 11 - 13 กรกฎาคม 2544 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น กรุงเทพฯ

3.8 เอกสารอ้างอิง

1. ศุภชัย ชมยานนท์ . ทฤษฎีเครื่องมือกล
2. กองบรรณาธิการกลุ่มเกษตรบัณฑิตเกษตรก้าวหน้า. เทคนิคขั้นตอนการตัดกิ่งไม้
ผล. หจก.รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์ กรุงเทพฯ
3. กองบรรณาธิการเฉพาะกิจ "ฐานเกษตรกรรม" . 2530 . ศิลปะการตัดแต่งกิ่งไม้
ผล. สำนักพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ
4. วิจิตร วังโน . มะม่วง . 2529 . ศรีสมบัติการพิมพ์ กรุงเทพฯ
5. <http://oregonchain.com>
6. <http://coronaclipper.com>

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการทดสอบการตัดกิ่งมะม่วง

ท่อนกิ่ง มะม่วงที่	ขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลาง (mm.)	เวลา (s)	ความเร็วรอบ เครื่อง (rpm)	ความเร็วรอบ โซ่ (rpm)	ความเร็วเชิง เส้นโซ่เฉลี่ย (m/s)
1	51	18.70	3002	2300	5.75
2	54	20.64	3002	2300	5.75
3	55	34.79	3002	2300	5.75
4	58	51.72	3002	2300	5.75
5	58	20.96	3915	3000	7.50
6	60	25.65	3915	3000	7.50
7	61	28.49	3915	3000	7.50
8	62	30.97	3915	3000	7.50
9	60	6.25	5090	3900	9.75
10	62	13.34	5090	3900	9.75
11	65	14.33	5090	3900	9.75
12	66	15.20	5090	3900	9.75

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบการตัดกิ่งตาเบญญา

ท่อนกิ่ง ตาเบญญา ท่อนที่	ขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลาง (mm.)	เวลา (s)	ความเร็ว รอบเครื่อง (rpm)	ความเร็ว รอบโซ่ (rpm)	ความเร็ว เชิงเส้น โซ่เลื่อย (m/s)
1	35	15.61	3002	2300	5.75
2	42	24.91	3002	2300	5.75
3	45	48.68	3002	2300	5.75
4	54	28.63	3915	3000	7.50
5	60	34.18	3915	3000	7.50
6	85	36.71	3915	3000	7.50
7	68	18.69	4829	3700	9.25
8	70	20.69	4829	3700	9.25
9	80	30.30	4829	3700	9.25

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าความชื้นของกิ่งมะม่วง และ กิ่งตาเบญญา

ชนิดของ ท่อนกิ่งไม้	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักที่หายไป (กรัม)	%ความชื้น (%)
มะม่วง	936.49	622.61	313.88	33.52
ตาเบญญา	643.17	298.15	345.02	53.64

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลผลการตัดกิ่งยูคาลิปตัส จำนวน 100 ครั้ง

ตัดครั้งที่	เวลาตัดต่อกิ่ง (วินาที)	ขนาดกิ่ง (ซ.ม.)	การขัดข้อง
1	26.75	6.90	-
2	12.10	4.80	-
3	31.18	7.20	-
4	34.03	7.10	-
5	-	-	-
6	19.09	7.0	-
7	15.06	6.40	-
8	19.94	6.70	-
9	20.33	6.40	ใบไซหัก 1 ใบ และปรับตั้งไซ
10	25.35	6.10	-
11	17.29	5.90	-
12	21.25	5.40	-
13	10.48	5.0	-
14	12.76	5.40	-
15	11.51	5.70	-
16	10.34	5.90	-
17	12.86	5.40	-
18	9.11	5.20	-
19	8.14	5.10	-
20	7.60	4.90	-

21	9.15	5.10	-
22	7.82	4.80	-
23	6.77	5.20	-
24	8.24	5.10	-
25	8.06	4.90	-
26	7.56	5.20	-
27	10.23	5.20	-
28	8.96	5.10	-
29	7.44	4.60	-
30	7.92	4.80	-
31	8.44	4.60	-
32	8.65	4.40	-
33	7.24	4.30	-
34	12.93	7.50	-
35	21.49	7.0	-
36	19.49	6.90	-
37	15.62	6.80	-
38	13.41	6.80	-
39	13.69	6.70	-
40	14.20	6.40	-
41	14.79	6.20	-
42	12.02	6.60	-
43	13.99	6.90	-
44	13.99	6.10	-
45	14.22	6.20	-
46	15.07	6.40	-
47	17.18	6.20	-
48	27.76	6.40	-
49	14.66	5.80	-
50	21.24	6.10	ปรับตั้งไฟ
51	15.95	6.10	-
52	15.85	5.80	-
53	18.90	5.70	-

54	17.55	6.20	-	
55	11.85	5.80	-	
56	12.01	5.90	-	
57	12.17	5.90	-	
58	11.59	5.80	-	
59	10.89	5.80	-	
60	11.29	5.70	-	
61	10.61	5.70	-	
62	9.77	5.60	-	
63	10.95	5.50	-	
64	10.79	5.30	-	ใบใส่หักใบที่ 2
65	10.84	5.20	-	
66	8.90	5.30	-	
67	11.00	5.20	-	
68	10.50	5.30	-	
69	6.73	5.40	-	
70	7.09	5.30	-	
71	8.40	5.30	-	
72	6.13	5.20	-	
73	7.79	5.20	-	
74	8.03	5.40	-	ใบใส่หักใบที่ 3
75	7.02	5.40	-	
76	4.16	5.20	-	
77	6.67	5.30	-	
78	7.52	5.30	-	
79	8.01	5.20	-	
80	7.29	5.10	-	
81	7.06	5.20	-	
82	5.81	5.0	-	
83	5.05	5.20	-	
84	6.90	4.90	-	ใบใส่หักใบที่ 4
85	6.72	4.90	-	
86	7.77	4.80	-	

87	6.07	4.50	-
88	5.64	4.40	-
89	6.98	4.60	-
90	8.45	4.70	-
91	10.41	4.70	-
92	7.92	4.60	-
93	5.08	4.50	-
94	5.57	4.60	-
95	6.02	4.50	-
96	4.91	4.60	-
97	4.96	4.50	-
98	5.34	4.30	-
99	6.37	5.20	-
100	3.68	5.10	-

ตารางที่ 3.5 ผลการตัดกิ่งยูคาลิปตัส จำนวน 100 ครั้ง
(หลังจากการปรับปรุงการบีบตัวใบเลื่อยโซใหม่)

ตัดครั้งที่	เวลาตัดต่อกิ่ง (วินาที)	ขนาดกิ่ง (ซ.ม.)	การขัดข้อง
1	13.66	8.0	-
2	14.99	7.7	-
3	16.35	8.0	-
4	12.04	7.6	-
5	16.56	7.4	-
6	13.44	7.2	-
7	15.34	7.3	-
8	14.23	7.1	-
9	17.90	7.3	-
10	16.14	7.2	-
11	18.01	7.1	-
12	15.24	7.0	-
13	15.50	7.3	-
14	16.63	6.4	-
15	16.19	6.9	-
16	13.68	6.5	-
17	18.35	6.5	-
18	13.87	5.7	-
19	12.52	5.5	-
20	10.16	5.3	-
21	8.06	5.4	-
22	7.35	5.2	-
23	7.43	5.4	-
24	8.37	5.5	-

25	6.40	5.3	-
26	7.48	5.4	-
27	6.26	5.2	-
28	6.77	5.2	-
29	7.85	5.5	-
30	6.38	4.6	-
31	6.76	4.5	-
32	7.13	4.5	-
33	5.68	4.9	-
34	4.99	4.1	-
35	4.06	4.0	-
36	3.92	4.1	-
37	5.49	4.3	-
38	5.56	4.0	-
39	4.28	3.9	-
40	4.10	3.8	-
41	7.13	3.9	-
42	12.18	6.3	-
43	10.89	6.1	-
44	11.53	5.9	-
45	12.30	6.0	-
46	10.57	6.4	-
47	8.88	5.7	-
48	11.81	5.6	-
49	8.59	5.5	-
50	7.24	5.3	-
51	6.24	5.4	-
52	7.56	5.7	-
53	7.96	5.3	-

54	3.30	5.2	-
55	6.52	5.2	-
56	6.79	5.1	-
57	5.81	5.4	-
58	6.45	5.3	-
59	6.34	5.4	-
60	6.02	5.7	-
61	6.38	5.6	-
62	6.71	5.5	-
63	7.16	5.5	-
64	7.36	5.9	-
65	7.18	5.1	-
66	6.95	4.9	-
67	5.77	4.9	-
68	5.27	4.8	-
69	4.13	3.9	-
70	2.66	4.1	-
71	2.14	4.1	-
72	3.28	4.1	-
73	7.13	5.6	-
74	5.98	5.4	-
75	3.95	5.1	-
76	5.48	4.9	-
77	4.94	4.7	-
78	3.58	4.9	-
79	4.66	4.5	-
80	4.55	4.6	-
81	3.76	4.5	-
82	3.29	4.5	-

83	3.64	4.4	-
84	4.15	4.3	-
85	3.20	4.3	-
86	3.04	4.2	-
87	3.13	4.2	-
88	3.54	4.2	-
89	3.23	4.2	-
90	3.84	4.1	-
91	3.03	4.2	-
92	2.63	4.0	-
93	2.81	4.0	-
94	2.77	3.7	-
95	2.43	3.7	-
96	2.02	3.6	-
97	2.52	3.3	-
98	1.67	3.3	-
99	2.56	3.3	-
100	2.99	3.2	-

25	5.09	5.4	-
26	3.99	5.3	-
27	4.49	5.3	-
28	3.82	5.2	-
29	3.27	5.4	-
30	3.46	5.2	-
31	2.64	5.1	-
32	3.16	4.9	-
33	2.94	4.9	-
34	2.83	4.9	-
35	2.94	4.6	-
36	2.71	4.2	-
37	2.49	4.3	-
38	2.40	4.1	-
39	2.25	4.2	-
40	2.65	4.0	-
41	2.02	3.9	-
42	1.9	3.7	-
43	1.74	3.6	-
44	1.68	3.7	-
45	6.42	5.3	-
46	5.00	5.4	-
47	4.95	4.9	-
48	4.56	5.2	-
49	4.20	4.7	-
50	2.89	4.6	-
51	2.41	4.6	-
52	3.24	4.7	-
53	3.14	4.5	-

54	3.15	4.4	-
55	3.54	4.4	-
56	3.38	4.6	-
57	2.97	4.2	-
58	2.69	4.2	-
59	2.37	4.1	-
60	21.69	9.2	-
61	26.09	8.2	-
62	25.86	8.2	-
63	16.97	7.9	-
64	17.20	7.6	-
65	18.77	7.8	-
66	16.2	8.5	-
67	11.98	7.8	-
68	13.24	7.7	-
69	3.99	5.5	-
70	3.20	5.4	-
71	3.84	5.2	-
72	3.81	6.0	-
73	4.13	5.2	-
74	3.50	4.4	-
75	2.97	4.2	-
76	2.39	4.3	-
77	2.29	4.3	-
78	7.95	5.0	-
79	6.36	5.1	-
80	9.21	5.9	-
81	6.07	5.2	-
82	4.77	4.9	-

83	3.86	5.2	-
84	3.60	4.7	-
85	3.51	4.4	-
86	3.91	4.9	-
87	3.38	4.2	-
88	2.31	4.3	-
89	11.03	6.9	-
90	10.31	6.6	-
91	7.95	6.3	-
92	8.17	6.2	-
93	6.80	6.4	-
94	11.20	6.4	-
95	10.45	6.3	-
96	6.20	5.8	-
97	4.73	5.7	-
98	3.98	4.8	-
99	4.09	4.8	-
100	7.12	5.7	-

ตารางที่ 3.7 แสดงข้อมูลการทดสอบหาค่าลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ที่ใช้ตัดกิ่งต้นตาเบญญาณ. ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 5.75 เมตรต่อวินาที

กิ่งที่	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกิ่ง (มม.)	เวลาที่ใช้ตัดต่อกิ่ง (วินาที)	ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ (m/s)	แรงบิดเฉลี่ย (kg – m)	ความเร็วรอบเฉลี่ยของ Dynamometer (รอบต่อนาที)	กำลังที่ใช้ขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ (วัตต์)
1	32.93	4.46	5.75	0.04	626.67	25.76
2	32.25	3.91	5.75	0.05	625.00	32.11
3	31.25	2.91	5.75	0.05	624.67	32.10
4	30.28	3.16	5.75	0.06	624.67	38.52
5	31.70	2.58	5.75	0.05	629.00	38.78
เฉลี่ย	31.68	3.40	5.75	0.05	626.00	33.45

ตารางที่ 3.8 แสดงข้อมูลการทดสอบหาค่าลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ที่ใช้ตัดกิ่งตาเบญญาณ. ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 7.50 เมตรต่อวินาที

