

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องย่อยต้นปาล์ม

MACHINE OF WOOD CHIPPER FROM PALM TRUNK

ผศ.ปัญญา

แดงวิไลลักษณ์

นายวชร

กาลาสี

รศ.ดร.จารุวัตร

เจริญสุข

REH

ป 524 ค

2556

เลขหมู่.....

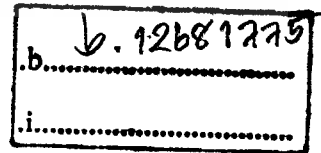
เลขทะเบียน 138168

รับเดือนปี 18 ก.ย 2558

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) เครื่องย่อยต้นปาล์ม

แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้.....

ประจำปีงบประมาณ..... 2556..... จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน..... 500,000..... บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย..... 1..... ปี ตั้งแต่..... ต.ค.55..... ถึง..... ก.ย.56.....

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

หัวหน้าโครงการ ผศ.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ฯ

ผู้ร่วมโครงการวิจัย นายวชร กาลาสี วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ฯ

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย รศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและมีการปลูกกันอย่างแพร่หลาย เพราะต้องนำไปใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม อีกทั้งยังสามารถนำมาผลิตเป็น ไบโอดีเซล, สบู่, ครีม และ อื่นๆอีกมากมาย ทำให้ปริมาณการปลูกปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ส่วนที่เหลือจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มก็คือส่วนของลำต้นปาล์มน้ำมันซึ่งมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ทางผู้จัดทำจึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องทำไม้บางสำหรับไม้ปาล์มน้ำมัน โดยใช้ไม้ปาล์มน้ำมัน ที่มีอายุ 20 ปี ขึ้นไปมีความสูงจากโคนต้นขึ้นไป 3 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38-49 เซนติเมตร นำมาเข้าเครื่องทำไม้บางโดยลูกกลิ้งเป็นตัวบังคับหมุนท่อนไม้ปาล์ม น้ำมันให้มีทิศทางการหมุนสวนทางกับคมมีด โดยต้นกำลังในการขับเคลื่อนคือ มอเตอร์ 5 แรงม้าจำนวน 2 ตัว หมุนด้วยความเร็วรอบ 140 รอบต่อนาที เพื่อให้ไม้หมุนสวนทางกับใบมีดเมื่อป้อนชุดใบมีดเคลื่อนเข้าหาท่อนไม้ โดยใช้ มอเตอร์ 10 แรงม้า 1 ตัว เคลื่อนที่เข้าโดยใช้ความเร็ว 0.88 เมตรต่อนาที จึงทำให้เกิดการตัดเฉือนเนื้อไม้ ออกมาเป็นแผ่นไม้บางที่มีความหนา 1-3 มิลลิเมตร มีความยาวมากกว่า 1200 มิลลิเมตร ต่อแผ่นจากนั้นแผ่นไม้จะถูกลำเลียงออกจากเครื่องทำไม้บางด้วยชุดสายพานลำเลียงโดยใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อน สายพานลำเลียงให้เคลื่อนที่ 298 เมตรต่อนาที แล้วนำแผ่นไม้บางที่ได้นำไปใช้ในอุตสาหกรรมไม้อัดต่อไป

คำสำคัญ : เครื่องทำไม้บาง, เครื่องย่อยไม้, ลำต้นปาล์มน้ำมัน, ไม้บางแบบโรตารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Machine of wood chipper from Palm trunk

Researcher: Asst.Prof.Panya.....Daungviluilux, Mr. Wachara Kalasee, and Asst.Prof. Dr. Jaruwat Charoensuk

Faculty: ...Prince of Chumphon Campus.....**Department:**Engineering.....

ABSTRACT

This study aims to design the palm timber peeling machine. The palm timber was selected from the palm trunk which age over 20 years, height of 3 meters, and diameter about 38-49 centimeters. The prototype peels the palm timber as a thin wood sheet for supplying plywood manufacturing. The peeling machine composes of 3 units includes 1) the timber rotating unit 2) the peeling knife unit and 3) palm sheet conveying unit. The timber rotating unit utilizes 2 rollers drive palm timber to spin and control the posture of timber while peeling. It was driven by 5 hp motor to rotate 2 rollers with speed of 140 revolutions per minute. The peeling knife was placed to the timber while the sharp edge of knife was rise vertically. It moves to the center of timber with forward speed of 0.88 meter per minute, the timber was spin in the opposite direction to the sharp edge of knife. Finally, the palm timber was peeled as wood sheet with thickness of 1-3 millimeters and strip length of 1,200 millimeters. The palm sheet conveying unit draws the palm strip from the knife by belt conveyor which establish at the rear of the peeling knife unit. The belt conveyor was driven by 1 hp motor its linear velocity is of 298 meters per minute

Keywords : Veneer Machine, Chipper Machine, palm trunk, Veneer of Rotary

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้คงไม่อาจสำเร็จได้ด้วยดีหากไม่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ และความร่วมมือจากหลายฝ่ายด้วยกัน หน่วยงานแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้งานวิจัยเรื่องนี้แล้วเสร็จลง ได้ดี การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุน เงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556 และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ เช่นฝ่ายงานวิจัย ฝ่ายงานพัสดุ ฝ่ายงานแผนที่ช่วยสนับสนุนงานวิจัย ทั้งเรื่องขออนุมัติ เรื่องตั้งเบิกซื้อของ และอื่นๆ

ขอขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้าได้มีวันนี้ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักอย่างยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุกๆ ด้าน อันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ผศ.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์
นายวชร กาลาสี
รศ.ดร.จรรูวัตร เจริญสุข



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์.....	4
2.1 ปาล์มน้ำมัน.....	4
2.2 งานวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง.....	25
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	29
3.1 สมบัติทางกลของไม้.....	29
3.2 ประเภทเครื่องทำไม้บางและหลักการทำงานของเครื่อง.....	30
3.3 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.....	31
3.4 การออกแบบเพลลา.....	35
3.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับลิ้ม.....	38
3.6 ทฤษฎีเกี่ยวข้องกับโซ่ส่งกำลัง.....	43
3.7 ทฤษฎีหลักการของเฟือง.....	46
3.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับมอเตอร์.....	49
3.9 สกรูส่งกำลัง.....	50
3.10 ทฤษฎีหลักการอินเวอร์เตอร์.....	53
3.11 ทฤษฎีกำลังไฟฟ้าของระบบ 3 เฟส.....	55
บทที่ 4 วิธีการทดลองและผลการทดลอง.....	59
4.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	59
4.2 วิธีการทดลอง เครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน.....	70
4.3 ผลการทดลอง.....	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	80
5.2 สรุปผลการทดลอง.....	80
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง.....	80
บรรณานุกรม.....	81
ภาคผนวก.....	82
ภาคผนวก ก ตารางผลการทดลองเครื่องทำแผ่นไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน.....	83
ภาคผนวก ข. ภาพการทดลองเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน.....	93
ภาคผนวก ค. Drawing เครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน.....	95
ภาคผนวก ง. คู่มือการใช้.....	113
ภาคผนวก จ. ภาพชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน.....	117
ภาคผนวก ฉ. รายงานการใช้จ่ายเงิน.....	124
ประวัตินักวิจัย.....	126



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตปาล์มน้ำมันไทย	1
2.1 ผลการทดสอบการต้านแรงดัดและมอดุลลีสยืดหยุ่น	7
2.2 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดแนวขนานเสี้ยน	11
2.3 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเสี้ยน	16
2.4 ผลการทดสอบความต้านทานแรงเฉือนขนานเสี้ยน	21
4.1 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 74% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที	74
4.2 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 74% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที	74
4.3 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 74% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที	74
4.4 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 65% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที	75
4.5 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 65% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที	75
4.6 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 65% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที	75
4.7 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 55% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที	75
4.8 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 55% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที	76
4.9 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 55% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที	76
4.10 การทดลองความเร็วของสายพานลำเลียงที่เหมาะสมสำหรับใช้ กับความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที	76
ก.1 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 74% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที	84
ก.2 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 74% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที	85
ก.3 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 74% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.4 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 65% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประกองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที	87
ก.5 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 65% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประกองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที	88
ก.6 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 65% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประกองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที	89
ก.7 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 55% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประกองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที	90
ก.8 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 55% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประกองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที	91
ก.9 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 55% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประกองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที	92

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 การทำลายต้นปาล์มที่โคนกิ่งด้วยรถแม็คโครหรือเลื่อยยนต์	1
1.2 การทำลายต้นปาล์มที่อายุมากด้วยการเจาะต้นหยอดยาฆ่าหญ้า และการเผาต้นปาล์มที่โคนกิ่ง เพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูก	2
2.1 ภาพตัดขวางของปาล์มน้ำมัน	5
2.2 การต้านแรงดัดและมอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of rupture and modulus of elasticity)	7
2.3 การต้านแรงดัดและมอดูลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	7
2.4 การต้านแรงดัดและมอดูลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	8
2.5 การต้านแรงดัดและมอดูลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	8
2.6 การต้านแรงดัดและมอดูลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส	9
2.7 การต้านแรงดัดและมอดูลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	9
2.8 การต้านแรงดัดและมอดูลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์ ร่วมกับ หลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	10
2.9 การต้านแรงดัดและมอดูลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนความเร็ว 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	10
2.10 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น (Compressive strength parallel to grain)	11
2.11 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์	12
2.12 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	12
2.13 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	13
2.14 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	13
2.15 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาทีที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.16 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเสี้ยน ไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน	
ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	14
2.17 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเสี้ยน ไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์	
ร่วมกับหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	15
2.18 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเสี้ยน ไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์	
ร่วมกับลมร้อนความเร็ว 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	15
2.19 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเสี้ยน	
(Compressive strength perpendicular to grain)	16
2.20 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเสี้ยน ไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์	16
2.21 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเสี้ยน ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์	
ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	17
2.21 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเสี้ยน ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์	
ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	17
2.23 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเสี้ยน ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์	
ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	18
2.24 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเสี้ยน ไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน	
ความเร็วลม 2.1 เมตร ต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส	18
2.25 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเสี้ยน ไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน	
ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	19
2.26 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเสี้ยน ไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์	
ร่วมกับหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	19
2.27 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเสี้ยน ไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์	
ร่วมกับลมร้อนความเร็ว 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	20
2.28 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเสี้ยน (Shear strength parallel to grain)	20
2.29 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเสี้ยนไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์	21
2.30 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเสี้ยน ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์	
ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	22
2.31 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเสี้ยนไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์	
ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	22
2.32 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเสี้ยน ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์	
ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.33 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเส้นไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาทีที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส	23
2.34 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเส้นไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาทีที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	24
2.35 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเส้นไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์ ร่วมกับหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส	24
2.36 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเส้นไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์ ร่วมกับ ลมร้อนความเร็ว 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	25
2.37 รูปแบบการเลื่อยไม้เนื้ออ่อน	26
2.38 เครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียง	26
2.39 ไม้ปาล์มน้ำมัน a. ไม้สดก่อนอบ b. ไม้ใหม่หลังการอบ c. ไม้บิตและหดตัวหลังการอบ d. ไม้แห้งสภาพดีหลังการอบ	27
2.40 เครื่องระเบิดเยื่อไม้ปาล์มใช้ในอุตสาหกรรมผลิตไม้อัด	28
3.1 การทำงานของเครื่องทำไม้บางแบบหัน	31
3.2 การทำงานของเครื่องทำไม้บางแบบแรงเหวี่ยง	31
3.3 การทำงานของเครื่องทำไม้บางแบบโรตารี	31
3.4 แรงขีดต่างๆ	32
3.5 คานและแกนสะเทิน	35
3.6 เพลาอยู่ภายใต้แรงต่างๆ	37
3.7 หลักการของลิ้ม	38
3.8 ส่วนประกอบที่ใช้คู่กับลิ้ม	39
3.9 การกำหนดของลิ้มส่งกำลัง	39
3.10 ลักษณะของลิ้มสวมอัด	39
3.11 ลักษณะของลิ้มมีหัว	40
3.12 ลักษณะของลิ้มขวาง	40
3.13 ลักษณะของลิ้มอัด	40
3.14 ลักษณะรูปร่างของลิ้มฝั่ง	41
3.15 ลักษณะรูปร่างของลิ้มเว้า	41
3.16 ลักษณะรูปร่างของลิ้มราบ	41
3.17 ลักษณะรูปร่างของลิ้มเลื่อน	42
3.18 ลักษณะรูปร่างของลิ้มสัมผัส	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.19 ลักษณะรูปร่างของลิ่มมีหัว	42
3.20 ลักษณะรูปร่างของลิ่มขวาง	43
3.21 ลิ่มอัดปลายมนโค้ง DIN 6885 แบบ A	43
3.22 หลักการส่งกำลังโซ่	44
3.23 แสดงส่วนประกอบของโซ่โรลเลอร์	44
3.24 แสดงส่วนประกอบของโซ่บูช	44
3.25 แสดงส่วนประกอบของโซ่ฟัน	45
3.26 เฟือง	47
3.27 เฟืองตรง	47
3.28 ตัวแปรอัตราเร็วของเฟือง	48
3.29 เฟืองชบกันภายนอกและเฟืองชบกันภายใน	48
3.30 เฟืองตัวตามและเฟืองตัวขับ	49
3.31 สกรูส่งกำลัง	50
3.32 แร่งปฏิกริยาบนเกลียว	51
3.32 Thus Collar	52
3.33 สกรู Thus Collar	52
3.34 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์	54
3.35 โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์	54
3.36 กระบวนการทำงานของอินเวอร์เตอร์ในสภาวะการใช้ไฟสำรอง	54
3.37 แหล่งกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส (3-phase generator)	56
3.38 การระบุขั้วของขดลวดแรงดันบนสเตเตอร์	56
3.39 การต่อขดลวดระบบวาย (Y) และเดลต้า (Δ)	57
3.40 ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ลำดับ abc	57
3.41 การต่อขดลวดกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส 3 สาย แบบเดลต้า (Δ) ลำดับ	58
4.1 เครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน	59
4.2 เครื่องเลื่อยไม้ STIHL MS 381	60
4.3 ไม้ปาล์มอายุไม่น้อยกว่า 20 ปีความยาว 80 เซนติเมตร	60
4.4 เครื่องวัดความเร็วรอบ DIGICON DT-235T	61
4.5 เครื่องปรับความเร็วรอบ	61
4.6 เครื่องชั่งดิจิตอลขนาด 30 กิโลกรัม	62
4.7 ตู้อบ (OVEN) รุ่น ED/FD	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 Rolling สำหรับหมุนประกอบไม้ปาล์มน้ำมัน	63
4.9 สกรูส่งกำลัง เพื่อใช้ในการเคลื่อนชุดใบมีดและRollingประกอบไม้	64
4.10 ใบมีดสำหรับ เือนไม้ปาล์มน้ำมัน	64
4.11 มอเตอร์เกียร์ขนาด 10 แรงม้า 1440 รอบต่อนาที อัตราทด 1/9.64 หนึ่งตัว สำหรับขับสกรูส่งกำลัง	65
4.12 มอเตอร์เกียร์ขนาด 5แรงม้า 1440 รอบต่อนาที อัตราทด 1/9.64 สองตัว สำหรับขับ Rolling	65
4.13 มอเตอร์เกียร์ขนาด 1แรงม้า 1440 รอบต่อนาที สำหรับสายพานลำเลียง	66
4.14 โซ่ส่งกำลัง เบอร์ 60 สามเส้น	66
4.15 ชุดควบคุมเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน	67
4.16 เกียร์ 3 ทาง อัตราทด 1/1	67
4.17 ลิ้มิต สวิทช์ (Limit Switch) 5A 250V AC สองตัว	68
4.18 ตัวรับไม้ จำนวน สี่ตัว	68
4.19 ชุด HOUSING บุษทองเหลือง สำหรับยึดชุดใบมีด และ คานเข้าด้วยกัน สองตัว	69
4.20 คานรับน้ำหนักชุดใบมีดและชุดRolling ประกอบไม้	69
4.21 Conveyor สำหรับลำเลียงแผ่นไม้บาง	70
4.22 ตัดต้นปาล์มจากโคนขึ้นไปไม่เกิน 3 เมตร	70
4.23 ลักษณะของไม้ปาล์มน้ำมัน	70
4.24 ลักษณะการตรวจสอบ	71
4.25 ภาพแสดงถึงการนำไม้เข้าเครื่องทำไม้บาง	71
4.26 รูปแสดงการวัดความเร็วรอบ	72
4.27 รูปแสดงการตรวจสอบขนาด	72
4.28 รูปขนาดนำแผ่นไม้บางมาชั่งน้ำหนัก	73
4.29 ภาพแสดงการนำไม้ปาล์มเข้าเครื่องอบ	73
4.30 รูปขนาดนำแผ่นไม้บางมาชั่งน้ำหนัก	73
4.31 ลักษณะแผ่นไม้บางที่ความเร็วรอบต่าง ๆ	74
4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับอัตราการป้อน ที่ความชื้น 74%	77
4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับอัตราการป้อน ที่ความชื้น 65%	78
4.34 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับอัตราการป้อน ที่ความชื้น 55%	79
ข.1 การป้อนไม้เข้าเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน	94
ข.2 ลักษณะของไม้ปาล์มที่ได้จากเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ.1 ตรวจสอบระบบไฟฟ้า	104
จ.2 Limit Switch	104
จ.3 ระบบส่งกำลัง	105
จ.4 DIGICON DT-235T	105
จ.5 Inverter	106
จ.1 ชุด HOUSING บูชทองเหลือง	108
จ.2 คานรับน้ำหนักชุดใบมีดและชุดRolling ประคองไม้	108
จ.3 Rollingสำหรับหมุนประคองไม้ปาล์มน้ำมัน	109
จ.4 สกรูส่งกำลัง เพื่อใช้ในการเคลื่อนชุดใบมีดและRollingประคองไม้	109
จ.5 ใบมีดสำหรับ ฉือนไม้ปาล์มน้ำมัน	110
จ.6 มอเตอร์เกียร์	110
จ.7 ลูกปืน	111
จ.8 ชุดควบคุมเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน	111
จ.9 มอเตอร์ ชุดลำเลียง	112
จ.10 เครื่องปรับความเร็วรอบ	112
จ.11 HOUSING	113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปาล์มน้ำมัน (oil palm) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Elaeisguineensis Jacq* อยู่ในวงศ์ Areacaceae หรือ Palmae เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวชนิดหนึ่ง ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของภาคใต้ เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีพืชชนิดใดที่ประเทศไทยสามารถผลิต เพื่อสกัดน้ำมันได้เพียงพอกับความต้องการภายในประเทศเท่ากับน้ำมันปาล์ม ปาล์มจึงสามารถลดการนำเข้าน้ำมันเพื่อบริโภครวมทั้งผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น น้ำมันในการประกอบอาหาร สบู่ ครีม และนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนไบโอดีเซล และอื่นๆอีกมากมาย ซึ่งนับวันปริมาณการใช้ น้ำมันปาล์มภายในประเทศก็ยิ่งสูงขึ้นเรื่อยๆ จึงทำให้เกษตรกรหันมาปลูกปาล์มมากขึ้น ซึ่งข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ดังในตารางที่.1 พบว่าพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตปาล์มน้ำมันของไทยมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 1.1 พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตปาล์มน้ำมันไทย