กิ่งที่	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกิ่ง (มม.)	เวลาที่ใช้ตัดต่อกิ่ง (วินาที)	ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ (m/s)	แรงบิดเฉลี่ย (kg – m)	ความเร็วรอบเฉลี่ยของ Dynamometer (รอบต่อนาที)	กำลังที่ใช้ขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ (วัตต์)
1	31.10	1.76	7.50	0.05	815.67	41.91
2	28.83	1.77	7.50	0.04	815.33	33.51
3	27.63	1.49	7.50	0.04	816.67	33.57
4	27.70	1.63	7.50	0.05	817.00	41.98
5	24.50	2.16	7.50	0.04	815.67	33.53
เฉลี่ย	27.95	1.76	7.50	0.04	816.07	36.90

ตารางที่ 3.9 แสดงข้อมูลการทดสอบหาค่าลึงที่ใช้ในการขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ที่ใช้ตัดกิ่งตาเบญญา
ณ. ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 9.75 เมตรต่อวินาที

กิ่งที่	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง กลางกิ่ง (มม.)	เวลาที่ใช้ ตัดต่อกิ่ง (วินาที)	ความเร็ว เชิงเส้นของ เลื่อยโซ่ (m/s)	แรงบิดเฉลี่ย (kg – m)	ความเร็วรอบเฉลี่ย ของ Dynamometer (รอบต่อนาที)	กำลังที่ใช้ ขับเคลื่อน เลื่อยโซ่ (วัตต์)
1	24.80	1.28	9.75	0.06	1049.67	32.36
2	25.13	1.24	9.75	0.04	1050.00	43.12
3	25.58	1.07	9.75	0.03	1048.33	32.32
4	26.15	1.16	9.75	0.04	1050.00	43.12
5	25.75	1.17	9.75	0.04	1050.00	43.12
เฉลี่ย	25.48	1.18	9.75	0.04	1048.40	38.75

ตารางที่ 3.10 แสดงข้อมูลการทดสอบหาค่าลึงที่ใช้ในการขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ที่ใช้ตัดกิ่งยูคาลิปตัส
ณ. ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 5.75 เมตรต่อวินาที

กิ่งที่	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง กลางกิ่ง (มม.)	เวลาที่ใช้ ตัดต่อกิ่ง (วินาที)	ความเร็ว เชิงเส้นของ เลื่อยโซ่ (m/s)	แรงบิดเฉลี่ย (kg – m)	ความเร็วรอบเฉลี่ย ของ Dynamometer (รอบต่อนาที)	กำลังที่ใช้ ขับเคลื่อน เลื่อยโซ่ (วัตต์)
1	28.93	3.05	5.75	0.09	625.67	57.87
2	28.63	2.85	5.75	0.06	628.33	38.74
3	29.25	2.78	5.75	0.09	625.67	57.87
4	28.18	2.53	5.75	0.08	624.33	51.33
5	28.78	2.82	5.75	0.08	623.33	51.25
เฉลี่ย	28.75	2.81	5.75	0.08	625.47	51.41

ตารางที่ 3.11 แสดงข้อมูลการทดสอบหาค่าลึงที่ใช้ในการขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ที่ใช้ตัดกิ่งยูคาลิปตัส
ณ. ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 7.50 เมตรต่อวินาที

กิ่งที่	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง กลางกิ่ง (มม.)	เวลาที่ใช้ ตัดต่อกิ่ง (วินาที)	ความเร็ว เชิงเส้นของ เลื่อยโซ่ (m/s)	แรงบิดเฉลี่ย (kg – m)	ความเร็วรอบเฉลี่ย ของ Dynamometer (รอบต่อนาที)	กำลังที่ใช้ ขับเคลื่อน เลื่อยโซ่ (วัตต์)
1	30.05	3.31	7.50	0.06	810.00	49.94
2	30.28	2.61	7.50	0.03	809.33	24.95
3	29.95	2.09	7.50	0.06	810.00	49.94
4	29.53	2.52	7.50	0.05	809.67	41.6
5	30.38	2.06	7.50	0.08	808.33	66.45
เฉลี่ย	30.04	2.51	7.50	0.05	809.47	46.58

ตารางที่ 3.12 แสดงข้อมูลการทดสอบหาค่าลึงที่ใช้ในการขับเคลื่อนเลื่อยโซ่ที่ใช้ตัดกิ่งยูคาลิปตัส
ณ. ที่ความเร็วเชิงเส้นของเลื่อยโซ่ 9.75 เมตรต่อวินาที

กิ่งที่	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง กลางกิ่ง (มม.)	เวลาที่ใช้ ตัดต่อกิ่ง (วินาที)	ความเร็ว เชิงเส้นของ เลื่อยโซ่ (m/s)	แรงบิดเฉลี่ย (kg – m)	ความเร็วรอบเฉลี่ย ของ Dynamometer (รอบต่อนาที)	กำลังที่ใช้ ขับเคลื่อน เลื่อยโซ่ (วัตต์)
1	33.80	3.08	9.75	0.04	1050.67	43.19
2	33.35	2.63	9.75	0.05	1050.33	53.97
3	32.60	2.68	9.75	0.05	1049.67	53.93
4	32.36	2.04	9.75	0.06	1047.33	64.58
5	31.03	2.81	9.75	0.06	1049.00	64.68
เฉลี่ย	32.63	2.65	9.75	0.05	1049.40	56.07

ตารางที่ 3.13 การออกแรงยกด้ามจับยาว 2 เมตร เป็นมุมต่างๆ ยังไม่ได้ทำการตัด

มุมที่ด้ามจับ ทำกับพื้น (องศา)	ชนิดของแรง		แรง (F1) (kg.)	แรง(F2) (kg.)	ป้า (F3) ,(kg.)	
	F1 (มือซ้าย)	F2(มือขวา)			ป้าซ้าย	ป้าขวา
0	ดึง	กด	5.0	0.8	4.8	3.0
10	ดึง	กด	4.6	0.8	4.8	3.0
20	ดึง	กด	4.4	0.6	4.8	3.0
45	ดึง	กด	5.2	1.3	4.8	3.0
60	ดึง	กด	4.6	0.8	4.8	3.0

ตารางที่ 3.14 การออกแรงยกด้ามจับยาว 2 เมตร ขณะตัดกิ่งไม้ตั้งตรงกับที่ พื้นดิน

มุมที่ด้ามจับ ทำกับพื้น (องศา)	ชนิดของแรง		แรง (F1) (kg.)	แรง(F2) (kg.)	ป้า (F3) ,(kg.)	
	F1 (มือซ้าย)	F2(มือขวา)			ป้าซ้าย	ป้าขวา
0	ดึง , บิด	กด	6.0	1.0	4.8	3.0
10	ดึง , บิด	กด	2.0	1.8	4.8	3.0
20	ดึง , บิด	กด	7.6	1.8	4.8	3.0
51	ดึง , บิด	กด	6.4	2.0	4.8	3.0

ตารางที่ 3.15 การออกแรงยกด้ามจับยาว 2 เมตร ขณะตัดกิ่งไม้วางตัวลักษณะแนวขนาน กับพื้นดิน

มุมที่ด้ามจับ ทำกับพื้น (องศา)	ชนิดของแรง		แรง (F1) (kg.)	แรง(F2) (kg.)	ป้า (F3) ,(kg.)	
	F1 (มือซ้าย)	F2(มือขวา)			ป้าซ้าย	ป้าขวา
0	-	ดึง	-	2.0	4.8	3.0
10	-	ดึง	-	2.4	4.8	3.0
20	-	ดึง	-	2.8	4.8	3.0
51	-	ดึง	-	2.8	4.8	3.0

ตารางที่ 3.16 การออกแรงยกด้ามจับยาว 4 เมตร เป็นมุมต่างๆ ยังไม่ได้ทำการตัด

มุมที่ด้ามจับ ทำกับพื้น (องศา)	ชนิดของแรง		แรง (F1)	แรง(F2)	ป่า (F3)
	F1 (มือซ้าย)	F2(มือขวา)	(kg.)	(kg.)	(kg.)
0	ดึง	กด	-	3.6	10.4
10	ดึง	กด	1.0	1.4	11.0
20	ดึง	กด	0.9	5.0	10.4
45	ดึง	กด	1.4	2.6	11.1
60	ดึง	กด	1.2	2.6	11.8
80	ดึง	กด	6.0	5.1	-

ตารางที่ 3.17 การออกแรงยกด้ามจับยาว 4 เมตร ขณะตัดกิ่งไม้ตั้งตรงกับพื้นดิน

มุมที่ด้ามจับ ทำกับพื้น (องศา)	ชนิดของแรง		แรง (F1)	แรง(F2)	ป่า (F3)
	F1 (มือซ้าย)	F2(มือขวา)	(kg.)	(kg.)	(kg.)
0	ดึง , บิด	กด	1.8	2.1	11.3
10	ดึง , บิด	กด	4.4	2.4	11.4
20	ดึง , บิด	กด	6.4	2.2	11.2

ตารางที่ 3.18 การออกแรงยกด้ามจับยาว 4 เมตร ขณะตัดกิ่งไม้วางตัวลักษณะแนวขนานกับพื้นดิน

มุมที่ด้ามจับ ทำกับพื้น (องศา)	ชนิดของแรง		แรง (F1)	แรง(F2)	ป่า (F3)
	F1 (มือซ้าย)	F2(มือขวา)	(kg.)	(kg.)	ป่าซ้าย
0	-	-	-	-	11.4
10	-	-	-	-	11.4
20	-	-	-	-	11.4
45	-	-	ดึง	4.0	6.6
60	-	-	กด	2.6	-

ตารางที่ 3.19 ผลการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดค้ำจับ
ยาว 2 เมตร

กิ่งที่	เวลาในการตัด (S)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (mm.)
1	5.06	35.10
2	4.43	41.20
3	9.18	40.70
4	16.24	48.50
5	57.47	81.60
6	2.65	25.00
7	34.06	52.70
8	3.02	21.10
9	11.48	42.00
10	11.81	43.00
11	64.06	71.10
12	2.72	25.00
13	10.69	68.00
14	75.92	89.50
15	10.79	34.70
16	35.36	62.20
17	5.77	31.00
18	4.88	31.10
19	15.77	48.00
20	25.26	52.60
21	60.95	71.90
22	16.80	45.20
23	94.84	85.00
24	7.50	32.90
25	50.18	74.40

กิ่งที่	เวลาในการตัด (S)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (mm.)
26	2.44	22.00
27	24.41	45.70
28	3.06	43.80
29	6.83	90.00
30	3.20	52.50
31	208.99	120.40
32	3.12	34.00
33	3.00	33.00
34	80.84	45.70
35	22.72	48.20
รวม	994.60	1788.70
เฉลี่ย	28.42	51.11

หมายเหตุ รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบตัดกิ่งมะม่วงทั้งหมด 36.67 นาที
รวมเวลาเฉพาะที่ใช้ในการตัดกิ่งมะม่วง 16 นาที 35 วินาที หรือ 16.58 นาที

ตารางที่ 3.20 ผลการทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร

กิ่งที่	เวลาในการตัด (S)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (mm.)	กิ่งที่	เวลาในการตัด (S)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (mm.)
1	7.09	48.70	28	47.80	100.00
2	5.53	41.30	29	53.12	75.00
3	2.16	21.90	30	3.20	29.00
4	42.38	61.10	31	10.29	59.00
5	20.60	35.20	32	25.20	57.00
6	10.50	29.20	33	34.20	73.00
7	26.65	52.00	34	17.29	44.00
8	13.43	53.00	35	65.71	123.00
9	12.29	28.00	36	156.23	153.00
10	4.37	31.40	37	5.07	46.00
11	5.20	56.00	38	46.73	60.00
12	3.97	31.00	39	13.37	49.00
13	25.05	61.00	40	23.61	63.00
14	102.25	115.00	41	14.33	56.00
15	5.30	33.00	42	8.56	47.00
16	20.37	62.00	43	7.66	44.00
17	5.86	48.00	44	11.62	49.00
18	1.96	43.50	45	129.86	89.00
19	51.77	131.50	46	26.88	69.00
20	32.08	102.00	47	19.33	75.00
21	15.67	48.00	48	19.13	55.00
22	5.89	31.40	49	30.02	65.00
23	6.44	36.00	50	17.51	55.00
24	93.77	92.00	51	4.41	36.00
25	50.75	98.00	52	6.63	46.60
26	1.33	30.00	53	5.92	57.00
27	16.98	68.00	รวม	1393.32	3162.80
			เฉลี่ย	26.29	59.68

หมายเหตุ รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบตัดกิ่งมะม่วงทั้งหมด 59.50 นาที

รวม เวลาที่ใช้เฉพาะในการตัดกิ่งมะม่วง 23.22 นาที

ตารางที่ 3.21 ผลการทดสอบการใช้แรงงานคนใช้เลื่อยตัดกิ่งมะม่วง

กิ่งที่	เวลาในการตัด (S)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (mm.)
1	10.66	42.0
2	14.27	53.5
3	11.38	50.0
4	222.17	107.0
5	5.52	47.0
6	16.71	49.0
7	26.09	55.0
8	73.47	73.5
9	6.74	40.0
10	47.68	54.5
รวม	434.69	571.5
เฉลี่ย	43.50	57.2