รายการ/ปี	ปีเพาะปลูก				
	2552	2553	2554	2555	2556
พื้นที่ยีนตัน (ล้านไร่)	3.89	4.08	4.28	4.84	5.44
พื้นที่ให้ผลผลิต (ล้านไร่)	3.19	3.55	3.75	3.98	4.23
ผลผลิต FFB (ล้านตัน)	8.16	8.22	10.78	11.62	12.46
ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (ตัน)	2.56	2.32	2.87	2.92	2.97

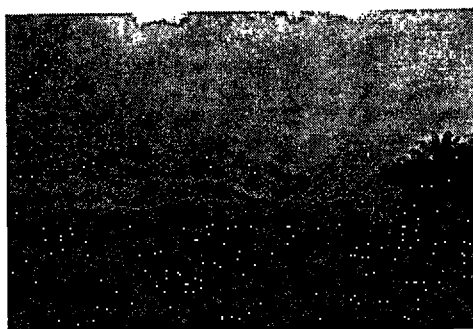
มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร(2556)

ดังนั้นส่วนที่เหลือของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มก็จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเช่นกันซึ่งส่วนที่ว่านั้นก็คือลำต้นของต้นปาล์มน้ำมันนั้นซึ่งลำต้นของต้นปาล์มน้ำมันที่ถูกโค่นทิ้งนี้ไม่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ และเป็นส่วนที่ยากแก่การกำจัด ดังนั้นโครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประดิษฐ์เครื่องที่สามารถจัดการกับลำต้นของต้นปาล์ม เพื่อแปรรูปลำต้นของต้นปาล์มนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เพื่อที่จะได้เพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร ซึ่งสิ่งประดิษฐ์ชิ้นนั้นก็คือ เครื่องปอกไม้ปาล์ม



รูปที่ 1.1 การทำลายต้นปาล์มที่โค่นทิ้งด้วยรถแม็คโครหรือเลื่อยยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 การทำลายต้นปาล์มที่อายุมากด้วยการเจาะต้นหยอดยาฆ่าหญ้า และการเผาต้นปาล์มที่โค่นทิ้ง เพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูก

อนึ่งเครื่องทำไม้บางสำหรับไม้ปาล์มน้ำมันสำหรับทำไม้บางนี้จะ เป็นประโยชน์กับเกษตรกร ในการที่จะนำเอาลำต้นของต้นปาล์มมาใช้ประโยชน์ คือ การปอกไม้ปาล์มออกมาเป็นแผ่นเพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตไม้กระดานอัด ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นอีกทางหนึ่งด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 คิดและประดิษฐ์เครื่องมือที่สามารถใช้ในการแปรรูปลำต้นของต้นปาล์มออกมาเป็นแผ่นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตไม้กระดานอัด
- 1.2.2 ออกแบบและสร้างเครื่องปอกไม้ปาล์ม
- 1.2.3 เพื่อนำลำต้นของต้นปาล์มที่ผ่านการปอกมาเป็นแผ่นไปใช้ประโยชน์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 ความยาวของไม้ปาล์มที่จะปอก 80 เซนติเมตร
- 1.3.2 ขนาดความกว้างของไม้ปาล์ม 38-50 เซนติเมตร
- 1.3.3 ไม้ปาล์มต้องมีอายุไม่น้อยกว่า 25 ปีขึ้นไป
- 1.3.4 ใช้หลักการปอกไม้แบบ Veneer อัตราการผลิตไม่น้อยกว่า 100 กิโลกรัมต่อ 1 ชั่วโมง
- 1.3.5 ความหนา 1-3 มิลลิเมตร

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

- 1.4.1 เริ่มดำเนินการศึกษาคุณสมบัติของไม้ปาล์มน้ำมัน
- 1.4.2 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 1.4.3 ทดสอบปอกไม้ปาล์มด้วยเครื่องทำไม้บาง
- 1.4.4 คำนวณและออกแบบชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องทำไม้บางสำหรับไม้ปาล์มน้ำมัน
- 1.4.5 พัฒนาเครื่องทำไม้บางสำหรับไม้ปาล์มน้ำมัน
- 1.4.6 ทดสอบเครื่องทำไม้บางสำหรับไม้ปาล์มน้ำมัน
- 1.4.7 สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 เพื่อประโยชน์ต่อวงการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมผลิตไม้กระดานอัด
- 1.5.2 เพื่อให้รู้จักนำเอาเทคโนโลยีที่ได้ศึกษามาใช้และแก้ไขปัญหา
- 1.5.3 เพื่อได้ฝึกฝนการทำงานเป็นกลุ่ม
- 1.5.4 เพื่อได้ลงมือทดลองและปฏิบัติงานจริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทรรศน์

2.1 ปาล์มน้ำมัน

2.1.1 ลำต้นปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีอายุหลายปี จัดอยู่ในวงศ์ (Family) Palmae หรือ Arecaceae ซึ่งเป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์เดียวกับปาล์ม ได้แก่ มะพร้าว ตาล จาก หมาก ระกำ เป็นต้น อยู่ในสกุล (Genus) Elaeis ซึ่งประกอบด้วยปาล์มน้ำมัน 3 ชนิด แต่ปาล์มน้ำมันชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและนิยมปลูกเพื่อเป็นการค้าในปัจจุบันคือ *Elaeis guineensis* Jacq. ซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้นานกว่า 25 ปี

ลำต้นปาล์มน้ำมันมีหน้าที่ช่วยค้ำตั้งส่วนอื่นๆของลำต้นให้ตั้งตรงและช่วยลำเลียงน้ำและอาหารไปยังส่วนต่างๆ ลักษณะลำต้นปาล์มน้ำมันเป็นลำต้นเดี่ยว ตั้งตรง ไม่มีกิ่งแขนงมีรูปร่างทรงกระบอก มีตายอดอยู่ตรงปลายสุดของลำต้นซึ่งเป็นจุดกำเนิดของใบ ลำต้นประกอบด้วยเนื้อเยื่อเส้นใย มีข้อและปล้องที่ถี่มาก ในระยะ 3 ปีแรกหลังจากปลูกต้นปาล์มน้ำมันจะพัฒนาทางด้านกว้างโดยลำต้นจะขยายส่วนฐานให้ใหญ่ขึ้น ในระยะนี้จะสังเกตเห็นทางใบอยู่ติดลำต้นมากกว่า 40 ทางใบ พอหลังจากต้นปาล์มน้ำมันอายุ 3 ปีขึ้นไป ปล้องของลำต้นจะยึดตัวมากขึ้น และทำให้การเจริญเติบโตทางด้านกว้างหยุดไปหรือมีน้อยมาก เพราะไม่มีเนื้อเยื่อเจริญในระบบท่อลำเลียงอาหารเช่นเดียวกับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั่วไป ส่วนการเพิ่มความสูงลำต้นโดยทั่วไปจะเพิ่มขึ้นปีละประมาณ 35 – 60 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและพันธุกรรม ตามธรรมชาติแล้วต้นปาล์มน้ำมันจะมีความสูงมากกว่า 30 เมตร และมีอายุยืนมากกว่า 100 ปี แต่การปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้าจะต้องการต้นปาล์มน้ำมันที่มีความสูงไม่เกิน 15 – 18 เมตร และเก็บเกี่ยวผลผลิตจนถึงอายุได้ 25 ปีเท่านั้น ลำต้นปาล์มน้ำมันจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20 – 75 เซนติเมตร

การจัดเรียงตัวของทางใบบนลำต้นจะมีทิศทางบิดเป็นเกลียววนตามแกนลำต้นรอบละ 8 ทางใบ โดยมีทิศทางวน 2 ทาง คือ วนเวียนซ้ายและเวียนขวา เมื่อต้นปาล์มมีอายุมากขึ้นและเริ่มมีการตัดแต่งทางใบจะสังเกตเห็นฐานทางใบที่เป็นรอยตัดแต่งติดอยู่รอบๆลำต้นจำนวนมาก สำหรับปล้องและข้อจะปรากฏให้เห็นก็ต่อเมื่อต้นปาล์มน้ำมันมีอายุได้ 12 ปีหรือมากกว่า ซึ่งจะเห็นเป็นรอยหลังจากโคนใบหลุดไปจากลำต้นโดยจะเริ่มหลุดจากกลางขึ้นไป แต่ภายในลำต้นจะไม่มีขอบเขตแบ่งแยกระหว่างปล้องที่อยู่ติดกัน

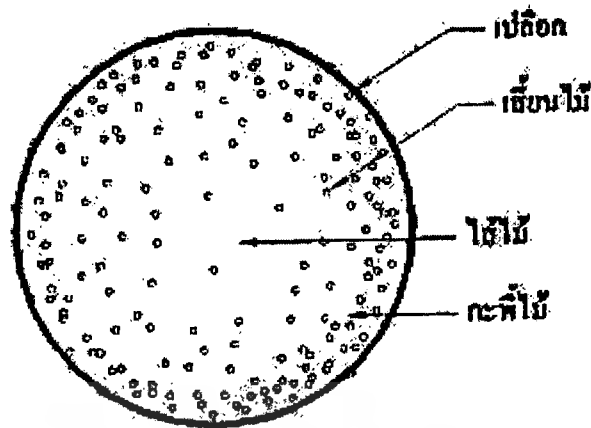
สำหรับระบบท่อลำเลียงภายในต้นปาล์มน้ำมันจะกระจายอยู่เป็นกลุ่มๆเช่นเดียวกับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอื่นๆ แต่ละท่อลำเลียงจะประกอบไปด้วยท่อลำเลียงอาหารเป็นกลุ่มๆมีแนววนเวียนเป็นเกลียวขึ้นสู่ลำต้นแนวท่อจะทำมุมเอียงผ่านใจกลางลำต้นไปยังแนวโดนทางใบซึ่งอยู่รอบนอกแล้วหักมุมกลับผ่านใจกลางลำต้นไปยังรอบนอกอีกด้านหนึ่งไปเรื่อยๆ เมื่อท่อลำเลียงมาถึงบริเวณรอบนอก

ของลำต้นจะมีการแตกสาขาออกมามากมายไปสู่ใบ ช่อดอก หรือเชื่อมต่อกับท่อลำเลียงกลุ่มอื่นๆ จึงทำให้ท่อลำเลียงของปาล์มน้ำมันที่บริเวณใจกลางลำต้นมีอยู่น้อย แต่ท่อลำเลียงจะอยู่หนาแน่นบริเวณรอบนอกของลำต้น

2.1.2 ลักษณะของไม้ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตในทางแนวยาวขึ้นเรื่อยๆ การเติบโตทางด้านข้างมีน้อยมาก ลักษณะของเนื้อไม้จะมีเส้นใย (Vascular) ซึ่งจะมีความแข็งและสีที่เข้มตามอายุและจะมีจำนวนเส้นใยมาก บริเวณกระพี้ของลำต้น โดยจะมีจำนวนเส้นใยค่อยๆลดลงเรื่อยๆจนบริเวณไส้ไม้ปาล์มน้ำมันมีลำต้นขึ้นตรง ไม่มีการแตกกิ่งก้านสาขาเหมือนต้นไม้ชนิดอื่น และไม่มีตาไม้ซึ่งเป็นตำหนิของไม้ซึ่งสิ่งเหล่านี้แตกต่างกับพืชใบเลี้ยงคู่ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ภาพตัดขวางของปาล์มน้ำมัน