หมายเหตุ เวลารวมที่ใช้ในการทดสอบตัดกิ่งมะม่วงทั้งหมด 21.75 นาที
เวลารวมเฉพาะที่ใช้ในการตัดกิ่งมะม่วง 7.23 นา

ตารางที่ 3.22 การคำนวณค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้

การคำนวณค่าใช้จ่ายการใช้งานเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้

- ราคาเครื่องยนต์ 10,000 บาท
- ดอกเบี้ย 3 %
- การใช้งาน 10 ปี
- ค่าใช้จ่ายผันแปร
 - ทำงาน 8 hr / day
 - ใบโซ่เปลี่ยนทุก 500 hr , ใบโซ่ 15 บาท / ใบ , โซ่ 30 ใบ/ เส้น
 - guide-bar 5,000 hr ชุดละ 400 บาท
 - เฟืองขับโซ่ 3,000 hr ราคา 80 บาท
 - เฟืองห้องเกียร์ 3,000 hr (เฟืองดอกจอก 2 ตัว) ชุดละ 1,000 บาท
 - ห้องเกียร์ 3,000 hr ราคา 1,000 บาท
 - ลูกปืน 4 ลูก (3,000 hr ลูกละ 50 บาท)
 - เครื่องยนต์ 3,000 hr ซ่อมบำรุงรักษา เปลี่ยนแฉนวน ครั้งละ 2,000 บาท
 - คนงาน 1 คน 120 บาท / วัน
 - น้ำมันเชื้อเพลิง 15.29 บาท / ลิตร

การคิดค่าใช้จ่ายในการตัดกิ่งไม้ (บาท / กิ่ง)

$$1) \text{ ค่าเสื่อมราคา } DP = \frac{P - S}{L}$$

DP = ค่าเสื่อมราคาประจำปี

P = ราคาซื้อของเครื่องจักร

L = อายุการปฏิบัติงานของเครื่องจักร

S = ราคาขายหรือค่าคงเหลือเมื่อเครื่องจักรหมดอายุโดยคิดประมาณ 10 % ของราคาซื้อ

อายุการใช้งาน 10 ปี เมื่อสิ้นปีที่ 10 ราคาเครื่องเหลือ 10% ของราคาเริ่มต้น

$$\text{ราคาซากเครื่อง} = \frac{10}{100} \times 10,000 = 1,000 \text{ บาท}$$

$$DP = \frac{10,000 - 1,000}{10} = 900 \text{ บาท / ปี}$$

2) ดอกเบี้ย (Interest on Investment) 3 %

$$\text{ดอกเบี้ยที่ควรจะได้รับ (I)} = \frac{(C+S) \times i}{2}$$

I = ค่าดอกเบี้ยคงที่ต่อปี บาท

I = อัตราดอกเบี้ย (ทศนิยม)

C = ราคาซื้อของเครื่องจักรกล

S = ราคาขายหรือค่าคงเหลือเมื่อเครื่องจักรหมดอายุโดยคิดประมาณ 10 % ของราคาซื้อ

$$I = \frac{(10,000 + 1,000) \times 0.03}{2}$$

$$= 165 \text{ บาท / ปี}$$

$$\text{ต้นทุนคงที่ / ปี} = 165 + 900$$

$$= 1,065 \text{ บาท / ปี}$$

การใช้งานเครื่องโดยเฉลี่ย 8 ชม./วัน

$$\text{ใน 1 ปี จะใช้งาน} = 8 \times 30 \times 12 \text{ ชม.}$$

$$= 2,880 \text{ ชม.}$$

$$\text{ต้นทุนคงที่ / ชม.} = \frac{1,065}{2,880} = 0.37 \text{ บาท / ชม.}$$

ต้นทุนผันแปร = การซ่อมบำรุงรักษา + ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง + ค่าน้ำมันเครื่อง +
การซ่อมบำรุงรักษา + การสึกหรอของใบโซ่

ใบโซ่เปลี่ยนทุกๆ 500 hr

-อายุการใช้งานใบโซ่ = 500 hr / ใบ

ใบโซ่ 1 เส้น ใช้ 30 ใบ , ราคาใบโซ่ 15 บาท / ใบ

$$\text{ราคาใบโซ่ เส้นละ} = 15 \times 30 = 450 \text{ บาท}$$

$$\text{ต้องเปลี่ยนใบโซ่} = \frac{2,880 \times 450}{500} \text{ บาท / ปี}$$

$$= 2,592 \text{ บาท / ปี}$$

-อายุการใช้งานของ Guide-bar 5,000 hr อันละ 400 บาท

$$\begin{aligned}\text{ค่าสึกหรอ} &= \frac{2,880 \times 400}{5,000} \text{ บาท / ปี} \\ &= 230.4 \text{ บาท / ปี}\end{aligned}$$

-อายุการใช้งานของเฟืองห้องเกียร์ 3,000 hr (เฟืองตอกจอก 2 ตัว) ราคาชุดละ 1,000 บาท

$$\begin{aligned}\text{ค่าสึกหรอ} &= \frac{2,880 \times 1,000}{3,000} \text{ บาท / ปี} \\ &= 960 \text{ บาท / ปี}\end{aligned}$$

-อายุการใช้งานของห้องเกียร์ 3,000 hr ตัวละ 1,000 บาท

$$\begin{aligned}\text{ค่าสึกหรอ} &= \frac{2,880 \times 1,000}{3,000} \text{ บาท / ปี} \\ &= 960 \text{ บาท / ปี}\end{aligned}$$

-อายุการใช้งานของเฟืองขับเคลื่อน 3,000 hr ราคา 80 บาท

$$\begin{aligned}\text{ค่าสึกหรอ} &= \frac{2,880 \times 80}{3,000} \text{ บาท / ปี} \\ &= 76.8 \text{ บาท / ปี}\end{aligned}$$

-อายุการใช้งานของลูกปืน (4 ลูก) 3,000 ชม. ลูกละ 50 บาท

$$\begin{aligned}\text{ค่าสึกหรอ} &= \frac{2,880 \times 200}{3,000} \text{ บาท / ปี} \\ &= 192 \text{ บาท / ปี}\end{aligned}$$

การสึกหรอของเครื่องยนต์ยกเครื่องใหม่ทุกๆ 3,000 hr แต่ครั้งละเสียค่าใช้จ่าย 2,000 บาท

$$\begin{aligned}\text{ค่าสึกหรอเครื่องยนต์} &= \frac{2,880 \times 2,000}{3,000} \text{ บาท / ปี} \\ &= 1,920 \text{ บาท / ปี}\end{aligned}$$

รวมค่าซ่อมบำรุงรักษา = 2,592 + 230.4 + 960 + 960 + 76.8 + 192 + 1,920 บาท

$$= 6,931.2 \text{ บาท}$$

ค่าซ่อมบำรุงรักษา / ชม. = $\frac{6,931.2}{2,880}$ บาท / ชม.

$$= 2.41 \text{ บาท / ชม.}$$

- ข้อมูลจากการทดสอบการตัดกิ่งมะม่วง ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร

ค่าน้ำมัน 0.60 ลิตร / ชั่วโมง

ตัดกิ่งไม้ได้ 57.27 กิ่ง / ชั่วโมง

$$\begin{aligned}\text{ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง} &= 0.60 \times 15.29 \text{ บาท / ชม.} \\ &= 9.17 \text{ บาท / ชม.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ต้นทุนผันแปร} &= 2.41 + 9.17 \text{ บาท / ชม} \\ &= 11.58 \text{ บาท / ชม.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ต้นทุนรวมทั้งหมด} &= 0.37 + 11.58 \text{ บาท / ชม} \\ &= 11.95 \text{ บาท / ชม.}\end{aligned}$$

เครื่องสามารถตัดกิ่งไม้ได้ 57.27 กิ่ง / ชม.

$$\begin{aligned}\text{ต้นทุนต่อกิ่ง} &= \frac{11.95}{57.27} \text{ บาท / กิ่ง} \\ &= 0.21 \text{ บาท / กิ่ง (ไม่รวมค่าจ้างแรงงาน)}\end{aligned}$$

เมื่อคิดค่าจ้างแรงงาน 120 บาท / วัน ทำงานวันละ 8 ชม.

$$\text{ค่าจ้างแรงงาน} = \frac{120}{8} = 15 \text{ บาท / ชม.}$$

$$\begin{aligned}\text{ค่าใช้จ่ายของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้} &= \frac{11.95 + 15}{57.27} \text{ บาท / กิ่ง} \\ &= 0.47 \text{ บาท / กิ่ง หรือ } 26.95 \text{ บาท / ชั่วโมง}\end{aligned}$$

- ข้อมูลจากการทดสอบการตัดกิ่งมะม่วง ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร

ค่าน้ำมัน 0.70 ลิตร / ชั่วโมง

ตัดกิ่งไม้ได้ 53.45 กิ่ง / ชั่วโมง

$$\text{ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง} = 0.70 \times 15.29 \text{ บาท / ชม.}$$

$$= 10.70 \text{ บาท / ชม.}$$

$$\text{ต้นทุนผันแปร} = 2.41 + 10.70 \text{ บาท / ชม}$$

$$= 13.11 \text{ บาท / ชม.}$$

$$\text{ต้นทุนรวมทั้งหมด} = 0.37 + 13.11 \text{ บาท / ชม}$$

$$= 13.48 \text{ บาท / ชม.}$$

เครื่องสามารถตัดกิ่งไม้ได้ 53.45 กิ่ง / ชม.

$$\text{ต้นทุนต่อกิ่ง} = \frac{13.48}{53.45} \text{ บาท / กิ่ง}$$

$$= 0.25 \text{ บาท / กิ่ง (ไม่รวมค่าจ้างแรงงาน)}$$

เมื่อคิดค่าจ้างแรงงาน 120 บาท / วัน ทำงานวันละ 8 ชม.

$$\text{ค่าจ้างแรงงาน} = \frac{120}{8} = 15 \text{ บาท / ชม.}$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้} = \frac{13.48 + 15}{53.45} \text{ บาท / กิ่ง}$$

$$= 0.53 \text{ บาท / กิ่ง หรือ } 28.48 \text{ บาท / ชั่วโมง}$$

ตารางที่ 3.23 การคำนวณค่าใช้จ่ายในการตัดกิ่งมะม่วงโดยใช้แรงงานคน

ความสามารถในการใช้แรงงานคนใช้เลื่อยตัดกิ่งมะม่วง = 27.58 กิ่ง/ชม.

คิดค่าจ้างแรงงาน 120 บาท/วัน ทำงานวันละ 8 ชม.

ดังนั้นค่าจ้างแรงงาน = 15 บาท/ชม.

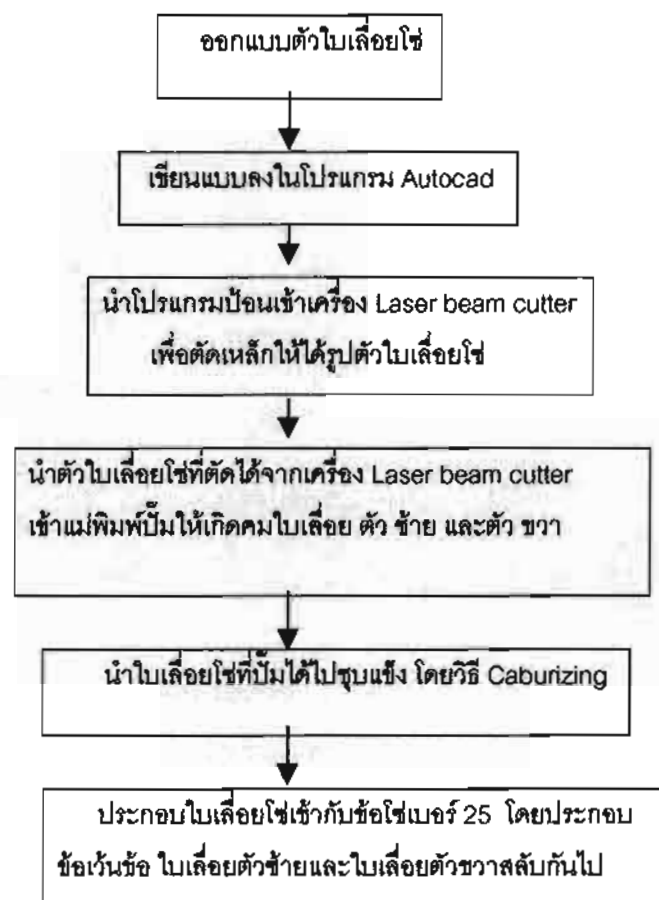
$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายเมื่อใช้แรงงานคนใช้เลื่อยตัดกิ่งมะม่วง} &= \frac{15}{27.58} \\ &= 0.54 \text{ บาท / กิ่ง / คนตัด} \end{aligned}$$