2.1.3 คุณสมบัติทางกายภาพของไม้

ไม้จัดเป็นอินทรีย์วัตถุ (Cellular organic material) ประกอบขึ้นด้วยสาระสำคัญ 2 ชนิดคือ เซลลูโลส (Cellular) เป็นส่วนผนังของไม้มีประมาณ 60% และลิกนิน (Lignin) เป็นตัวยึดประมาณเสี้ยนไม้เข้าด้วยกันมีประมาณ 28% นอกจากนั้นเป็นน้ำตาลและสารประกอบอย่างอื่นประมาณ 12%

2.1.3.1 ลักษณะโครงสร้างของเนื้อไม้

ไม้ประกอบขึ้นด้วยเสี้ยนไม้เล็กๆหลายอันประกอบเข้าด้วยกัน เสี้ยนไม้เหล่านี้มีความยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร กำลัทางสมบัติเชิงกลของไม้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของเสี้ยนไม้ แต่ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของตัวประสานเสี้ยนไม้ ถ้าเรานำท่อนซุงมาผ่าออกตามขวางจะพบว่าลำต้นของไม้ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- ไซโตไซม์ (Pith) อยู่บริเวณกลางลำต้น มีสีเข้มมาก ใช้เป็นไม้ก่อสร้างไม้ได้เพราะให้กำลัต่ำ

- ไม้แก่น (Heartwood) เป็นส่วนของเซลล์ที่ทำงานแล้วเมื่อต้นไม้เจริญเติบโต จะสร้างเซลล์ใหม่รอบๆ ไซโตไซม์ออกมา เซลล์เหล่านี้ทำหน้าที่ส่งและสะสมอาหาร ต่อมาต้นไม้ขยายตัวออกไปเรื่อยๆ เซลล์ส่วนในที่อยู่ใกล้ไซโตไซม์จะหยุดการทำงานและทำหน้าที่เพียงเป็นแกนให้ความแข็งแรงกับต้นไม้เท่านั้น ไม้แก่นเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อไม้ที่มีสมบัติเชิงกลดีกว่าส่วนอื่น ให้กำลัสูงและเป็นไม้ก่อสร้างที่ดี

- กระพี้ไม้ (Sapwood) เป็นส่วนหนึ่งของเซลล์ที่ยังคงทำงานส่งและสะสมอาหาร มีสีอ่อนกว่าไม้แก่นและอยู่ถัดออกมา โดยทั่วไปแล้วกระพี้ไม้มีสมบัติเชิงกลเหมือนกับไม้แก่น แต่มีความทนทานต่อดินฟ้าอากาศน้อยกว่าทำให้มีอายุการใช้งานสั้น จึงเป็นไม้ก่อสร้างที่คุณภาพด้อยกว่าไม้แก่น

- เปลือกไม้ (Bark) เป็นส่วนที่ห่อหุ้มลำต้นไว้ นำไปใช้เป็นไม้ก่อสร้างไม้ได้

- วงปี (Annual) เป็นวงแสดงการเจริญเติบโตที่ไม่เท่ากันของต้นไม้ในรอบปี ต้นไม้ในเขตที่มีการเปลี่ยนแปลงของอากาศมากจะแสดงวงปีได้ชัดเจนกว่าต้นไม้ในเขตที่อากาศเปลี่ยนแปลงน้อย จำนวนวงปีจะบอกอายุของต้นไม้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 ปริมาณความชื้น (Moisture Content)

ค่าปริมาณความชื้นในไม้คือเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของน้ำเนื้อไม้เมื่อเทียบจากน้ำหนักของไม้แห้งที่อบด้วยเตาอบ การอบไม้ในเตาอบใช้อุณหภูมิที่ 105 องศาเซลเซียส และใช้เวลาอบ 24 ชั่วโมง เมื่อไม้ถูกทำให้แห้งน้ำที่อยู่ในโพรงของเส้นไม้อาจระเหยออกก่อน ในขณะที่น้ำซึ่งอยู่ผนังของเส้นไม้อาจยังคงอยู่ เมื่อไรก็ตามที่น้ำในโพรงของเส้นไม้อาจระเหยออกไปหมดน้ำในผนังของเส้นไม้อาจยังคงอึดตัวอยู่ เราเรียกไม้สภาพนี้ว่า มีความชื้นที่จุดเส้นไม้อึดตัว (Fiber Saturation Point) ซึ่งมีความชื้นประมาณ 30% ไม้ที่นำมาใช้งานจะดูดหรือคายความชื้นจากบรรยากาศรอบตัว จนกระทั่งไม้มีความชื้นได้สมดุลกับความชื้นในอากาศ เราเรียกไม้ในสภาพนี้ว่า มีความชื้นสมดุล (Equilibrium Moisture Content)

2.1.3.3 น้ำหนักและความถ่วงจำเพาะ (weight and Specific Gravity)

ไม้ซึ่งมีน้ำหนักมากและมีค่าความถ่วงจำเพาะสูง จะทำให้กำลังสูงกว่าไม้ซึ่งมีน้ำหนักน้อยและความถ่วงจำเพาะต่ำ

2.1.3.4 การหดตัว (Shrinkage)

ไม้จะมีการหดตัวเมื่อสูญเสียความชื้น ในทางตรงกันข้ามไม้แห้งจะมีการขยายตัวเมื่อเปียกน้ำหรือดูดความชื้นจากบรรยากาศ การหดตัวจะเกิดเฉพาะทางด้านตั้งฉากกับเส้นไม้อหรือด้านกว้างและด้านหน้า ส่วนการหดตัวขนานกับเส้นไม้อหรือด้านยาวของไม้จะมีค่าน้อยมาก การหดตัวและการขยายตัวมีผลโดยตรงต่อสมบัติเชิงกลของไม้ ไม้จะหดตัวเมื่อค่าความชื้นในไม้มีค่าอยู่ระหว่างศูนย์กับค่าความชื้นที่จุดเส้นไม้อึดตัว อัตราการหดตัวของไม้จะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับอัตราการสูญเสียความชื้นไม้

2.1.3.5 ตำหนิของเนื้อไม้ (Wood Defects)

ตำหนิของเนื้อไม้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองจากธรรมชาติ เช่น ตาไม้ ตาหลุด ตาผุ รุมอดรอยแตกหรือรอยแยกตามแนวเส้นและตามขวางเส้น ตำหนิเหล่านี้เป็นตัวลดกำลังสมบัติเชิงกลของไม้

2.1.3.6 ความทนทาน (Durability)

โครงสร้างไม้ที่ดีควรมีความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ สิ่งแวดล้อม จึงจะมีอายุการใช้งานที่ยืนยาว ไม้แก่นมีความทนทานดีกว่าไม้กระพี้ แต่ไม้กระพี้ซึ่งผ่านการอบน้ำยาก็จะทนทานเหมือนกัน การใช้ไม้ในสภาพที่แห้งหรือเปียกตลอดเวลาจะรักษาเนื้อไม้ไว้ได้นาน นอกจากการเปลี่ยนแปลงของอากาศจะลดอายุการใช้งานของไม้แล้วแมลงหรือสัตว์บางจำพวกยังมีส่วนในการทำลายเนื้อไม้ทำให้ไม้ลดกำลังและผุพังได้ แต่สามารถแก้ไขได้โดยใช้น้ำยาเคมี

2.1.4 การทดสอบเชิงกลของไม้ปาล์มน้ำมัน ที่อบด้วยเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟหลอดฮาโลเจน และลมร้อน โดยใช้โคัดยอดดังนี้

14 = ไม้ปาล์มอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600W

21 = ไม้ปาล์มอบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000W อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

22 = ไม้ปาล์มอบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000W อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

23 = ไม้ปาล์มอบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000W อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

31 = ไม้ปาล์มอบด้วยลมร้อน ความเร็ว 2.1 m/s อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส

32 = ไม้ปาล์มอบด้วยลมร้อน ความเร็ว 2.1 m/s อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

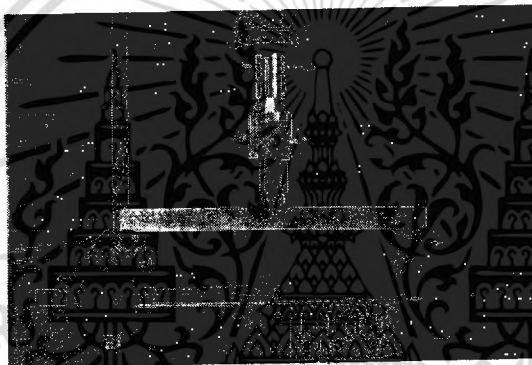
41 = ไม้ปาล์มอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600W ร่วมกับหลอดฮาโลเจน 90 องศาเซลเซียส

42 = ไม้ปาล์มอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600W ร่วมกับลมร้อน 95 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการรักษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

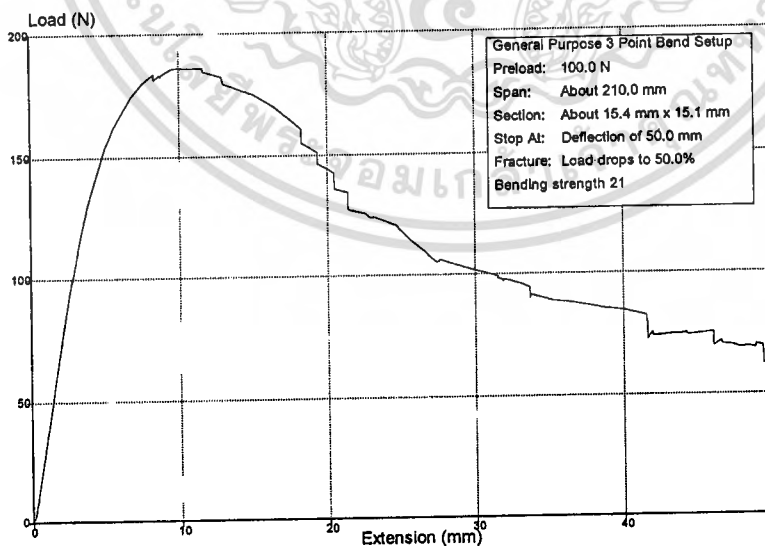
ตาราง 2.1 ผลการทดสอบการต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

Sample Information	Speed (mm/min)	Height (mm)	Width (mm)	Span (mm)	Maximum Load (N)	Modulus of rupture (MPa)	Young's Modulus of Bending (MPa)
Bending strength 14	8	15.61	15.29	210	195	16.4866	995.226
Bending strength 21	10	15.40	15.05	210	185	16.327	1053.026
Bending strength 22	10	15.89	14.42	210	212.737	18.405	3165.589
Bending strength 23	10	14.89	17.22	210	442.199	36.484	4470.672
Bending strength 31	10	14.83	14.91	210	171.349	16.460	2523.953
Bending strength 32	10	14.42	14.33	210	109.344	11.559	1201.281
Bending strength 41	10	13.86	14.77	210	265.074	29.429	4474.846
Bending strength 42	10	14.90	14.32	210	341.377	33.824	4294.496



รูปที่ 2.2 การต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น (Modulus of rupture and modulus of elasticity)

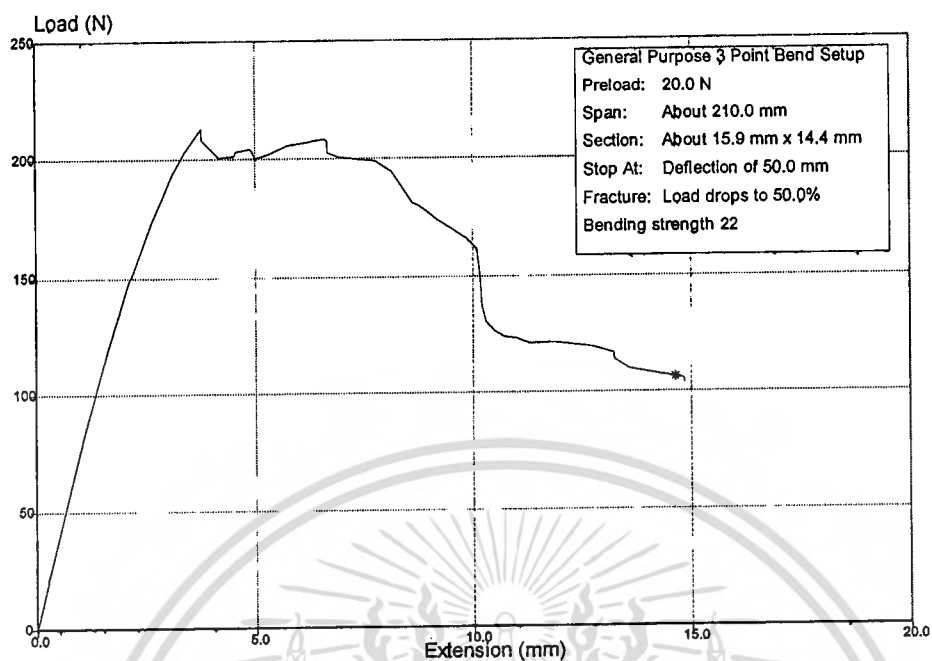
ที่มา <http://wood.wu.ac.th>



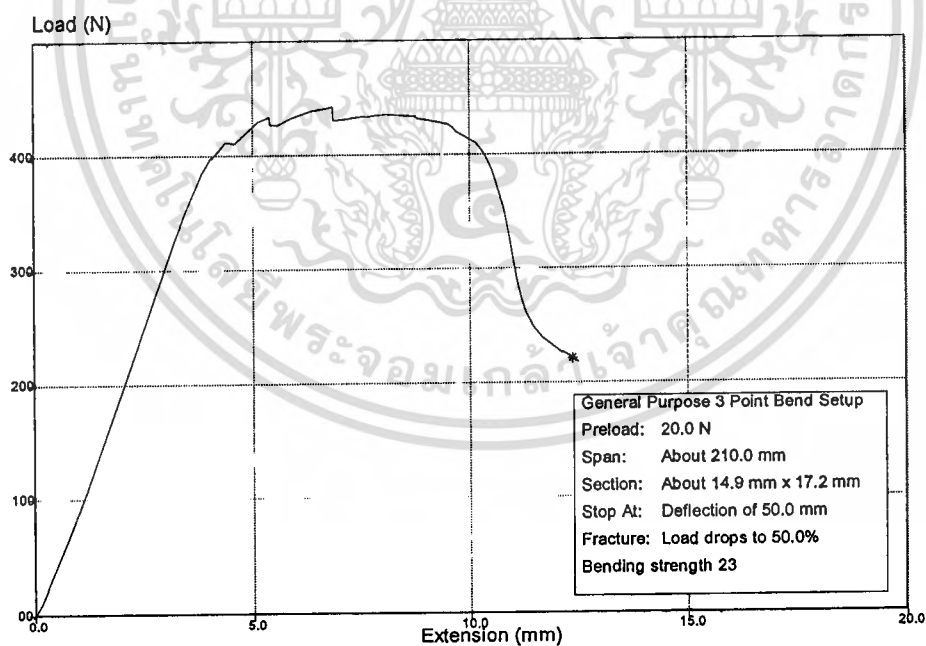
รูปที่ 2.3 การต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์

ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

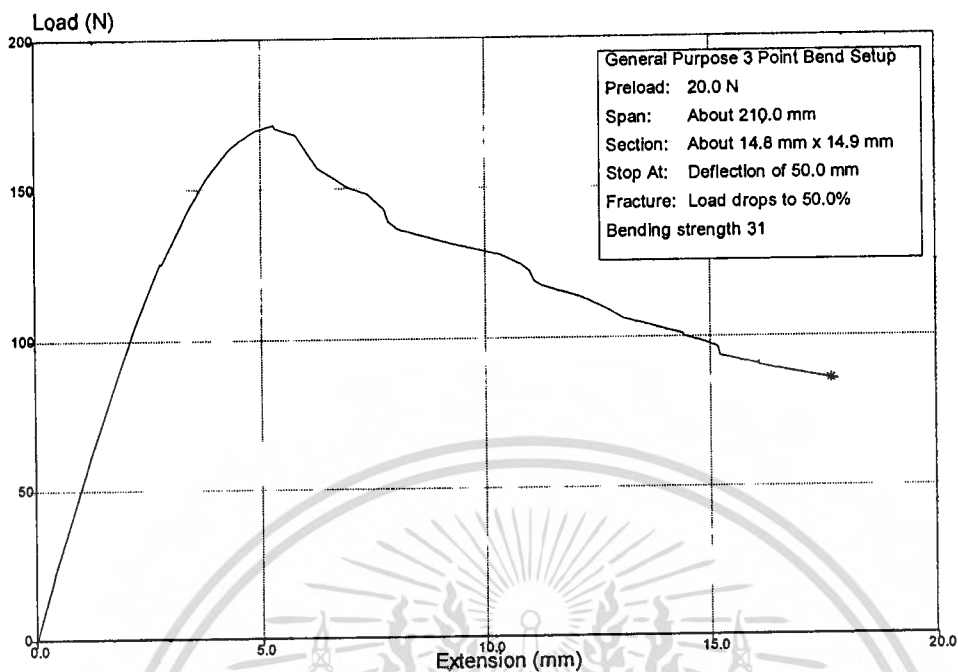


รูปที่ 2.4 การต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

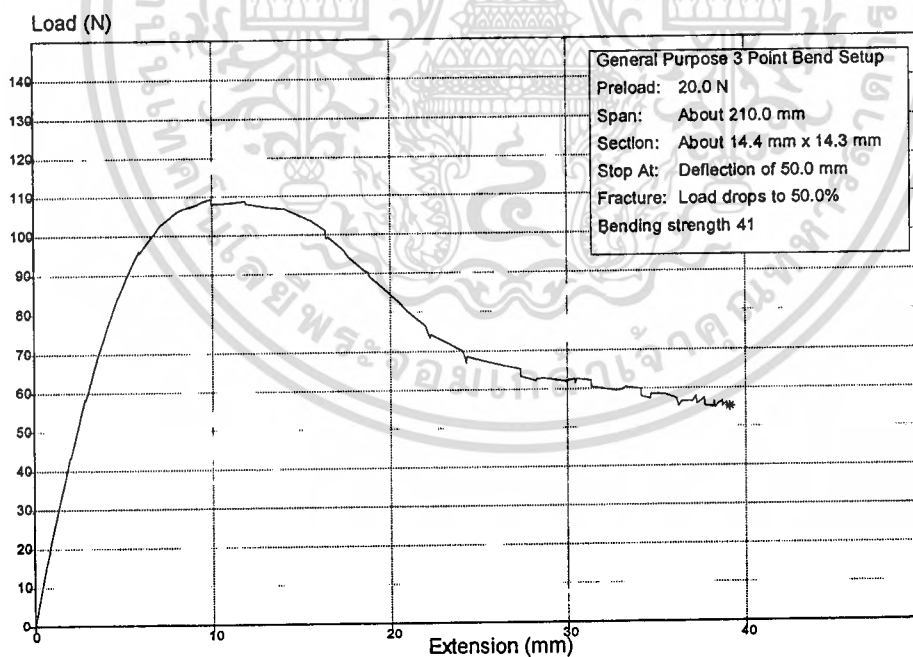


รูปที่ 2.5 การต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

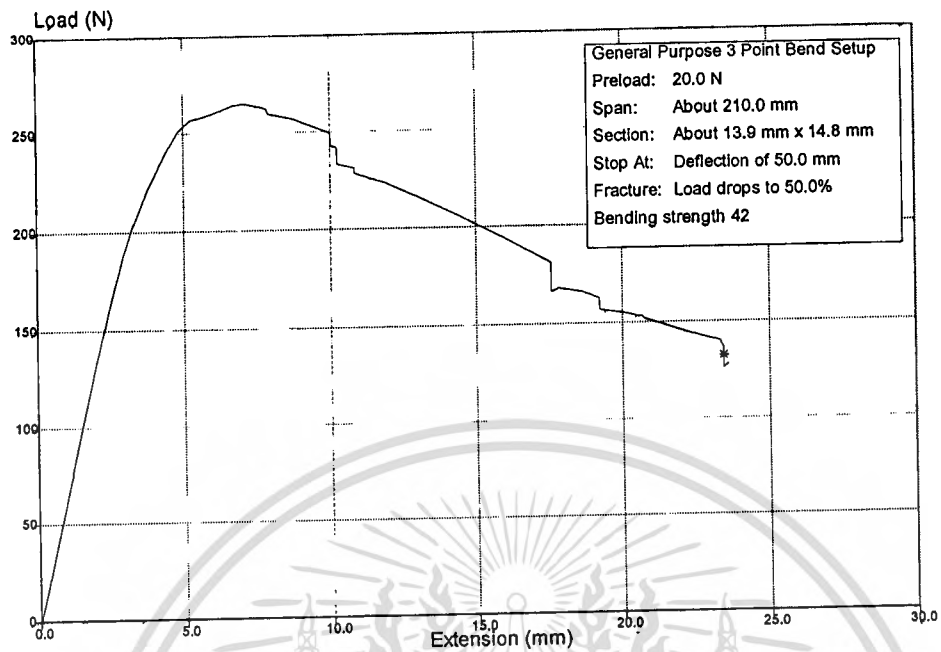


รูปที่ 2.6 การต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส

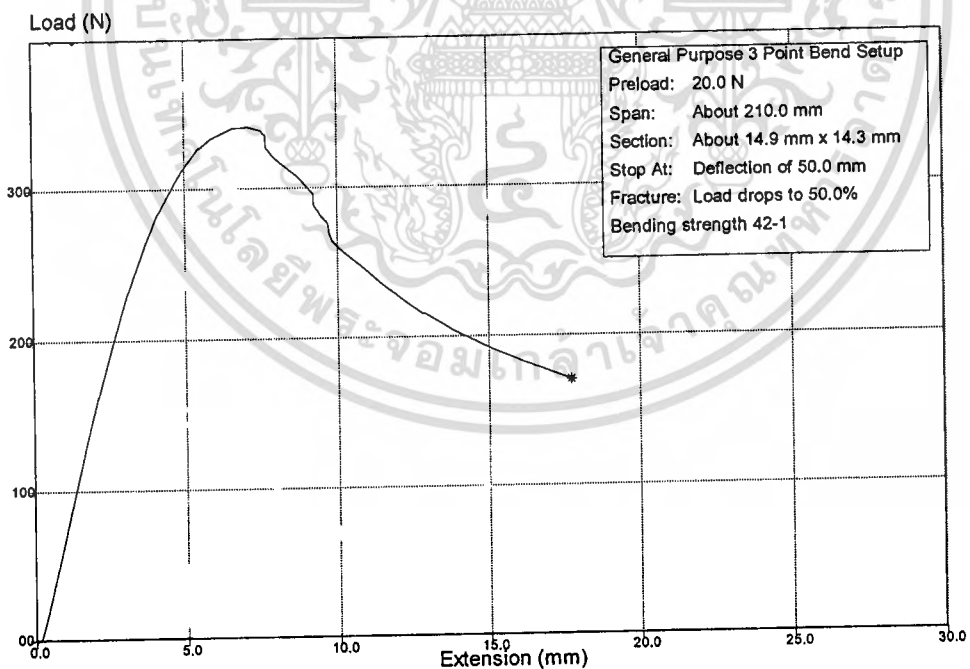


รูปที่ 2.7 การต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

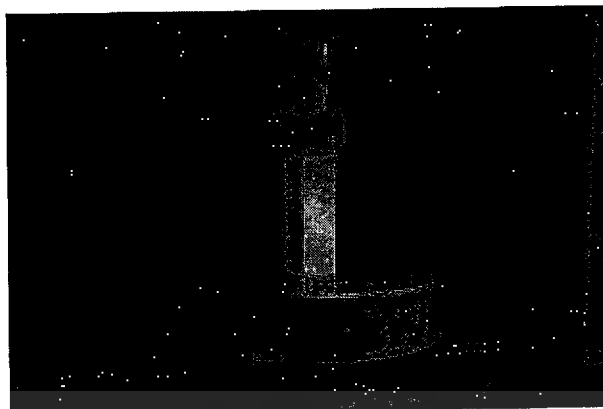


รูปที่ 2.8 การต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์ ร่วมกับ หลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2.9 การต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน ความเร็ว 2.1เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

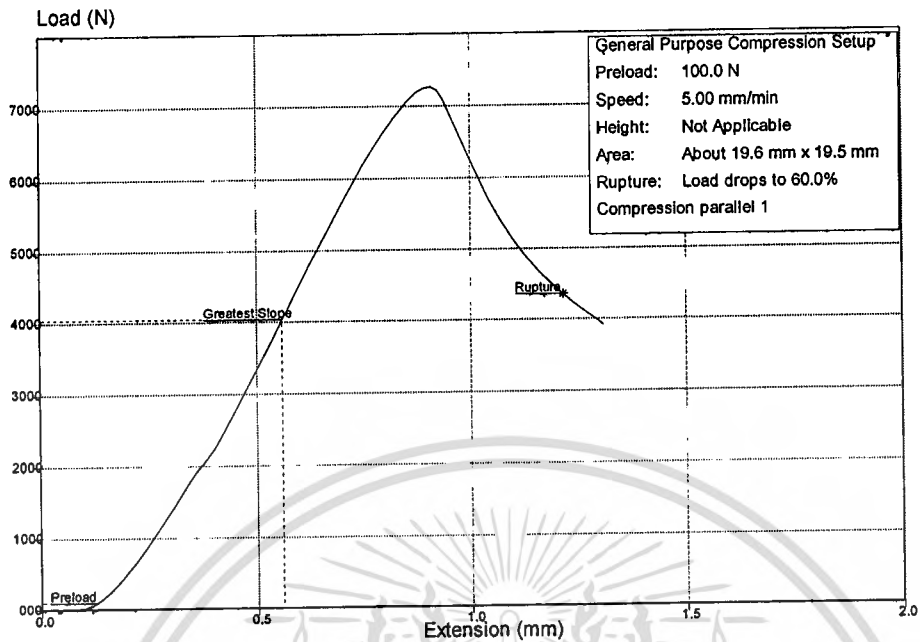


รูปที่ 2.10 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น (Compressive strength parallel to grain)
ที่มา <http://wood.wu.ac.th/>

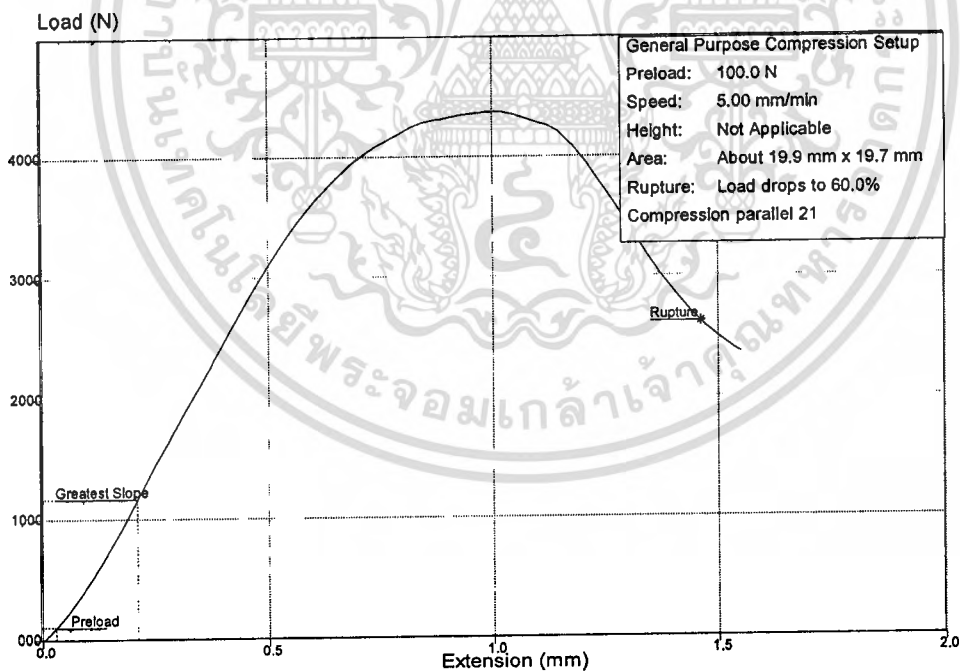
ตาราง 2.2 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น

Sample Information	Width (mm)	Breadth (mm)	Area (mm)	Speed (mm/min)	Maximum Load (N)	Deflection at Maximum Load (mm)	Stress at Maximum Load (MPa)
Compression parallel 14	19.63	19.48	382.3924	5	7259.190485	0.778944376	18.983616
Compression parallel 21	19.93	19.71	392.8203	5	4371.673644	0.989104773	11.12894024
Compression parallel 22	20.03	19.67	393.9901	5	4675.967956	0.554043601	11.86823719
Compression parallel 23	19.41	20.01	388.3941	5	6609.542351	0.747749672	17.0176178
Compression parallel 31	19.37	18.35	355.4395	5	3422.744332	0.675580721	9.629611598
Compression parallel 32	20.11	19.55	393.1505	2	2433.015838	0.297055175	6.188510095
Compression parallel 41	18.72	17.74	332.0928	2	3261.463954	1.341379605	9.820941479
Compression parallel 42	19.88	19.86	394.8168	2	1380.043212	0.708118683	3.495401442