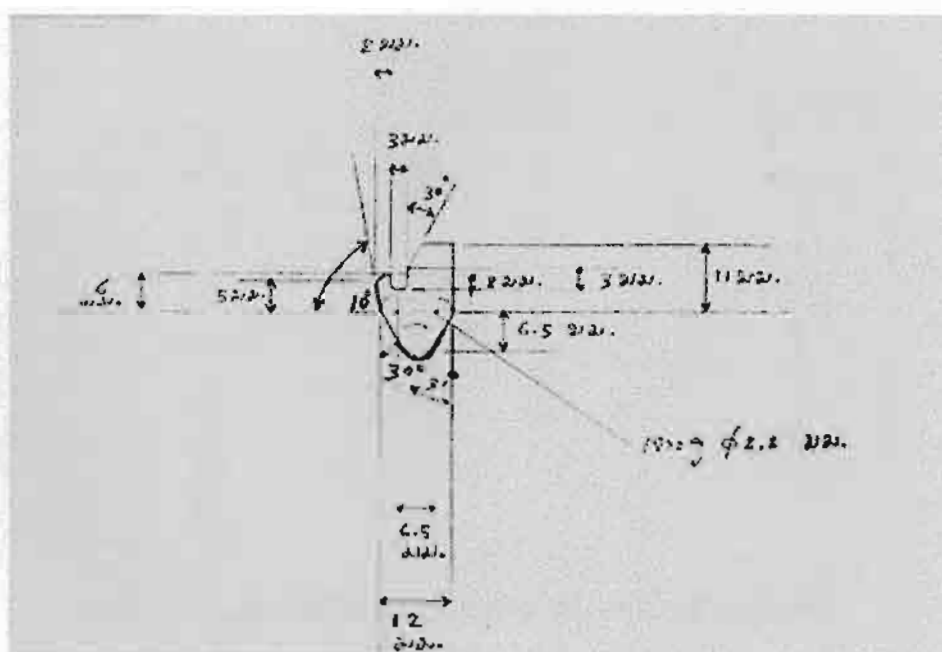
รูปที่ 3.2 เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร



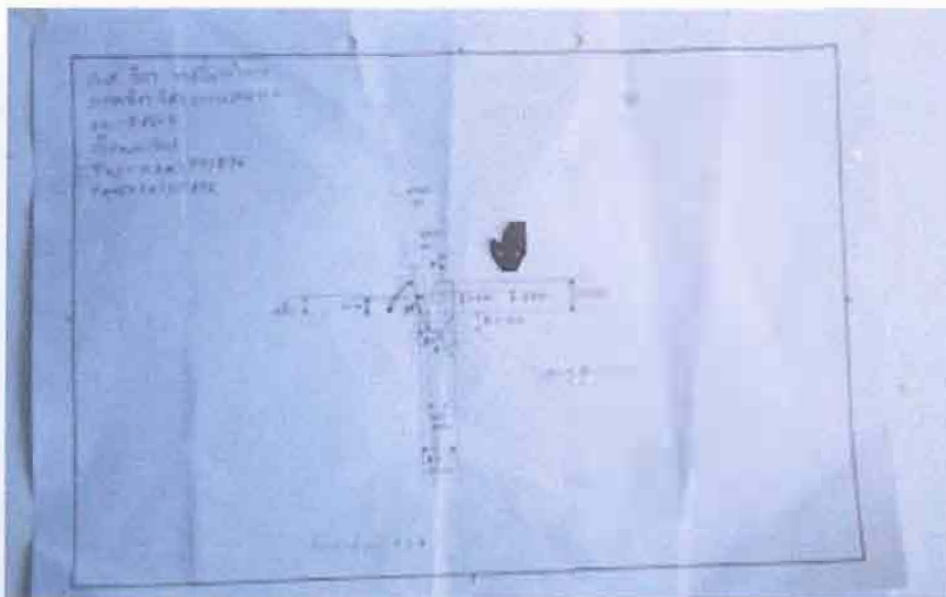
รูปที่ 3.3 เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการผลิตตัวใบเลื่อยโซ่



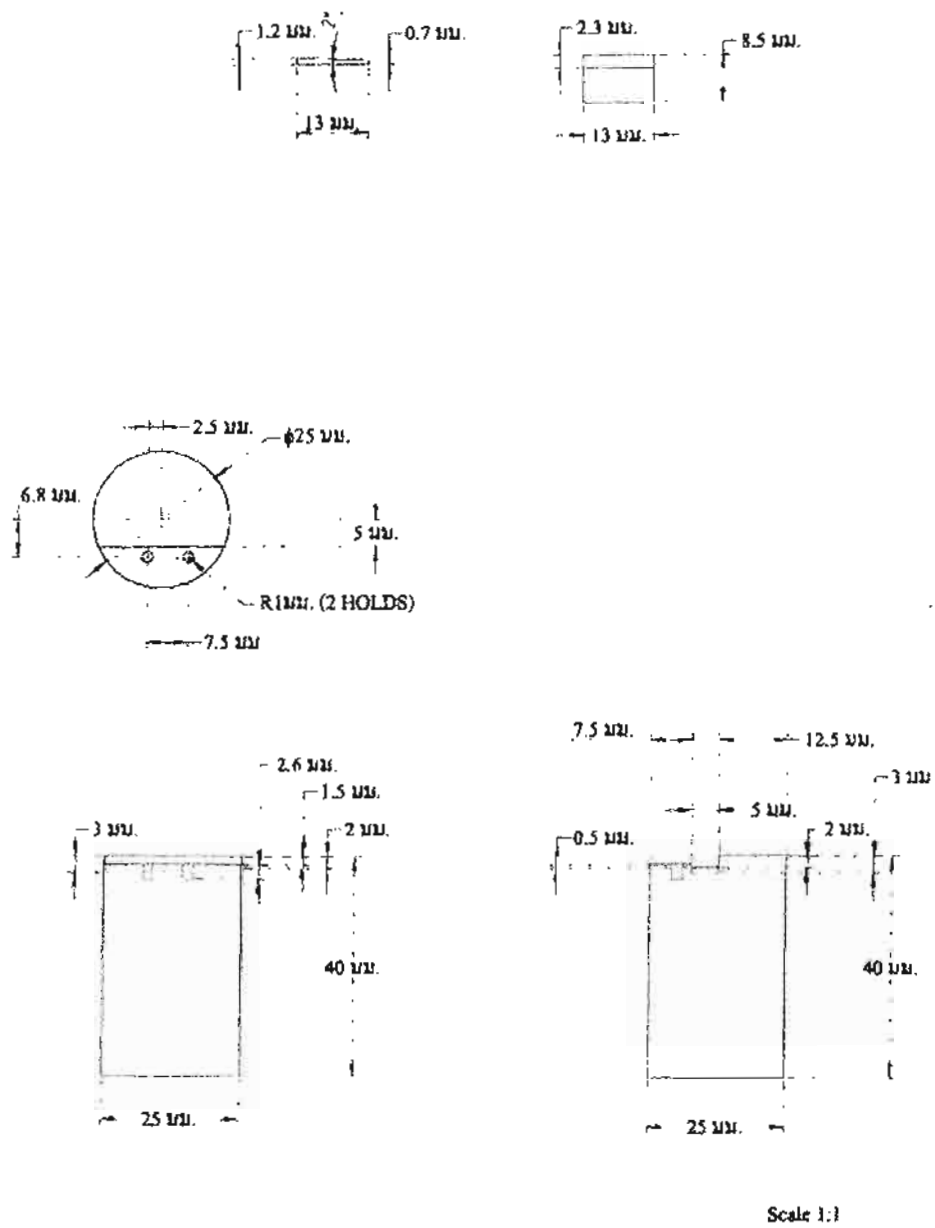
รูปที่ 3.5 แบบของใบเลื่อยโซ่เป็นแบบเท่ากับขนาดของจริง



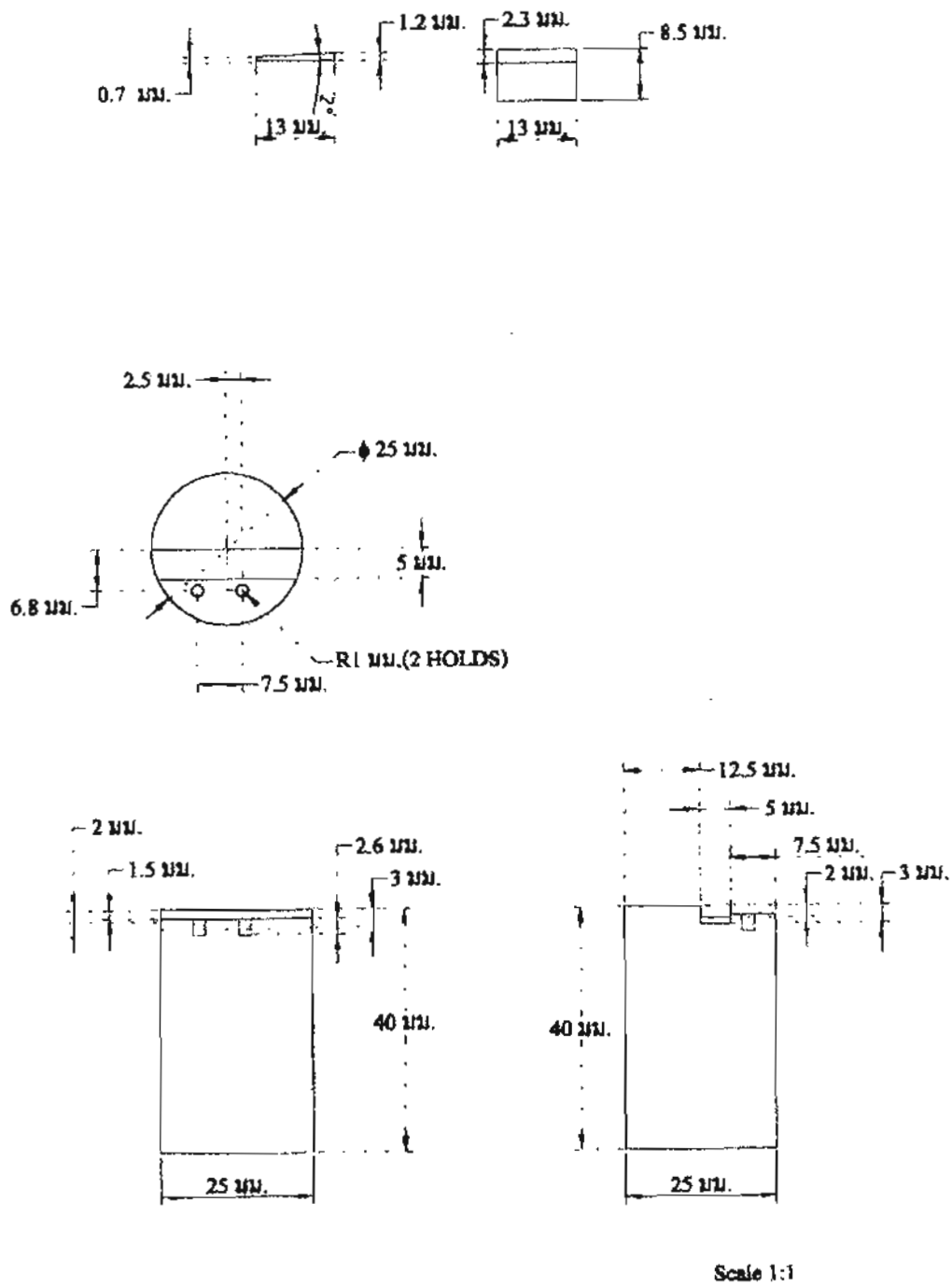
รูปที่ 3.6 ตัวโบล็อยโซ่ที่ตัดด้วยเครื่อง Laser Beam Cutter ตัดเท่ากับขนาดตามรูปที่ 3.5 ก่อนนำเข้าแม่พิมพ์ปั๊มตัวโบล็อยโซ่อีกครั้ง



รูปที่ 3.7 โบล็อยโซ่ตัวขวา และ ตัวซ้าย หลังจากนำเข้าแม่พิมพ์ปั๊มตัวโบล็อยโซ่

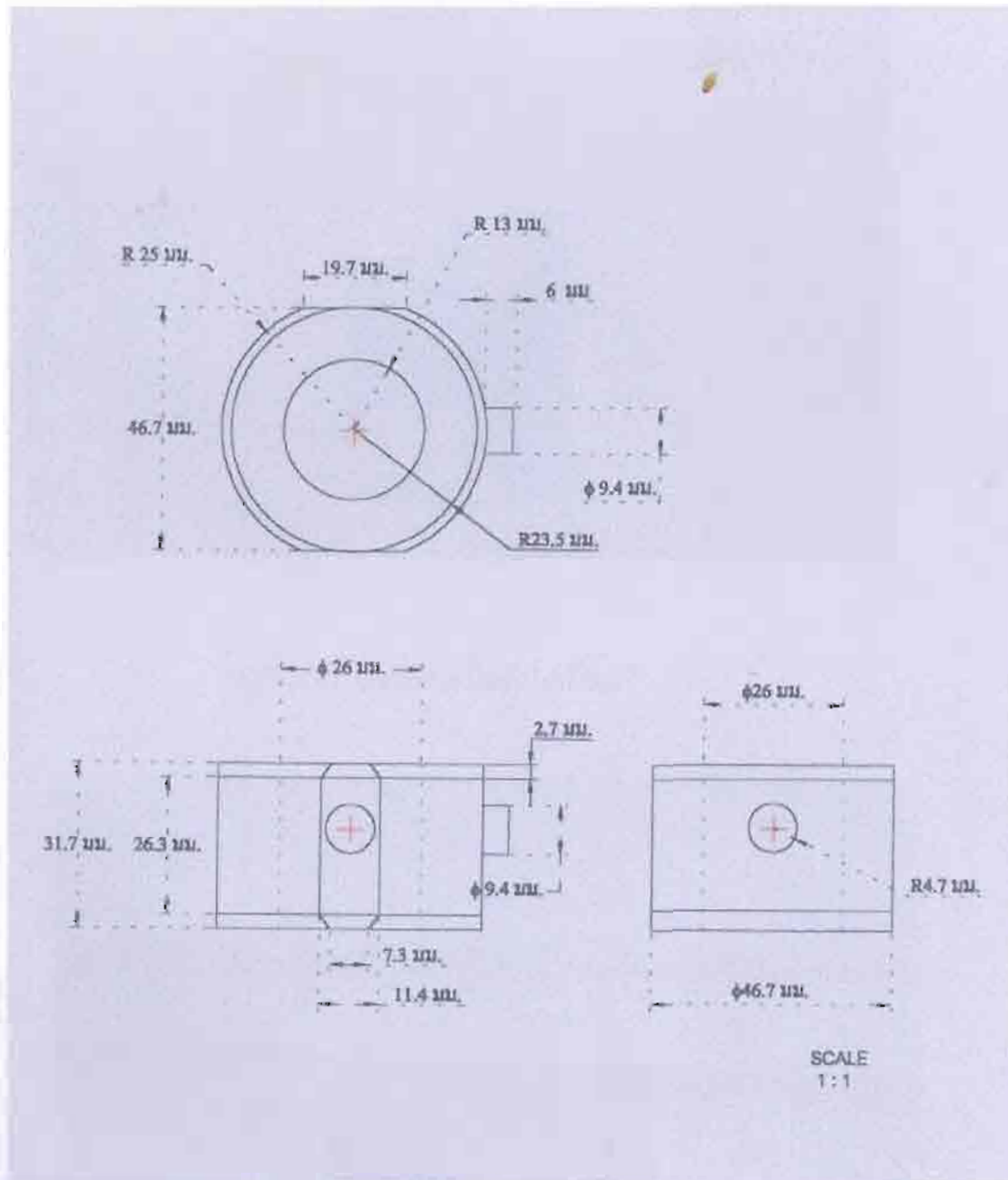


รูปที่ 3.8 แบบแม่พิมพ์ปั๊มตัวใบเลื่อยโซ่ตัวขวา



รูปที่ 3.9 แบบแม่พิมพ์ปั๊มตัวใบเลื่อยโซ่ตัวซ้าย

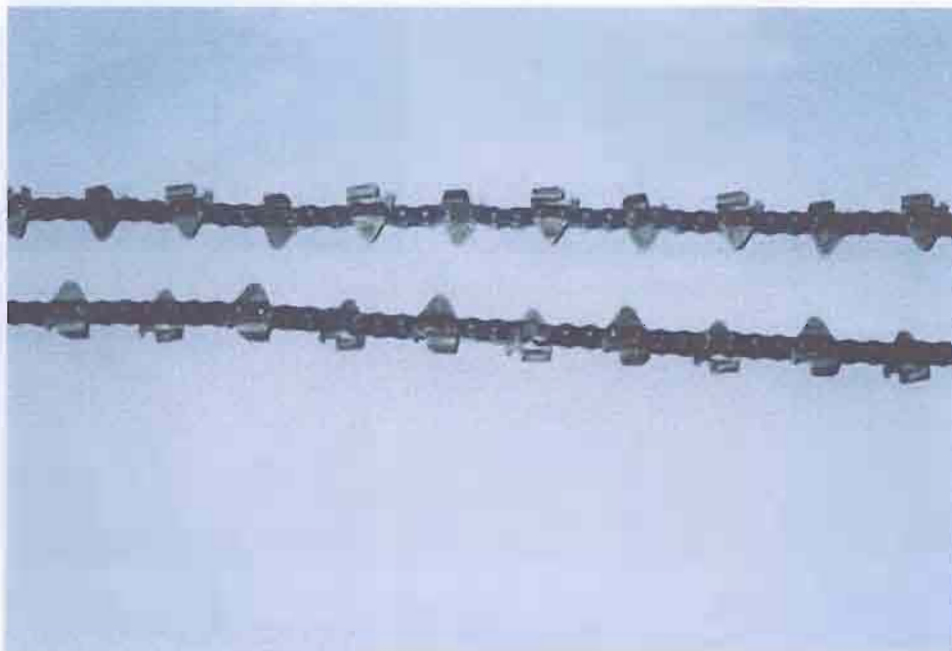




รูปที่ 3.11 แบบบลัดจิบแม่พิมพ์ปั๊มตัวเมีย



รูปที่ 3.12 แสดงขณะปั๊มตัวใบเลื่อยโซ่



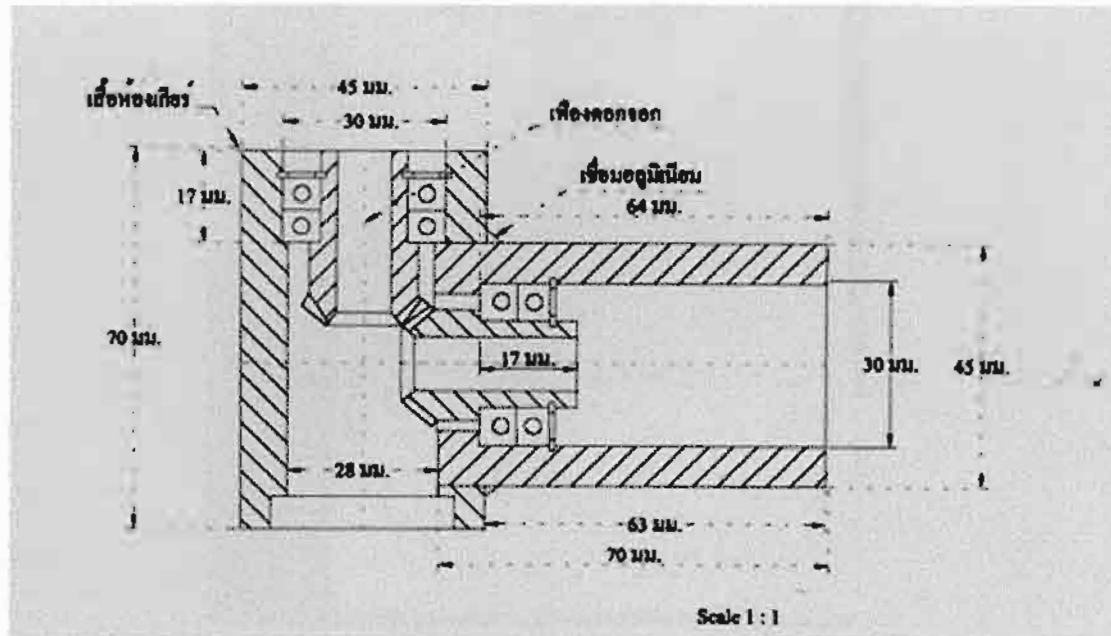
รูปที่ 3.13 การประกอบตัวใบเลื่อยโซ่เข้ากับข้อโซ่เบอร์ 25



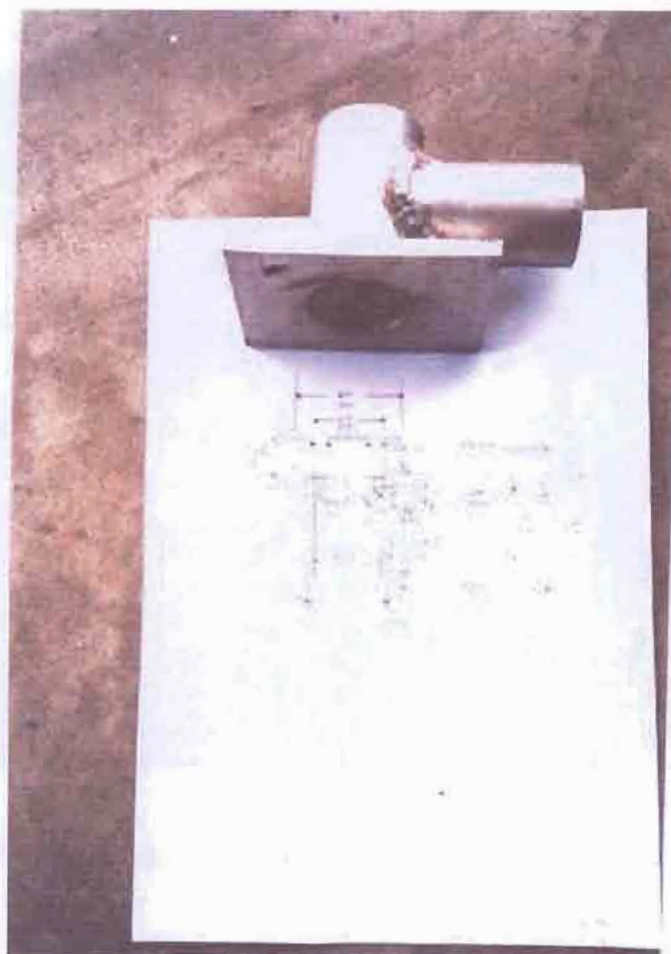
รูปที่ 3.14 การประกอบเลื่อยโซ่เข้ากับตัว Guide bar



รูปที่ 3.15 Guide bar ที่ทำจากเหล็ก Stainless



รูปที่ 3.16 แบบสร้างห้องเกียร์เฟืองดอกจอก



รูปที่ 3.17 ห้องเกียร์อลูมิเนียมสร้างตามแบบ



รูปที่ 3.18 เฟืองตอกจอกที่ประกอบเข้ากับห้้องเกียร์



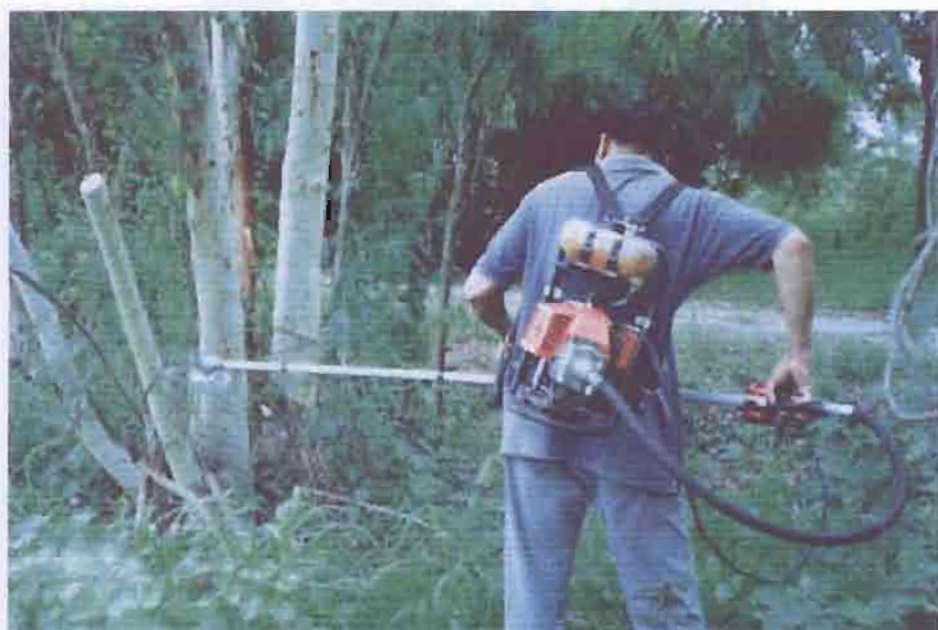
รูปที่ 3.19 Safety clutch ที่ประกอบเข้ากับปลายเพลลาของห้องเกียร์



รูปที่ 3.20 แสดงผ่าน Clutch ของ Safety clutch



รูปที่ 3.21 เครื่องยนต์ของเครื่องตัดหญ้าสะพายหลังที่นำมาใช้
เป็นเครื่องยนต์ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้



รูปที่ 3.22 ที่ส่วนท้ายของเครื่องยนต์เป็นแบบ Quickcoupling สามารถ
ถอดเปลี่ยนด้ามจับได้สะดวกและรวดเร็ว



รูปที่ 3.23 แสดงการวัดแรงที่ป่าช้าและป่าหวาที่รับน้ำหนัก
ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร



รูปที่ 3.24 แสดงการวัดแรงของด้ามจับของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้
ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร



รูปที่ 3.25 แสดงการวัดแรงที่ป่าช้าออกแรงรับน้ำหนักของ
เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร



รูปที่ 3.26 แสดงการวัดแรงที่มือซ้ายและมือขวา ต้อง
ออกแรงยกด้ามจับของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้
ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร



รูปที่ 3.27 ทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร ตัดกิ่งมะม่วง



รูปที่ 3.28 ทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตรตัดกิ่งมะม่วง



รูปที่ 3.29 ทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร ตัดกิ่งตาเบญจมา



รูปที่ 3.30 ทดสอบเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิด้ามจับยาว 4 เมตรตัดกิ่งตาเบญญา