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

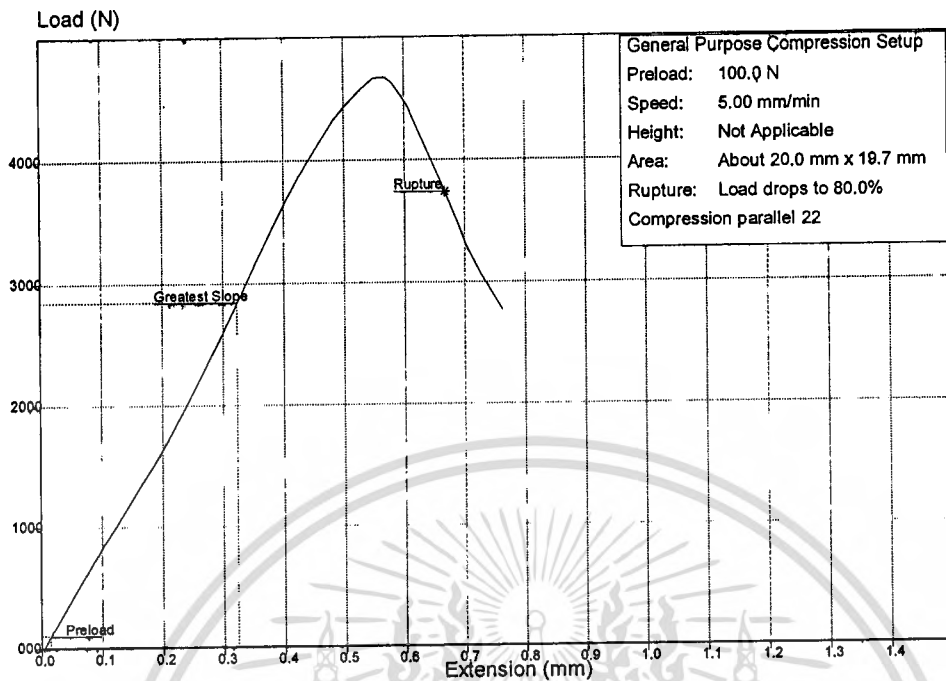


รูปที่ 2.11 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์

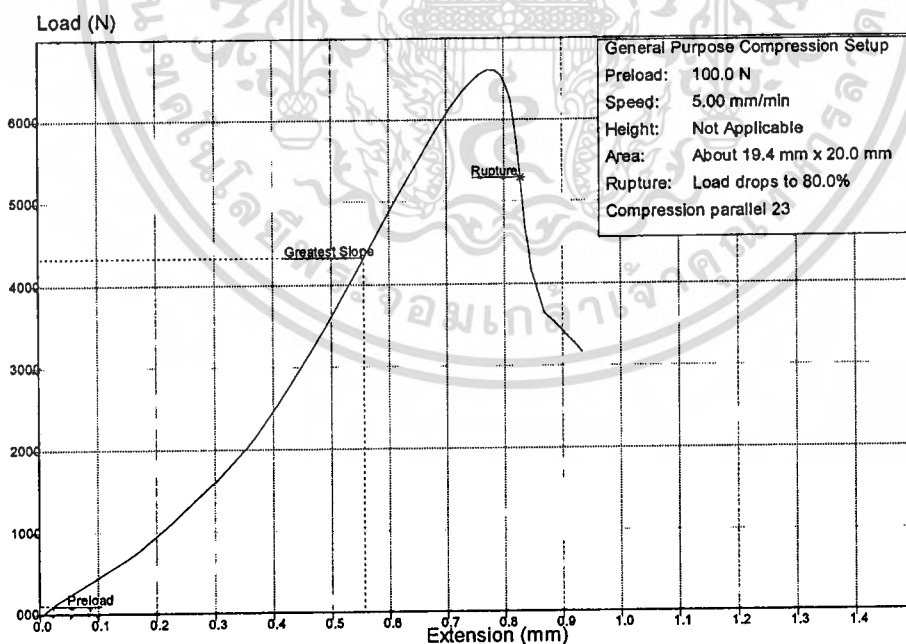


รูปที่ 2.12 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์
ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

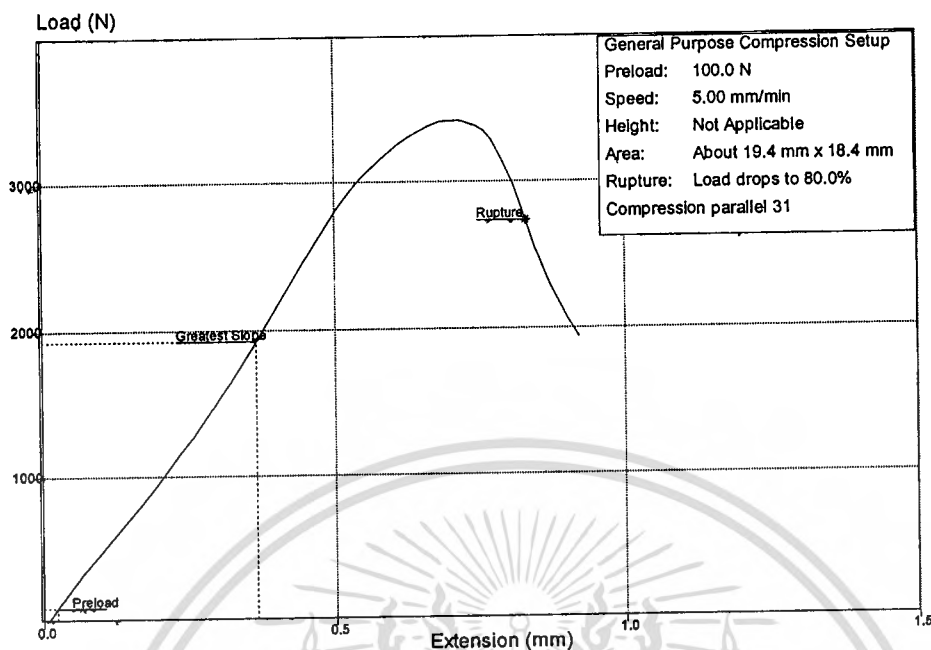


รูปที่ 2.13 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

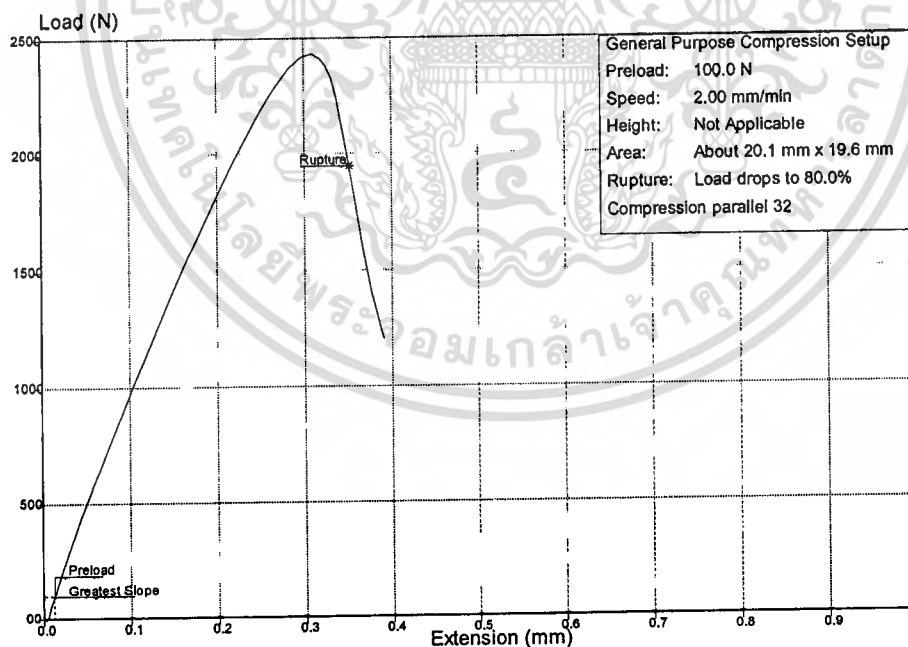


รูปที่ 2.14 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

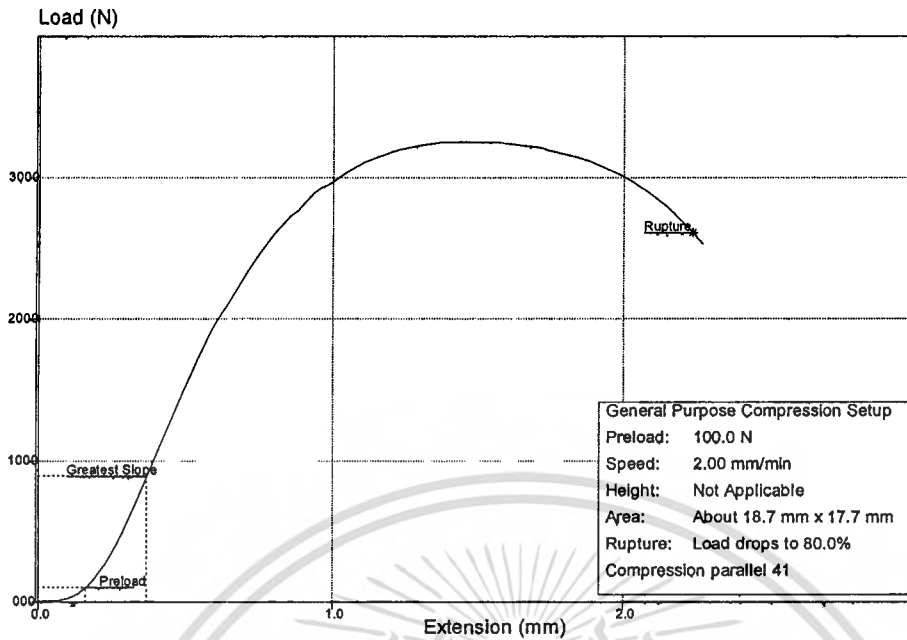


รูปที่ 2.15 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส

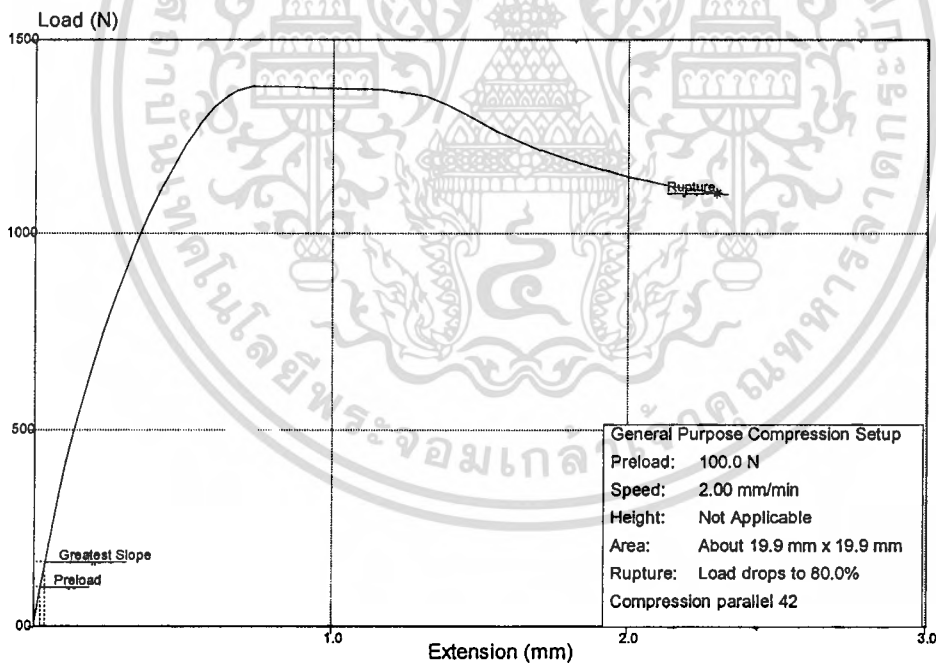


รูปที่ 2.16 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

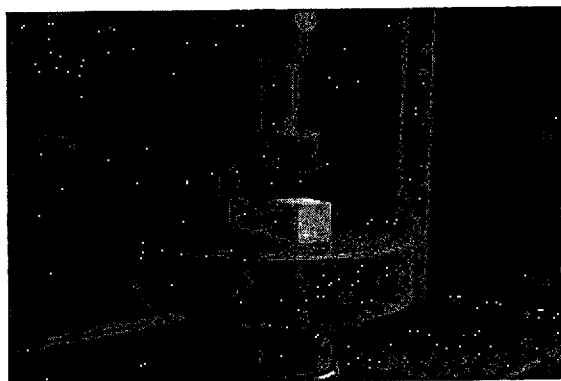


รูปที่ 2.17 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์ ร่วมกับ หลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2.18 ความต้านทานแรงอัดแนวขนานเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์ ร่วมกับ ลม ร้อนความเร็ว 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

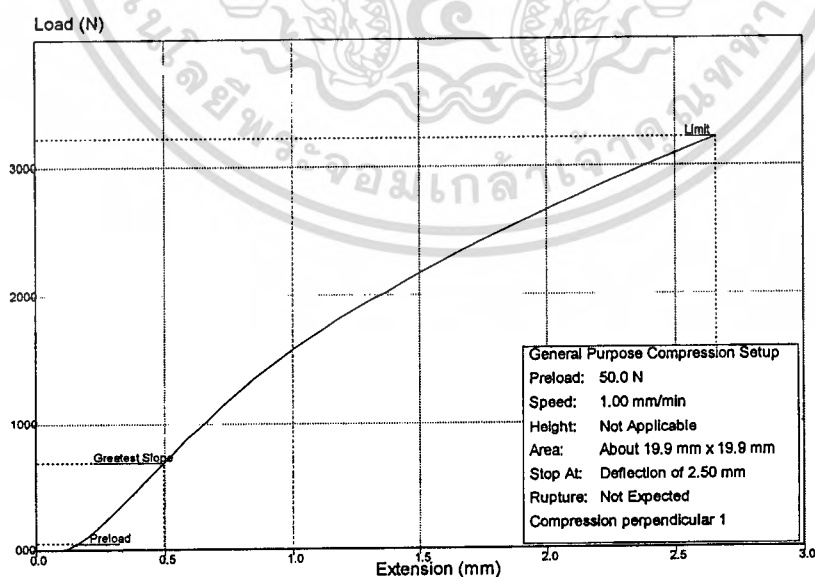
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเส้น (Compressive strength perpendicular to grain)
ที่มา <http://wood.wu.ac.th/>

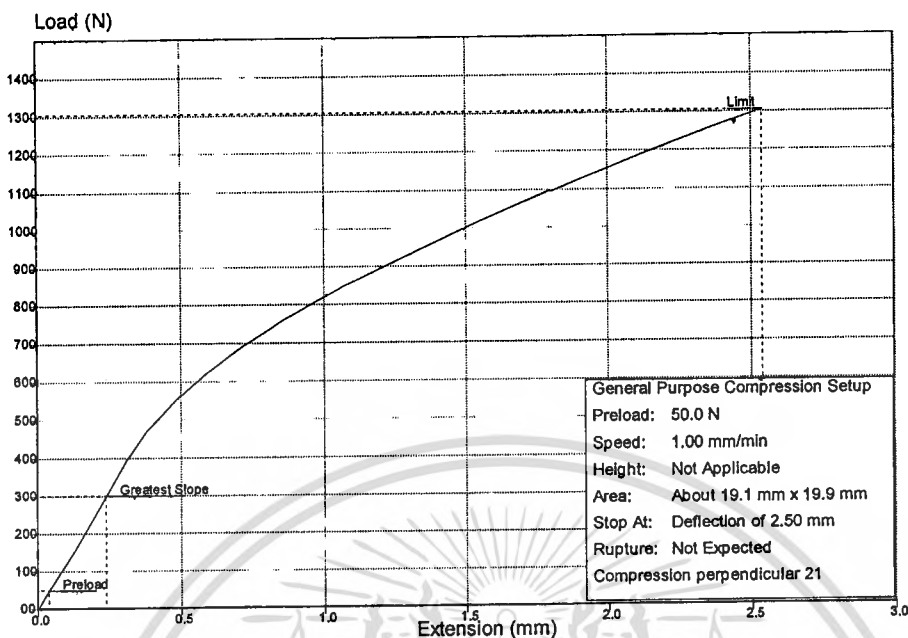
ตาราง 2.3 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเส้น