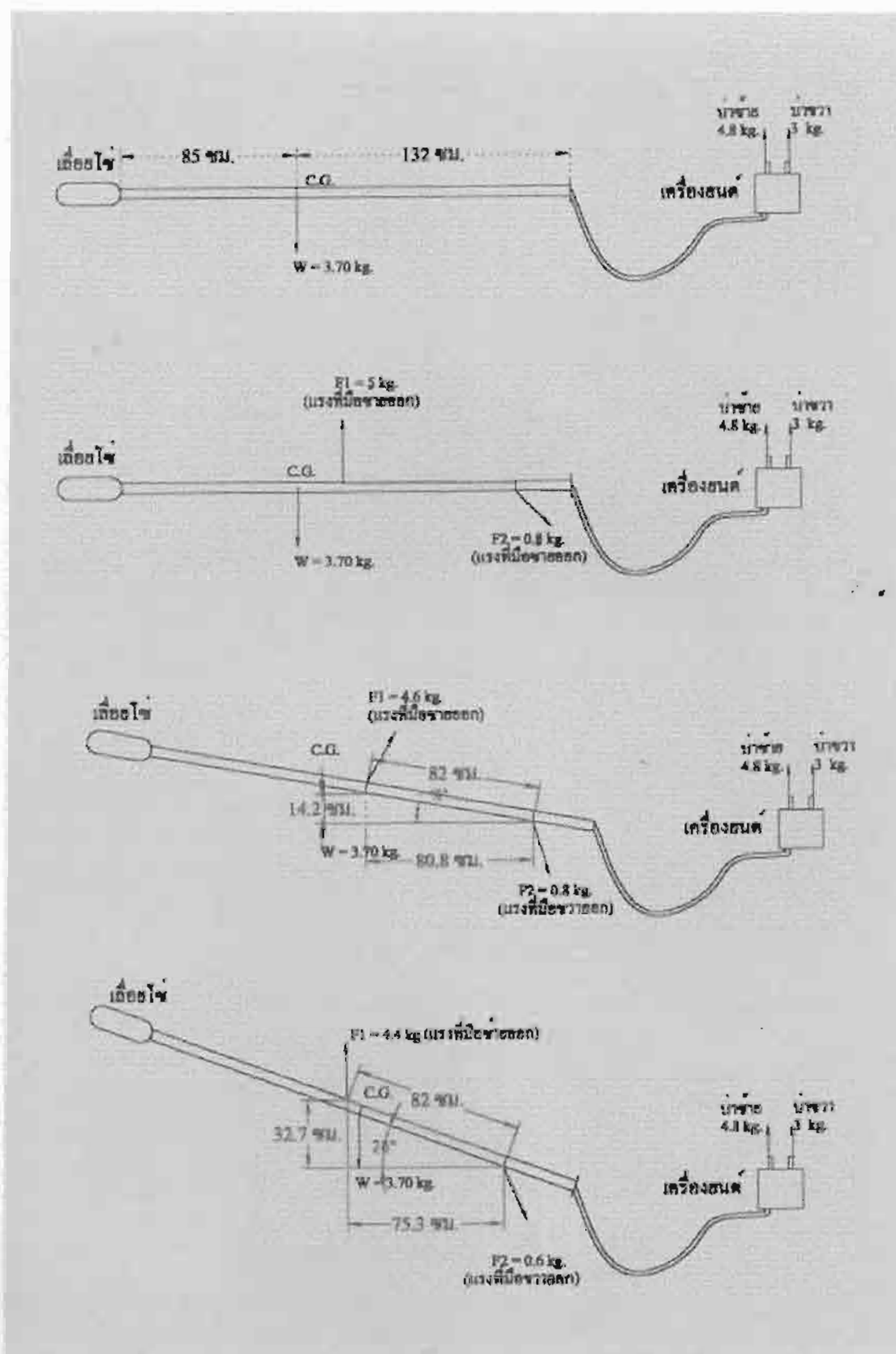
รูปที่ 3.31 แสดงการทดสอบตัดกิ่งยูคาลิปตัส จำนวน 300 ครั้ง



รูปที่ 3.32 แสดงรอยตัดที่เกิดจากการใช้เครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ตัด

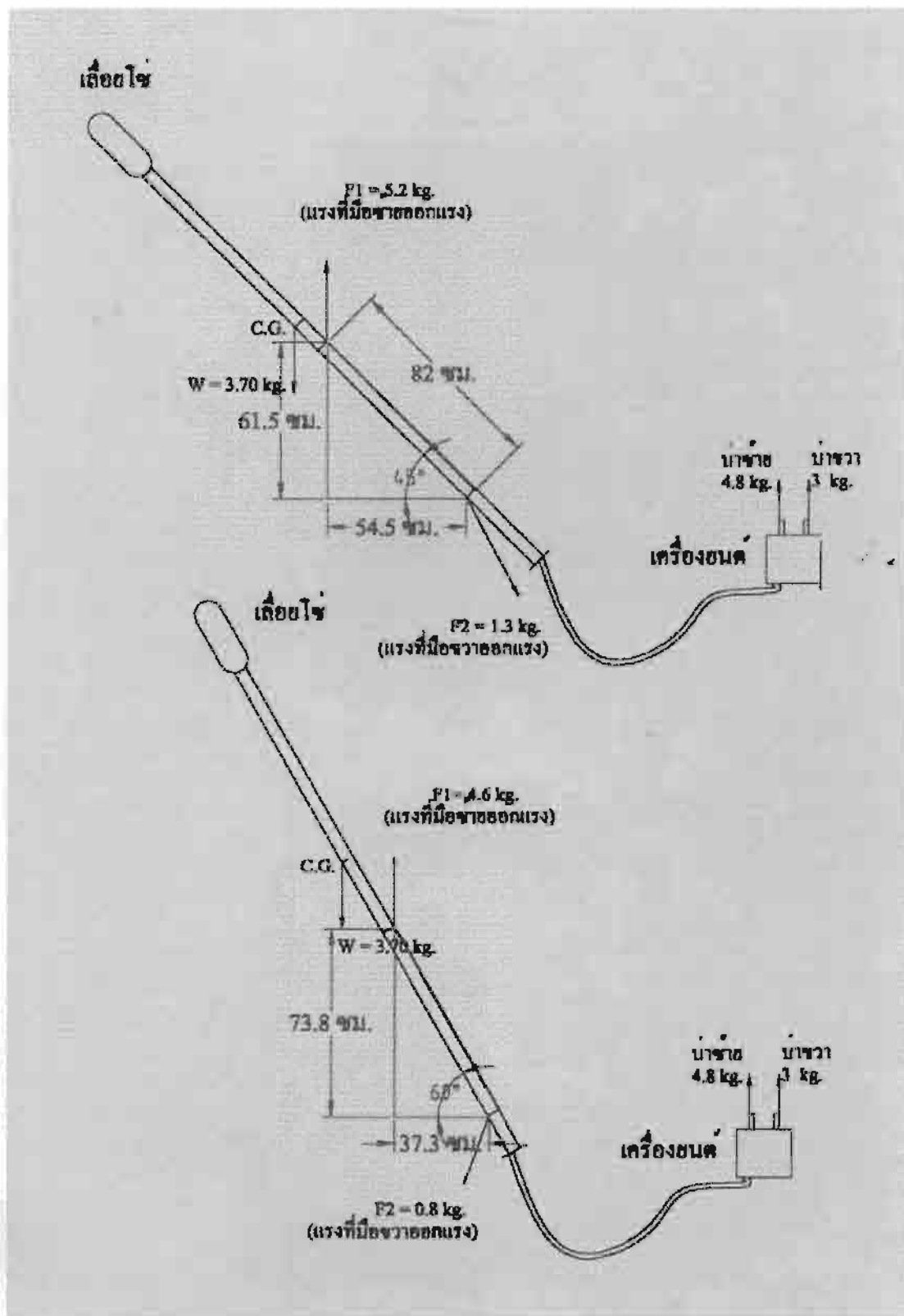


รูปที่ 3.33 แสดงการใช้ Dynamometer วัดกำลังการตัดกิ่งไม้ของเลื่อยโซ่

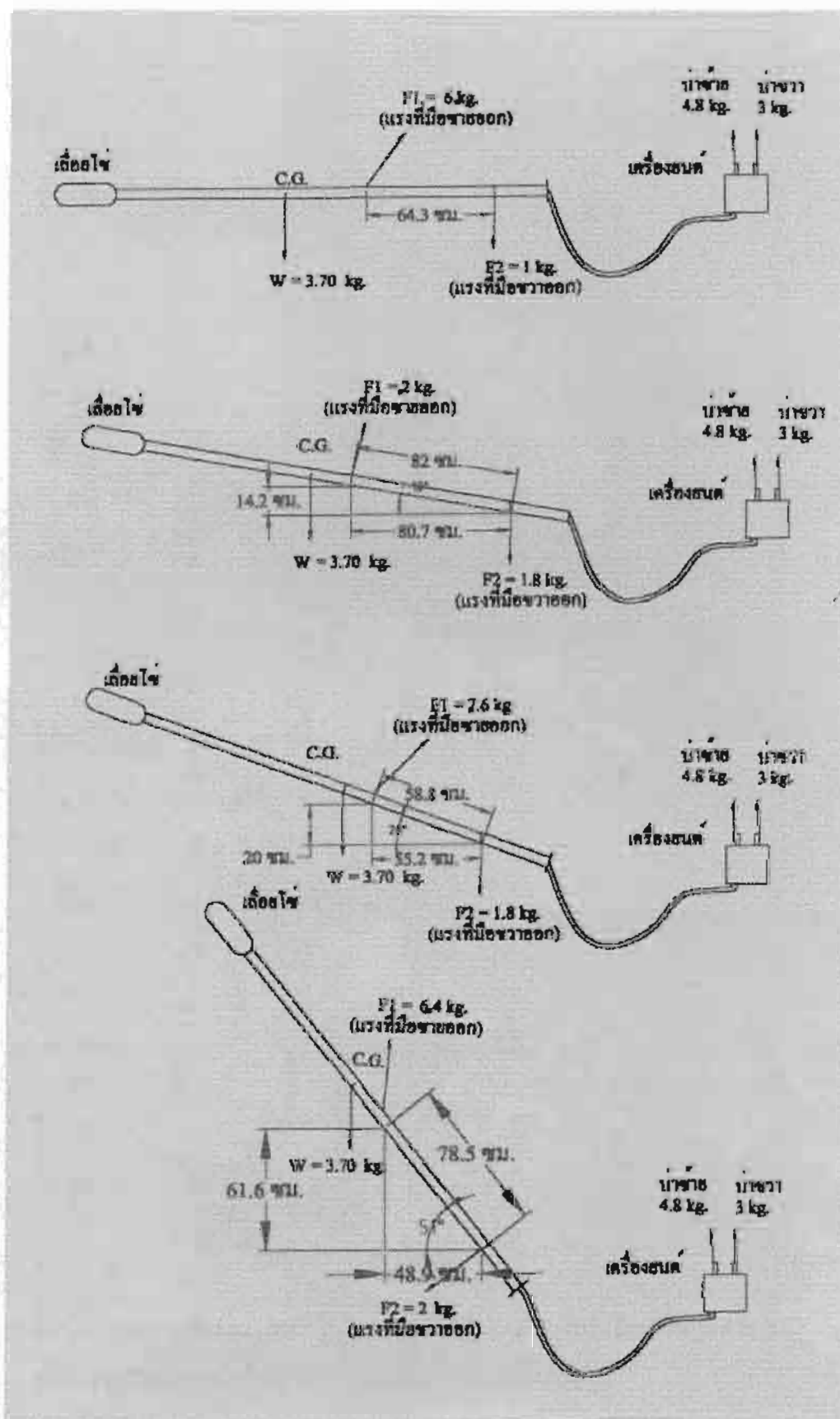


รูปที่ 3.34 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ

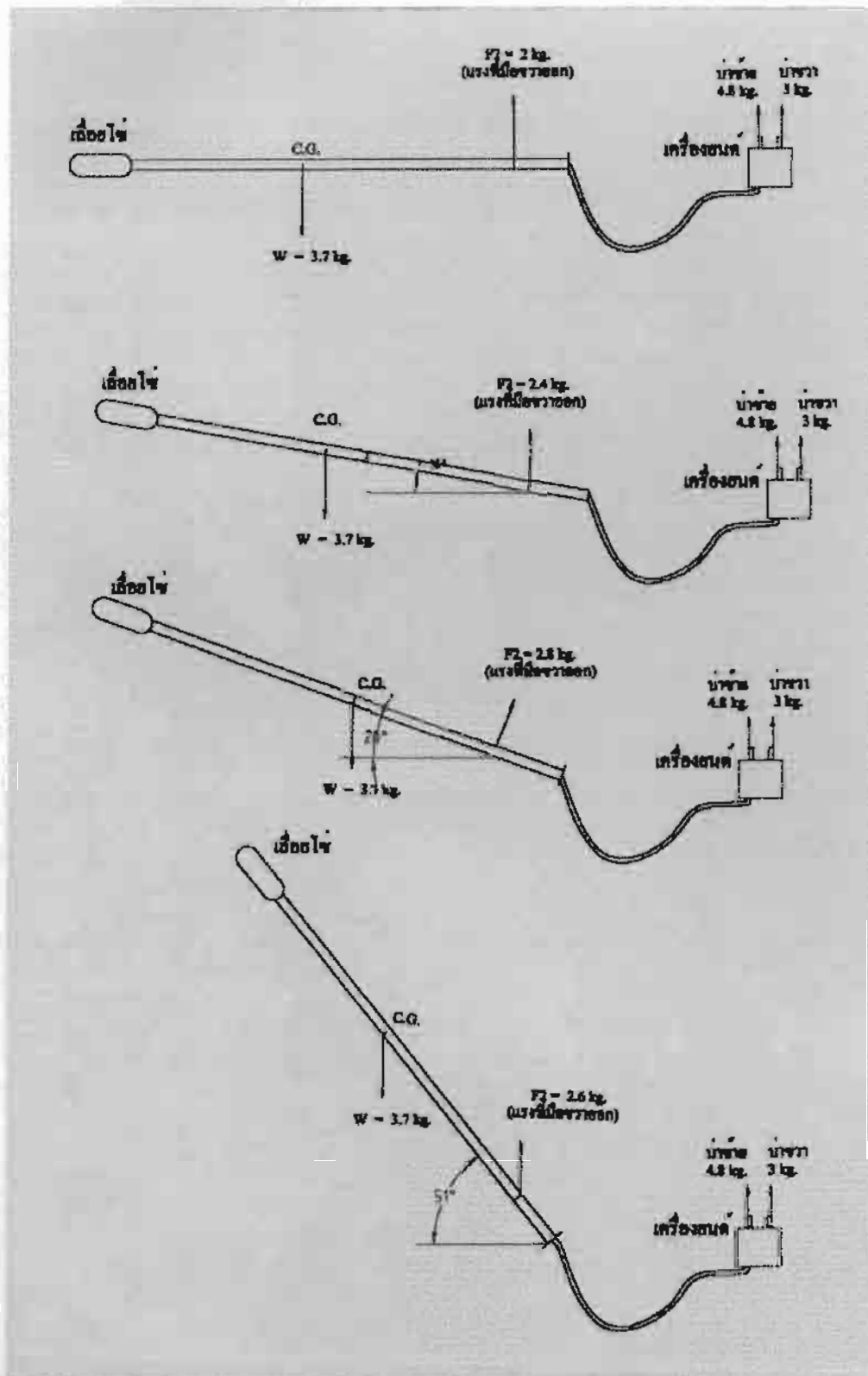
ในขณะที่ที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่งไม้ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร



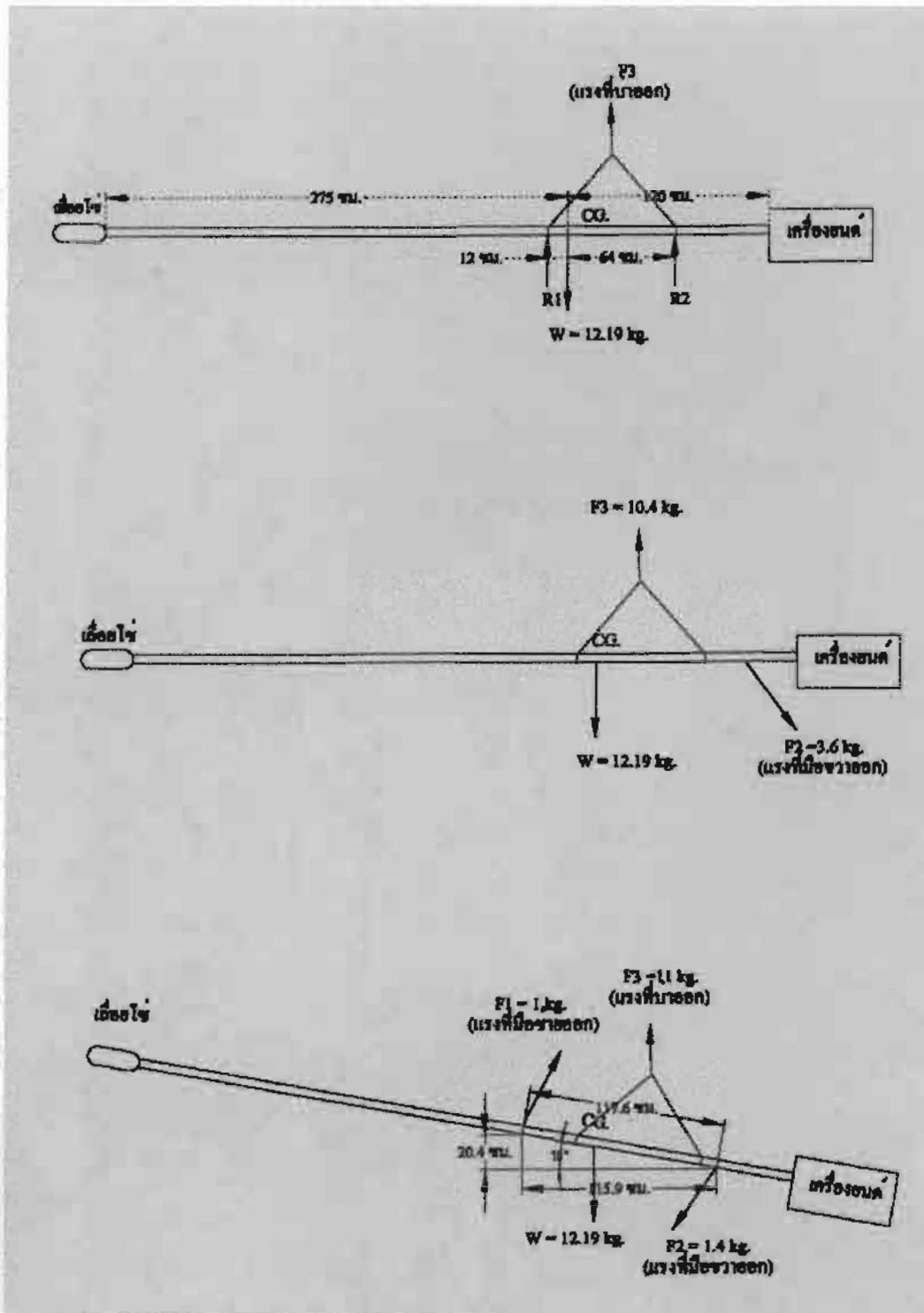
รูปที่ 3.34 (ต่อ) แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่งไม้ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร



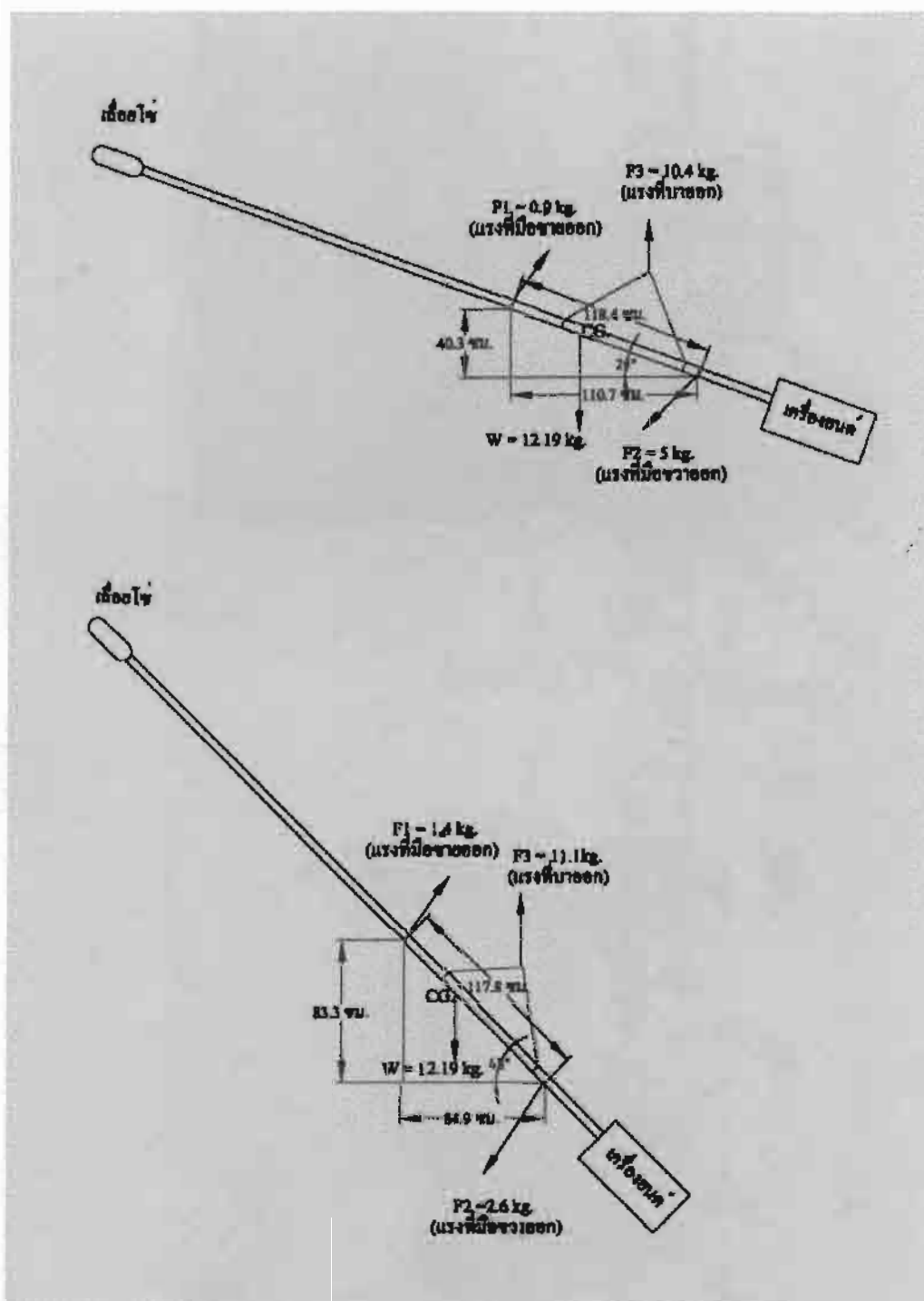
รูปที่ 3.35 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ทำการตัดกิ่งไม้ที่ตั้งตรงกับพื้นดิน



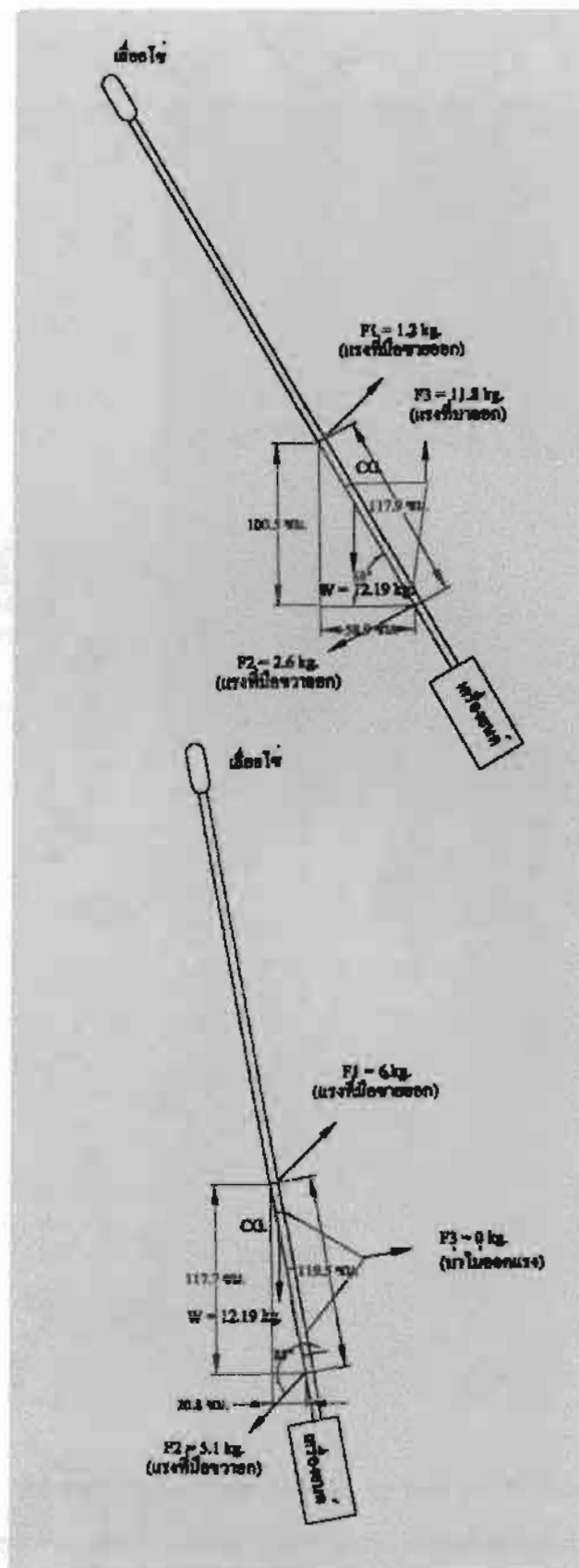
รูปที่ 3.36 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ทำการตัดกิ่งไม้ที่วางขนานกับพื้นดินกับพื้นดิน