Sample Information	Width (mm)	Breadth (mm)	Speed (mm/min)	Stress at Yield Load (MPa)
Compression perpendicular 14	19.88	19.85	1	3.01
Compression perpendicular 21	19.14	19.85	1	1.16
Compression perpendicular 22	20.15	19.85	1	1.65
Compression perpendicular 23	20.14	19.85	1	1.68
Compression perpendicular 31	20.41	19.85	1	1.31
Compression perpendicular 32	19.6	19.85	1	1.18
Compression perpendicular 41	19.45	19.85	1	0.93
Compression perpendicular 42	19.17	19.85	1	0.89

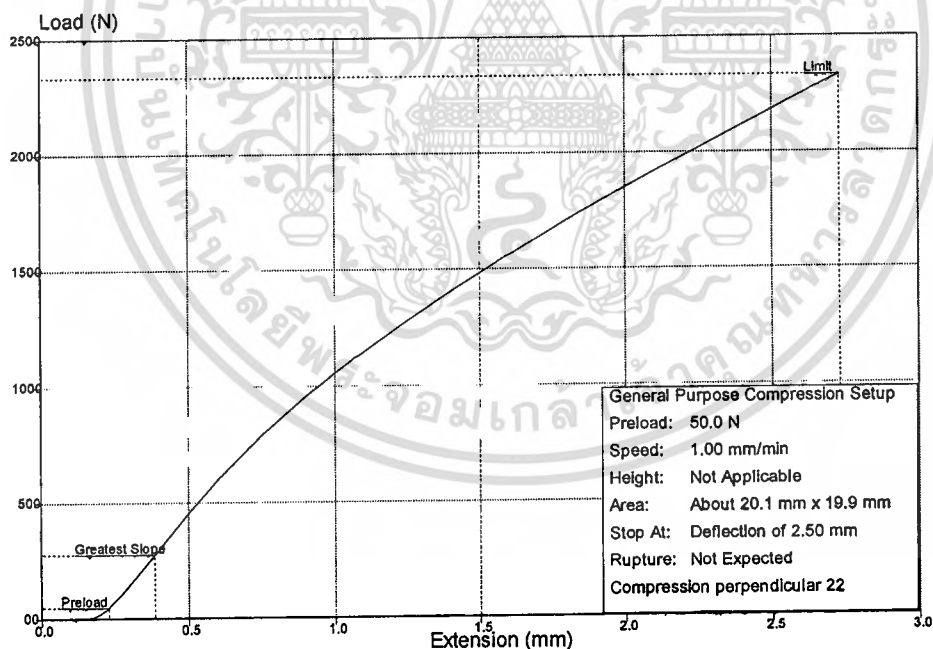


รูปที่ 2.20 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

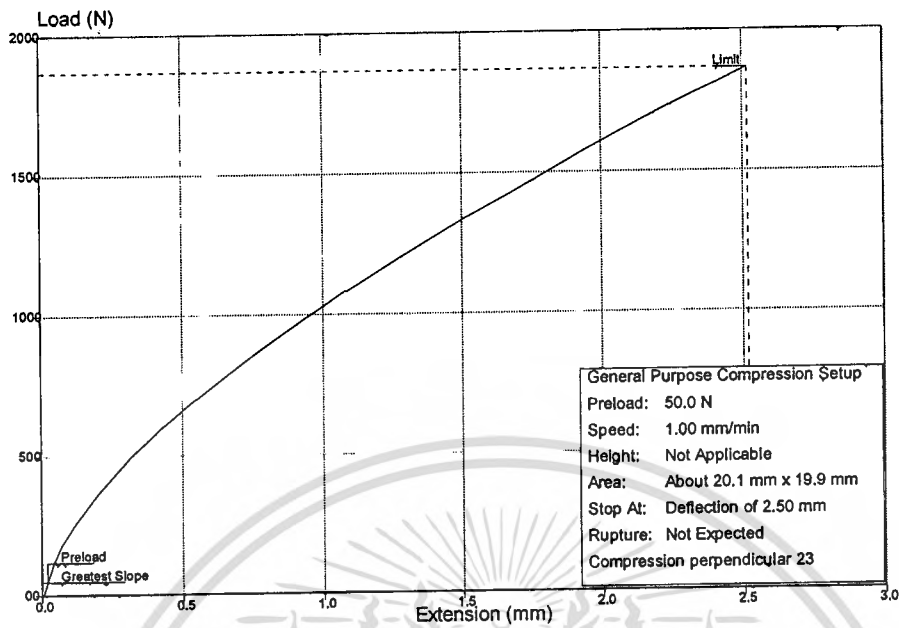


รูปที่ 2.21 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิตั้งที่ 50 องศาเซลเซียส

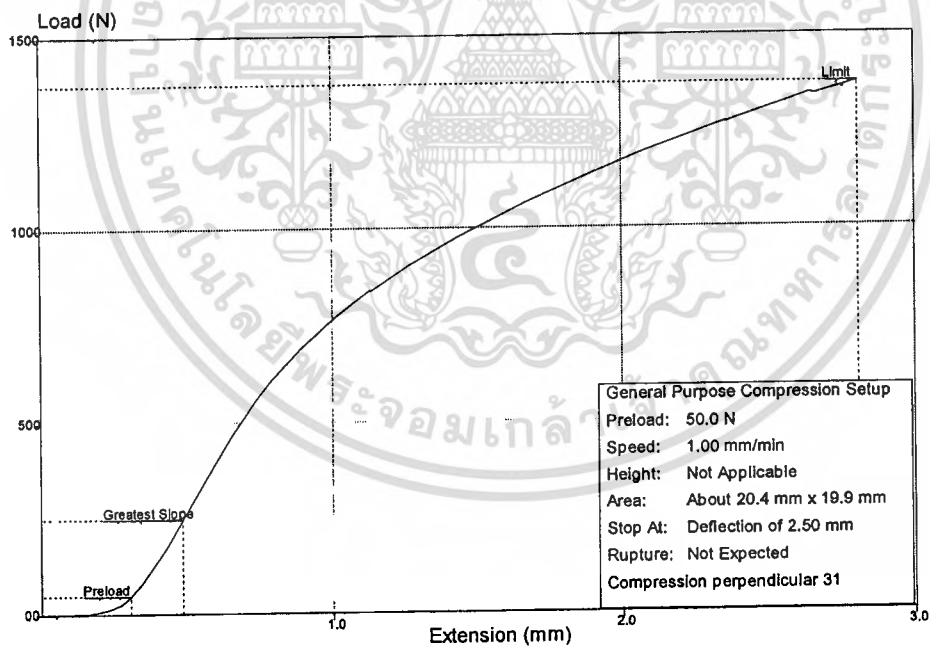


รูปที่ 2.21 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิตั้งที่ 70 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

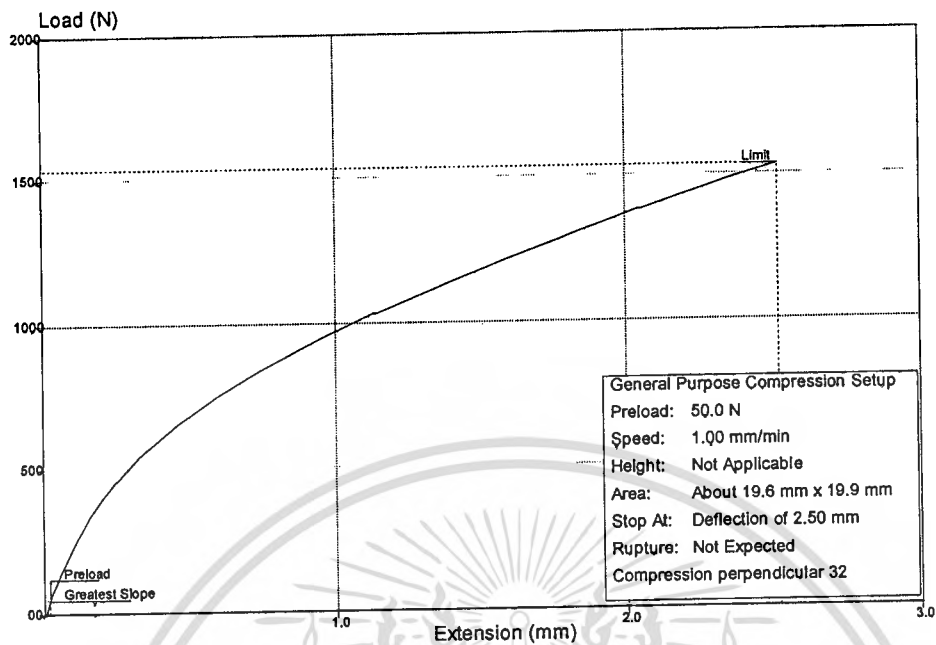


รูปที่ 2.23 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

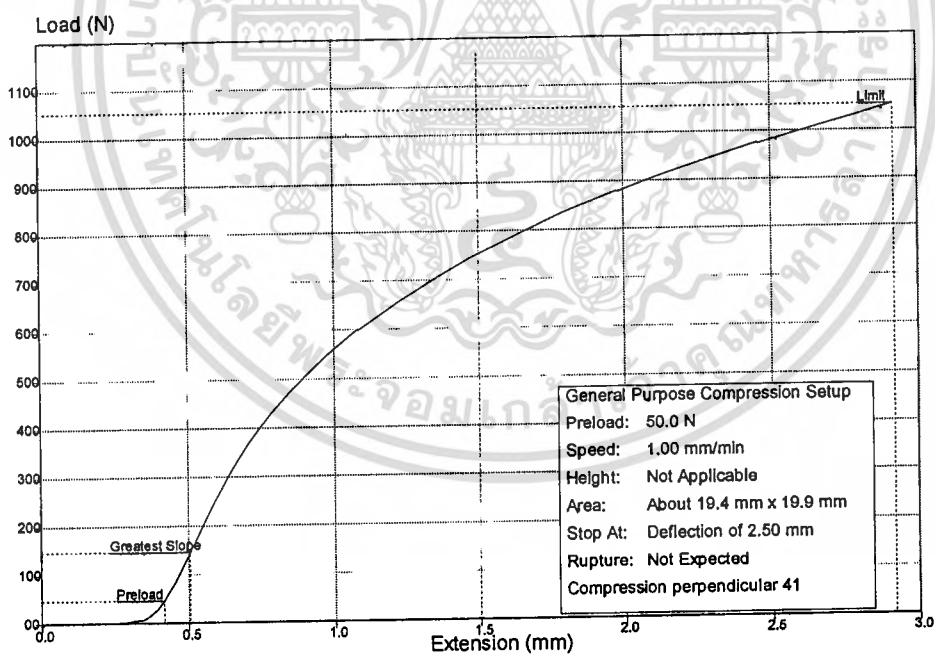


รูปที่ 2.24 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 เมตร ต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

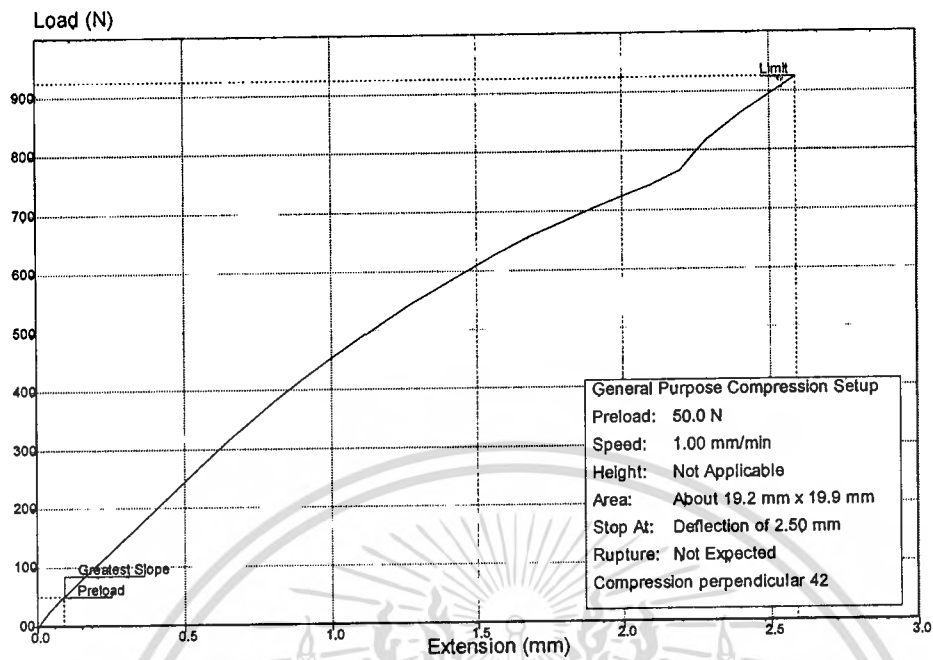


รูปที่ 2.25 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

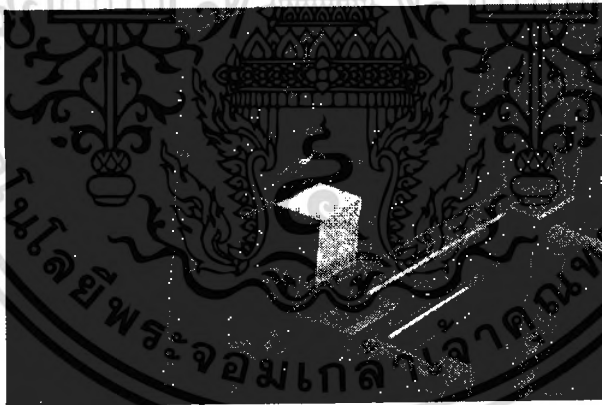


รูปที่ 2.26 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเส้น ไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์ ร่วมกับหลอด ฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 ความต้านทานแรงอัดแนวตั้งฉากเส้นใย ไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์ ร่วมกับลมร้อนความเร็ว 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

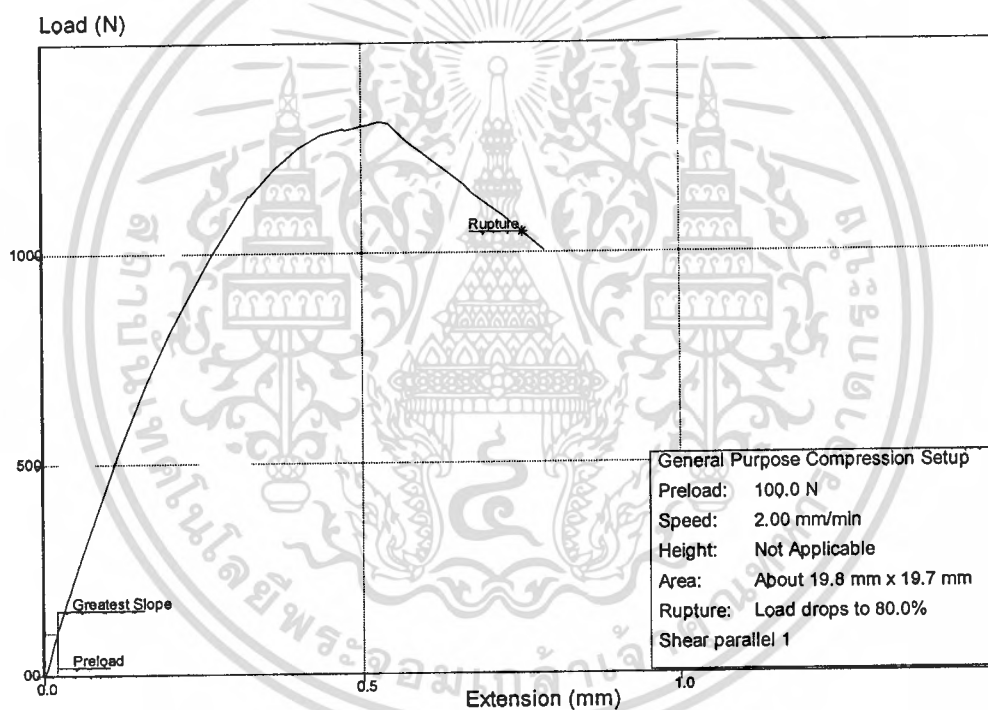


รูปที่ 2.28 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเส้นใย (Shear strength parallel to grain)
 ที่มา <http://wood.wu.ac.th/>

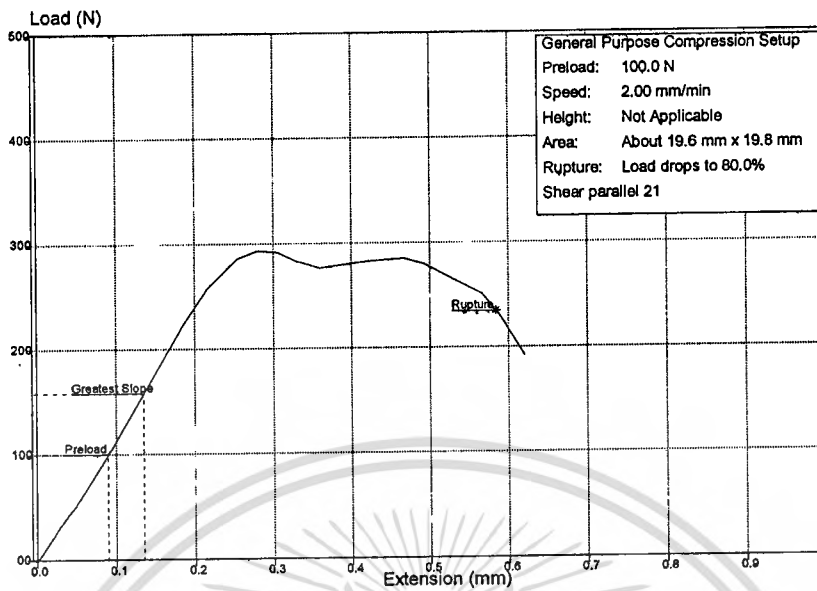
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.4 ผลการทดสอบความต้านทานแรงเฉือนขนานเสี้ยน

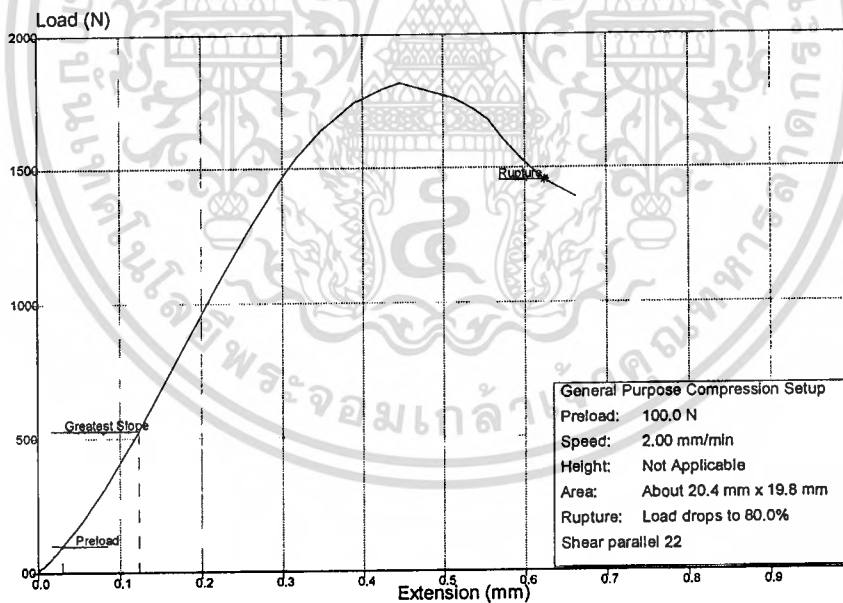
Sample Information	Width (mm)	Breadth (mm)	Area (mm)	Speed (mm/min)	Maximum Load (N)	Deflection at Maximum Load (mm)	Stress at Maximum Load (MPa)
Shear parallel 14	19.75	19.7	389.075	2	1310.974162	0.507290859	3.369463888
Shear parallel 21	19.64	19.79	388.6756	2	292.8977836	0.189837684	0.753579035
Shear parallel 22	20.44	19.77	404.0988	2	1820.301375	0.416250174	4.504594853
Shear parallel 23	19.83	19.45	385.6935	2	249.3617859	0.105606809	0.64652836
Shear parallel 31	19.74	19.41	383.1534	2	526.5361265	0.250049187	1.37421755
Shear parallel 32	19.61	19.8	388.278	2	308.5334084	0.754436813	0.794619856
Shear parallel 41	19.67	18.31	360.1577	2	608.2885442	1.243075576	1.688950547
Shear parallel 42	19.49	20.09	391.5541	2	481.2389843	0.444768917	1.229048513



รูปที่ 2.29 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเสี้ยนไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์

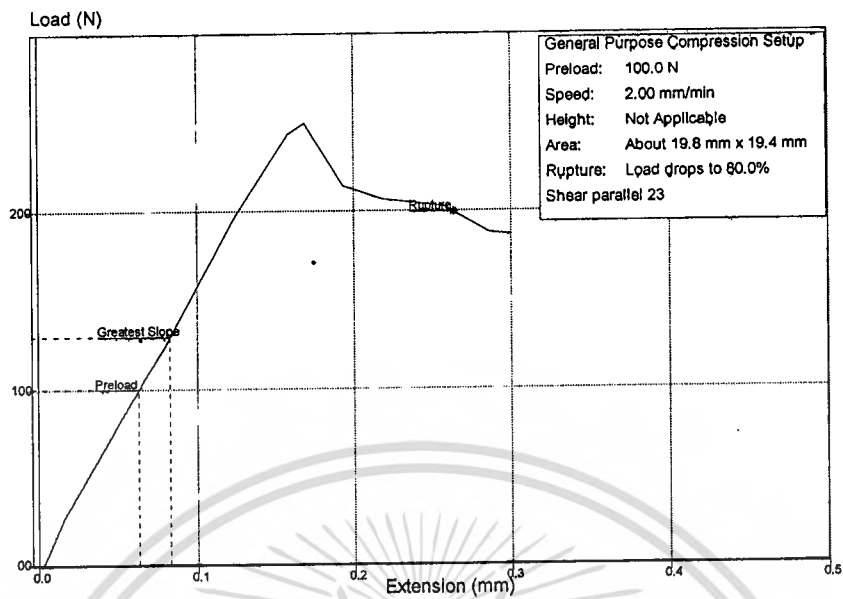


รูปที่ 2.30 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเส้นไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิจึง 50 องศาเซลเซียส

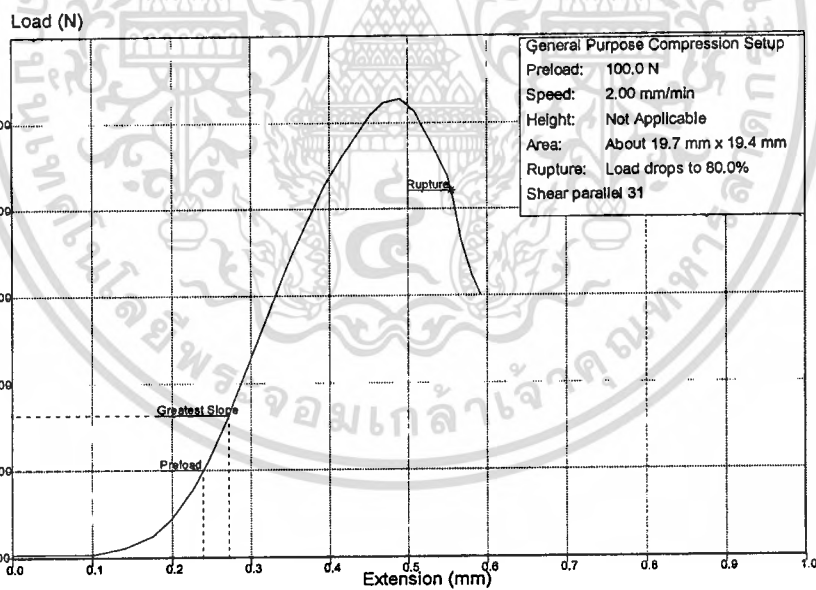


รูปที่ 2.31 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเส้นไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิจึง 70 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

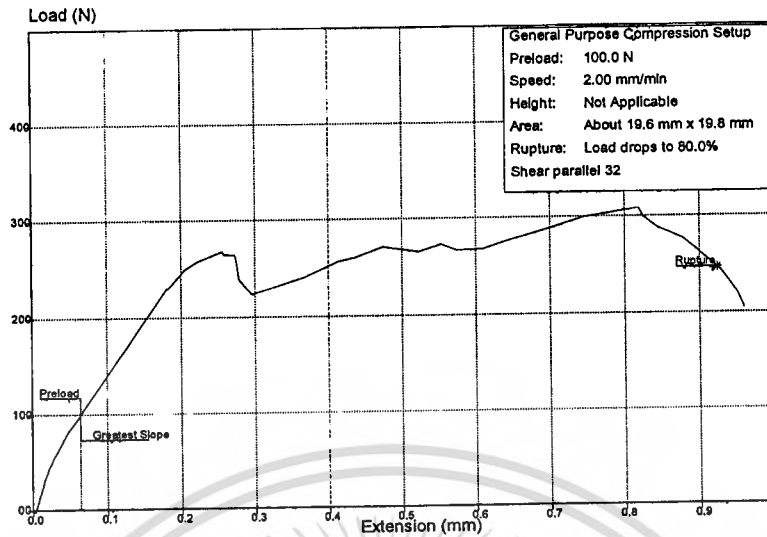


รูปที่ 2.32 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเส้นไม้ปาล์มที่อบด้วยหลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

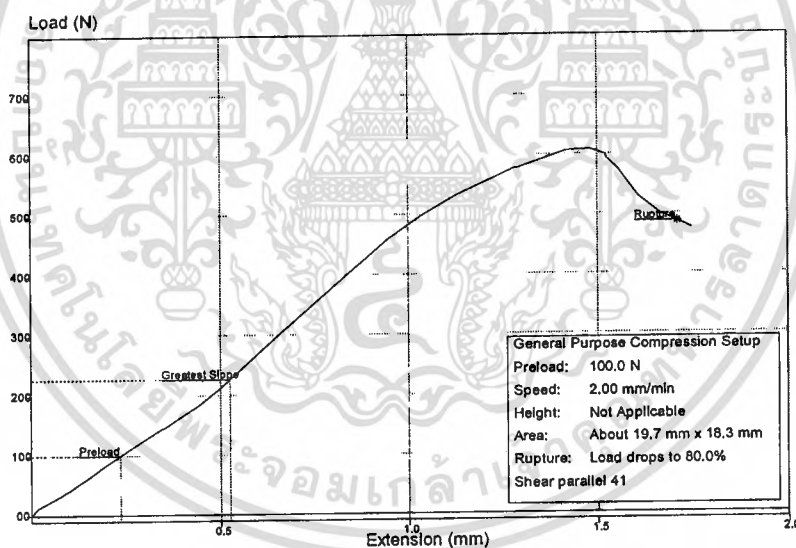


รูปที่ 2.33 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเส้นไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

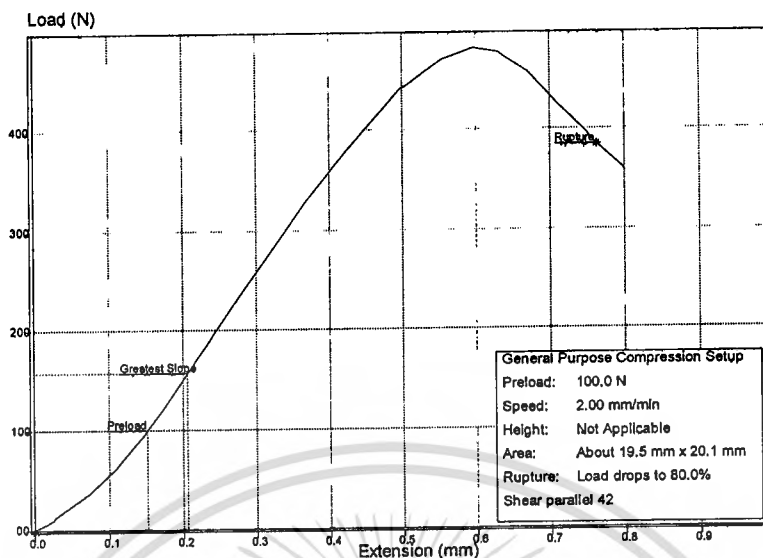


รูปที่ 2.34 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเส้นไม้ปาล์มที่อบด้วยลมร้อน ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2.35 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเส้นไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์ ร่วมกับ หลอดฮาโลเจน 2,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

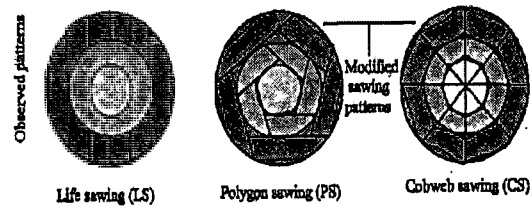


รูปที่ 2.36 ความต้านทานแรงเฉือนขนานเส้นไม้ปาล์มที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1,600 วัตต์ ร่วมกับ
ลมร้อนความเร็ว 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