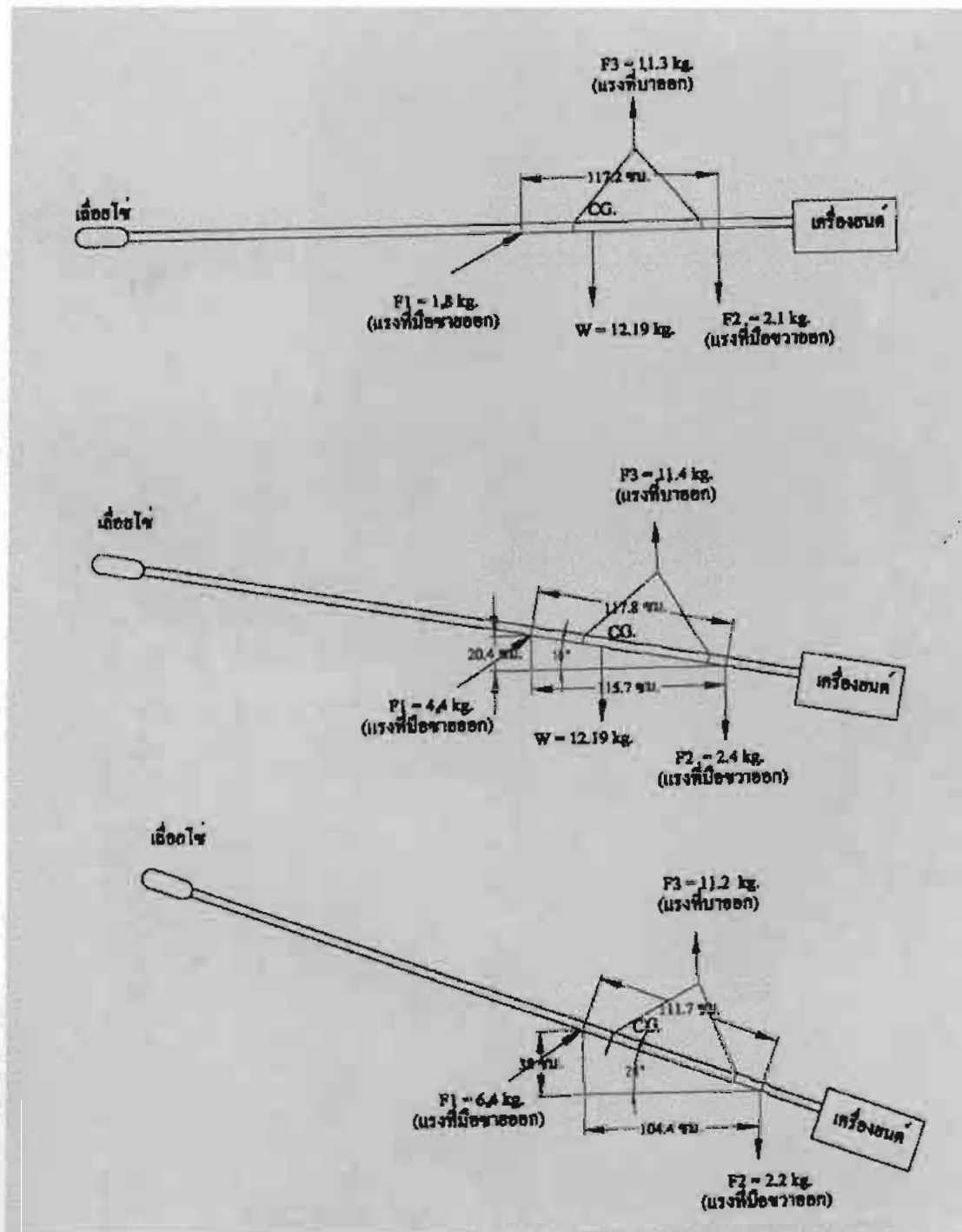
รูปที่ 3.37 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ
ในขณะที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่งไม้ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร



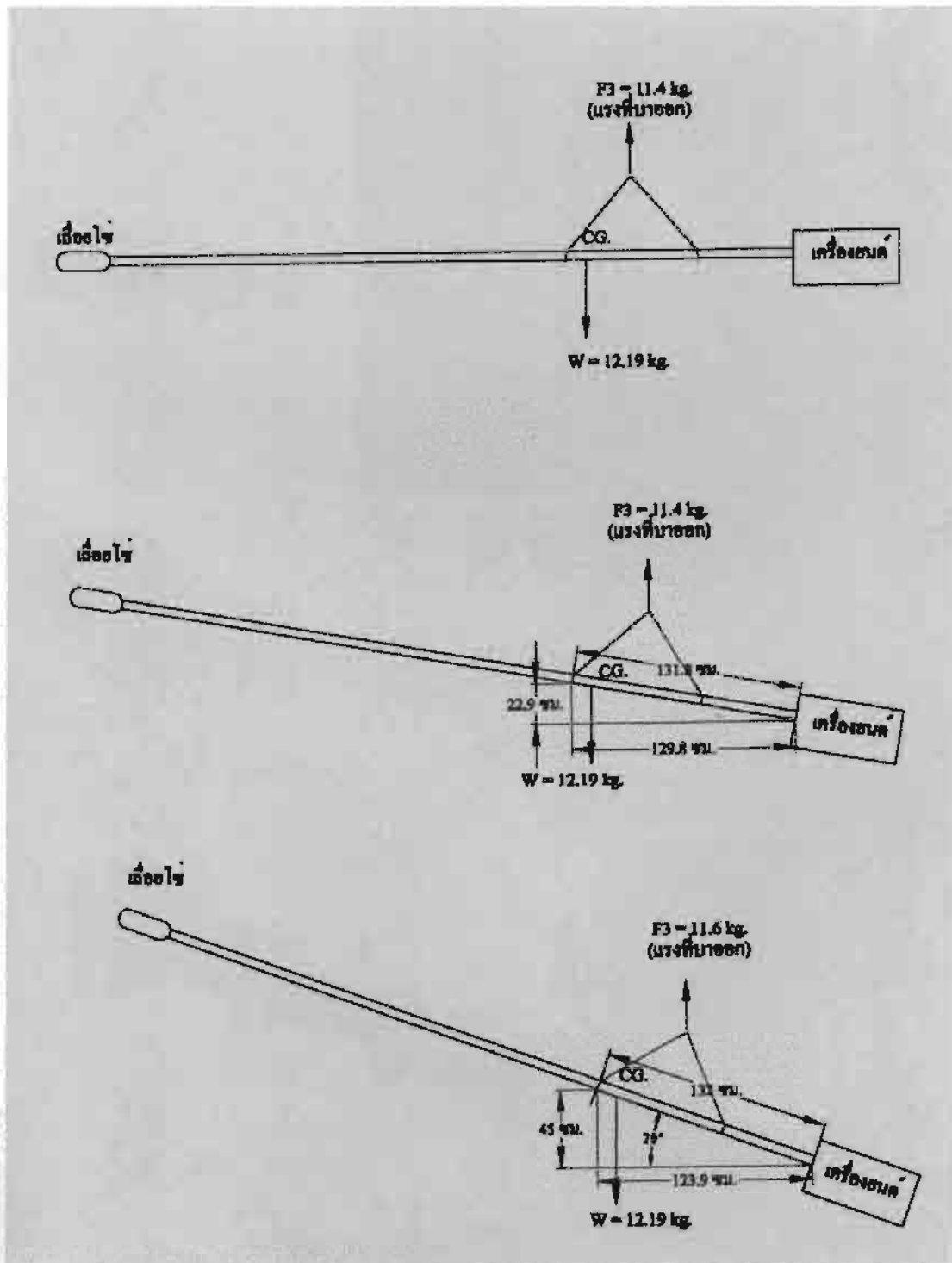
รูปที่ 3.37 (ต่อ) แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ
ในขณะที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่งไม้ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร



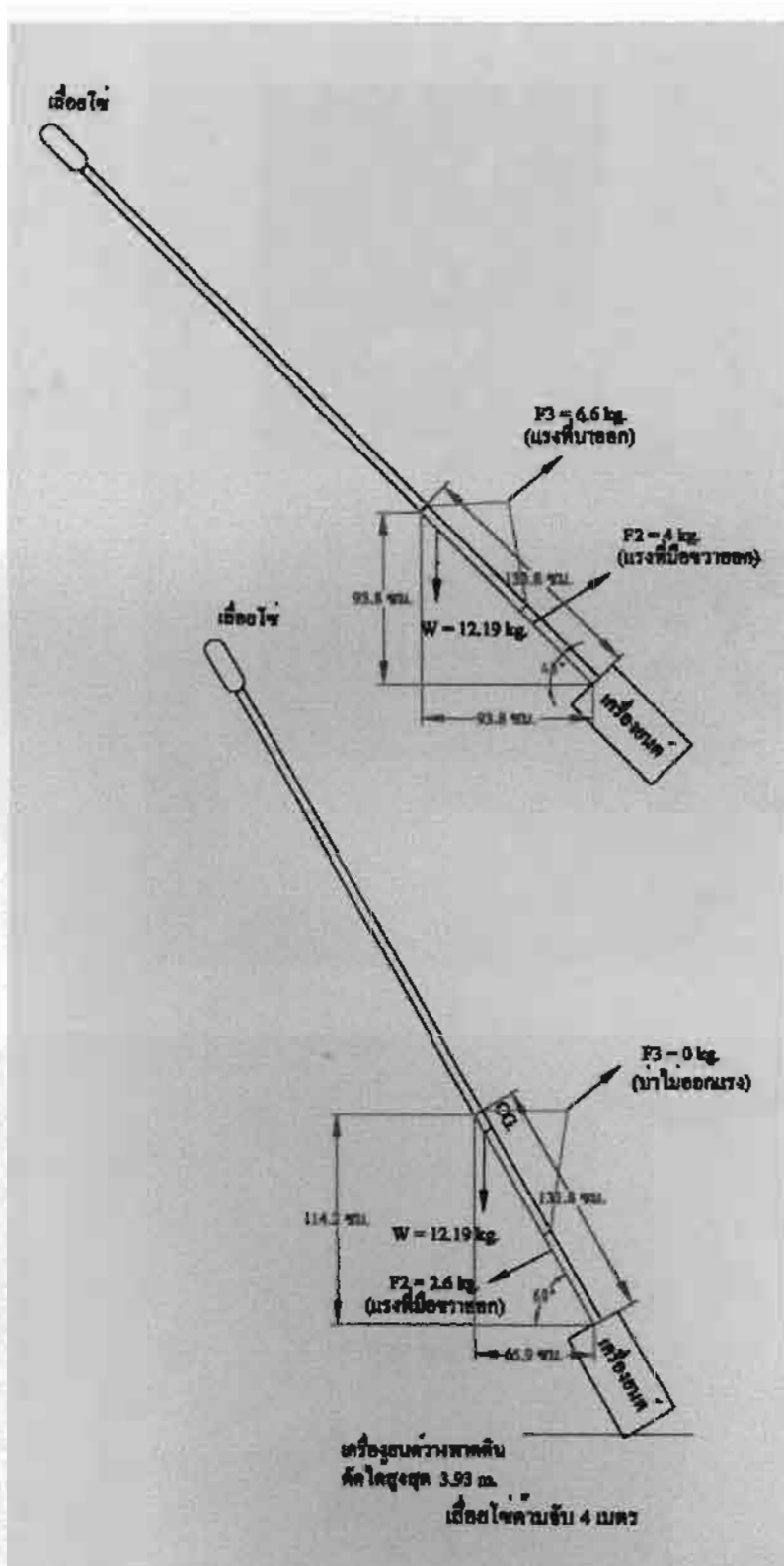
รูปที่ 3.37 (ต่อ) แสดงการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ
ในขณะที่ยังไม่ได้ทำการตัดกิ่งไม้ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร



รูปที่ 3.38 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ทำการตัดกิ่งที่ตั้งตรงกับพื้นดิน ของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ยาว 4 เมตร



รูปที่ 3.39 แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวา ยกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ
ในขณะที่ทำการตัดกิ่งที่วางขนานกับพื้นดินของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ยาว 4 เมตร



รูปที่ 3.39 (ต่อ) แสดงภาพการออกแรงของมือซ้ายและมือขวายกด้ามจับที่เอียงเป็นมุมต่าง ๆ ในขณะที่ทำการตัดกิ่งไม้ที่วางขนานกับพื้นดินของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร



รูปที่ 3.40 ขณะทำการทดสอบตัดกิ่งมะม่วงในสภาพการทำงานจริงของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้
ชนิดด้ามจับยาว 2 เมตร



รูปที่ 3.41 ขณะทำการทดสอบตัดกิ่งมะม่วงในสภาพการทำงานจริงของเครื่องตัดแต่งกิ่งไม้
ชนิดด้ามจับยาว 4 เมตร