2.2 งานวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

จตุณ เจริญเนตรกุล และ อัมพร หมดแสละ[1] ศึกษา “การนำไม้ปาล์มน้ำมันมาใช้งานวิศวกรรม” โดยการศึกษาการนำไม้ปาล์มน้ำมันมาใช้งานวิศวกรรมเพื่อเป็นการนำไม้ปาล์มน้ำมันมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้ แล้วนำผลการทดสอบมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการนำไม้ปาล์มน้ำมันมาทดลองออกแบบสร้างเป็นชิ้นงานที่ได้จากไม้ปาล์มน้ำมัน จากการศึกษาพบว่าไม้ปาล์มน้ำมันไม่เหมาะที่จะนำมาเป็นโครงสร้างหลักของอาคารแต่มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาเป็นส่วนประกอบของอาคารที่ไม่ใช่โครงสร้างหลักเช่น พื้นไม้ ราวกันตก และจากการทดลองออกแบบแล้วสร้างชิ้นงานเป็นโคมไฟประดับบ้านเรือน และแจกัน พบว่าสามารถสร้างเป็นชิ้นงานที่มีความสวยงาม ด้วยเหตุผลคือคุณสมบัติของไม้ปาล์มที่มีปริมาณเพียงพอมีลวดลายของเนื้อไม้สวยงาม มีความแข็งแรง สามารถขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรเครื่องมือได้

E.Bakar et al.[2] ศึกษา “Polygon Sawing : An Optimum Sawing Pattern Oil Palm Stems” โดยรูปแบบการเลื่อยต้นปาล์มมีอยู่ 3 รูปแบบคือ เลื่อยชีวิต (Life sawing) เลื่อยหลายเหลี่ยม (Polygon sawing) และเลื่อยใยแมงมุม (cobweb sawing) โดยรูปแบบการเลื่อยที่เหมาะสมสำหรับการเลื่อยต้นปาล์มน้ำมันคือ รูปแบบการเลื่อยแบบใยแมงมุม (Cobweb sawing) เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นไม้เนื้ออ่อน การเลื่อยโดยรูปแบบใยแมงมุมจะทำให้สามารถใช้ประโยชน์สูงสุดจากเนื้อไม้ที่อยู่บริเวณโดยรอบแกนกลางของลำต้น



รูปที่ 2.37 รูปแบบการเลื่อยไม้เนื้ออ่อน

ไพฑูรย์ จุลนวลและคณะ[3] ศึกษา “เครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียง” การทดลองอบไม้ปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียง เพื่อเป็นการนำไม้ปาล์มน้ำมันซึ่งโดยส่วนใหญ่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยออกแบบห้องอบให้มีขนาด $50 \times 100 \times 100$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำด้วยสแตนเลสชนิด 316 ใช้ไมโครเวฟ 4 ตัวในการอบ โดยการทดลองนี้จะทำการตัดไม้ปาล์มแล้วเลือกทดลองไม้จากโคนต้นสูงขึ้นไป 3 เมตร อายุ 20 ปีขึ้นไป โดยจะตัดไม้ก่อนเข้าอบให้มีขนาด $1 \times 2 \times 10$ ลูกบาศก์นิ้ว แล้วนำไปอบด้วย Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 105°C เพื่อหาความชื้นเริ่มต้นและอบด้วยเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียง โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 แบบ คือ ทดลองอบ 20 นาที สลับกับการนำไม้วางพักไว้ 20 นาที และทดลองอบ 20 นาที สลับกับการนำไปตากพัดลม 20 นาที โดยไม้ที่ผ่านการอบต้องมีความชื้นอยู่ระหว่าง 12 - 20 % ตามมาตรฐานในการอบไม้ จากการทดลองพบว่าที่ระดับพลังงาน 1200 W, 1600 W และ 2000 W แบบอบ 20 นาที สลับกับการนำไม้วางพักไว้ 20 นาที ใช้เวลาในการอบ 250, 180 และ 140 นาที ตามลำดับ และแบบอบ 20 นาที สลับกับการนำไปตากพัดลม 20 นาที ใช้เวลาในการอบ 220, 170 และ 130 นาที ตามลำดับ โดยที่ระดับพลังงาน 2000W ทำให้ไม้เสียรูป เกิดการบิดตัว และยุบตัวมาก ที่ระดับพลังงาน 1600 W และ 1200 W ได้ลักษณะไม้ที่เหมือนกันคือมีการบิดตัว และยุบตัวน้อย จากการทดลองสรุปได้ว่าการอบที่พลังงาน 1600 W แบบอบ 20 นาที สลับกับการนำไปตากพัดลม 20 นาที ได้ลักษณะไม้ที่ไม่เสียรูป มีการบิดตัวน้อย การยุบตัวน้อย สามารถนำไปใช้งานได้จริง และเวลาที่ใช้ในการอบน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับระดับพลังงานอื่นๆที่ได้ลักษณะไม้เหมือนกัน

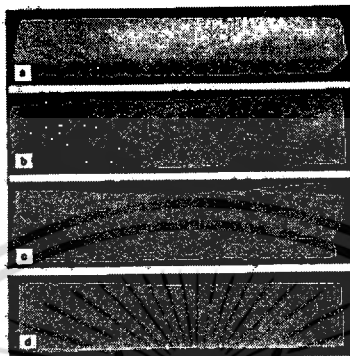


รูปที่ 2.38 เครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียง

H.P.S. Abdul Khalilet al.[4] ศึกษา “Optimization of bioresource material from oil palm trunk core drying using microwave radiation; a response surface methodology application” ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพจากการอบไม้ปาล์มน้ำมันโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ โดยมีเงื่อนไขในการอบแห้งโดยใช้คลื่นไมโครเวฟเพื่อหลีกเลี่ยงการเผาไหม้ และการหดตัว มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการอบไม้ปาล์มน้ำมัน ชุดของการทดลองได้รับการออกแบบโดยใช้วิธีการศึกษาพื้นผิวตอบสนองเพื่อประเมินผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสถิติ มีสามตัวแปรในกระบวนการรวมคือ เวลา (2-10min), ตัวอย่างน้ำหนัก (300-1000g) และ พลังงาน (660-3300W) ศึกษาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดและได้รับการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการ ออกแบบซอฟต์แวร์ ผลการศึกษาพบประสิทธิภาพของการอบแห้งโดยคลื่นไมโครเวฟในการลดเวลาและการกำจัด ความชื้นที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับการอบด้วยเตาอบแห้งที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ



รูปที่ 2.39 ไม้ปาล์มน้ำมัน a. ไม้สดก่อนอบ b. ไม้ใหม่หลังการอบ c. ไม้บดและหตด้วหลังการอบ d. ไม้แห้ง สภาพดีหลังการอบ

กรจินันท์และคณะ[5] การพัฒนาเครื่องอบไม้ปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่น ไมโครเวฟร่วมกับหลอดฮาโลเจนและลมร้อน เพื่อเป็นการนำไม้ปาล์มน้ำมันซึ่งโดยส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้ ประโยชน์จึงทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยออกแบบห้องอบมีขนาด 50X100X100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำ ด้วยสแตนเลสชนิด 316 ใช้คลื่นไมโครเวฟจากไมโครเวฟ 4 ตัว ความร้อนจากหลอดฮาโลเจน 4 หลอดและ ความร้อนจาก Heater 1 ชุด โดยการทดลองนี้จะทำการตัดไม้ปาล์มแล้วเลือกทดลองไม้จากโคนต้นสูง 3 เมตร อายุ 20 ปี ขึ้นไป โดยจะแช่น้ำก่อนอบ และตัดไม้ให้มีขนาด 1.5X2X10 ลูกบาศก์นิ้ว แล้วนำไปอบ ด้วย Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 105 °C เพื่อหาความชื้นเริ่มต้นและอบด้วยเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่น ไมโครเวฟร่วมกับหลอดฮาโลเจน และลมร้อน โดยแบ่งการทดลองเป็น 5 แบบคือทดลองอบด้วยคลื่น ไมโครเวฟที่ 1600 วัตต์ อบด้วยหลอดฮาโลเจนที่ความร้อน 50,70,90 องศาเซลเซียส อบด้วยลมร้อนที่ ความเร็วลม 2.1 เมตรต่อวินาที ความร้อน 65 และ 95 องศาเซลเซียส การอบด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ 1600 วัตต์ ร่วมกับหลอดฮาโลเจนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 9 ชั่วโมง ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น สูงสุด แต่ไม้ปาล์มเกิดการบิดตัวและหดตัว และการอบด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ 1600 วัตต์ ร่วมกับลมร้อน ความเร็ว 2.1 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 13 ชั่วโมง จากการทดลอง สรุปผลได้ว่า การอบด้วยคลื่นไมโครเวฟ 1600 วัตต์ ร่วมกับหลอดฮาโลเจน 2000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 90 องศา เซลเซียส ในการอบน้อย เกิดการบิดตัวน้อยมาก มีค่าความต้านทานแรงดัดมอดูลัสยืดหยุ่นสูงสุด และใช้ หน่วยไฟฟ้าน้อยที่สุด คือ 16.8 หน่วย และสามารถนำไปใช้งานประเทศกแต่กภายในหรืองานเพอร์นิเจอร์ที่ ต้องการ

วุฒิกกร[6] การศึกษาเครื่องอบไม้แผ่นบางแบบกระบวนการต่อเนื่องมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึง ผลกระทบรวมทั้งความสัมพันธ์ของตัว แปรต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการลดลงของความชื้นในไม้แผ่นบาง ที่ทำ การอบด้วยเครื่อง อบไม้แผ่นบางแบบกระบวนการต่อเนื่อง พร้อมทั้งศึกษาถึงข้อได้เปรียบของเครื่องอบ ไม้ แบบกระบวนการต่อเนื่องนี้เมื่อเปรียบเทียบกับห้องอบไม้แบบดั้งเดิมที่ใช้อยู่ทั่วไป โดยการวิจัยจะมุ่งเน้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการอบไม้แผ่นบางเพื่อประโยชน์ในการทำเฟอร์นิเจอร์ เครื่องอบไม้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กและเหล็กรูปพรรณมีขนาดหน้าตัดกว้าง 60 ซม. สูง 50 ซม. ยาว 163 ซม. ใช้ระบบลำเลียงแบบสายพานโลหะขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ความร้อนที่ให้กับเครื่องอบได้จากการเผาไหม้ของ ก๊าซหุงต้ม ถ่ายเทให้กับอากาศซึ่งไหลเวียนผ่านเครื่องอบไม้แผ่นบางที่ใช้ในการทดลองเป็นไม้ยางพาราสด ความหนา 1.5 และ 20 มม. มีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 85.034 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานแห้ง) และต้องทำการอบไม้ให้ได้ความชื้นประมาณ 8-10 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิของอากาศร้อนที่ใช้เท่ากับ 100 90 80 70 และ 60 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความเร็วของลมร้อนผ่านเครื่องอบเท่ากับ 1.5 2.0 และ 2.5 เมตร/วินาที ระยะเวลาของการอบไม้ในแต่ละ 1 รอบการอบเท่ากับ 1.0 1.5 และ 2.0 นาทีตามลำดับ ผลการทดลอง พบว่า ตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการลดลงของความชื้นในไม้คือความหนาของไม้ที่นำมาอบ อุณหภูมิของ อากาศร้อนในห้องอบ ความเร็วของอากาศร้อนที่ไหลผ่านผิวหน้าของไม้และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ร้อน รวมทั้งยังพบว่า ข้อ ดีของการใช้เครื่องอบไม้แบบต่อเนื่องเมื่อเปรียบเทียบกับห้องอบไม้แบบดั้งเดิมคือ ได้คุณภาพของไม้หลังการอบที่ดีกว่าคือไม่มีลักษณะเป็นคลื่น และไม่เกิดรอยแตกที่ปลายไม้ ระยะเวลาที่ใช้ ในการอบจนกระทั่งได้ความชื้นที่ต้องการสั้นกว่า ใช้แรงงานคนในการทำงานน้อยกว่า และยังต้องการพื้นที่ ในการทำงานน้อยกว่าด้วย

รศ.ดร.สินชัย และคณะ[7] การศึกษาเครื่องระเบิดเยื่อไม้ปาล์มใช้ในอุตสาหกรรมผลิตไม้อัด เครื่องระเบิดเยื่อไม้ปาล์มนี้มีกำลังผลิต 300-500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมผลิตแผ่นเยื่อ ใยไม้อัด ตลอดจนวิเคราะห์และศึกษากลไกการหลังลิกนินออกจากเซลล์เยื่อไม้ เพื่อนำไปสู่การพัฒนา ออกแบบเครื่องระเบิดเยื่อที่เหมาะสมกับเยื่อไม้ประเภทอื่น ๆ การระเบิดเยื่อปาล์มเป็นกระบวนการแตกตัวของเยื่อไม้ที่อยู่ในสถานะปิดภายใต้ไอน้ำแรงดันสูงในช่วงเวลาตั้งแต่ 2-10 นาที จากนั้นเยื่อไม้จะถูกปล่อยสู่ สภาวะบรรยากาศในเวลาอันรวดเร็ว ทำให้องค์ประกอบหลักของเยื่อไม้ ทั้งเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และ ลิกนินเกิดการแยกตัวออกจากกัน เยื่อไม้ในสภาวะปกติจะมีลิกนินทำหน้าที่เสมือนกาวในการยึดเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสไว้ ดังนั้นกระบวนการระเบิดเยื่อไม้จึงทำให้ได้ลิกนินซึ่งเป็นกาวแบบธรรมชาติที่พร้อมจะ ทำการประสานเยื่อไม้เข้าด้วยกันใหม่ กระบวนการดังกล่าวมิได้ใช้สารเคมีใด ๆ จึงนับเป็นเทคโนโลยีสะอาด ที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ซึ่งนอกจากจะช่วยลดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการใช้กาวแล้ว ยังเป็นการลด ต้นทุนการนำเข้กาวได้อีกด้วย



รูปที่ 2.40 เครื่องระเบิดเยื่อไม้ปาล์มใช้ในอุตสาหกรรมผลิตไม้อัด

บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 สมบัติทางกลของไม้ (Mechanical Properties)

กลสมบัติของไม้เป็นคุณสมบัติของไม้ในการต้านแรงภายนอกที่มากกระทำ ดังนั้นบางครั้งจึงเรียกว่า Strength Properties กลสมบัติที่สำคัญของไม้มีดังนี้ คือ คุณสมบัติในการรับแรงดัด แรงอัด แรงดึง แรงเฉือน แรงกระแทก แรงฉีก และ ความแข็ง มาตรฐาน S.B. 373 : 1957 กำหนดให้ทดสอบสมบัติของไม้ดังนี้ การดัด การกระแทก การอัดขนานเสี้ยน การอัดตั้งฉากเสี้ยน การฉีก การดึงขนานเสี้ยน การดึงตั้งฉากเสี้ยน และ ความแข็ง

3.1.1 กำลังดัด (Static Bending)

การวัดกำลังต้านทานต่อการดัด ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญเพราะโครงสร้างโดยทั่วไปแล้วมักจะรับแรงดัดเสมอ อาทิเช่น พื้น คาน แม้กระทั่งเสาบางครั้งก็ทำหน้าที่รับแรงดัดคู่ไปด้วย คุณสมบัติที่ได้จากการทดสอบนี้มี หน่วยแรงดัดที่จุด P.L. โมดูลัสของการยืดหยุ่น

3.1.2 กำลังอัดขนานเสี้ยน (Compression Parallel to Grain)

การวัดกำลังต้านทานต่อแรงอัดในแนวขนานกับเสี้ยนไม้ ซึ่งกำลังของไม้แบบนี้เป็นความต้านทานของเสี้ยนไม้ในทางคล้ายกับเสากลางขนาดเล็กๆ ของเสี้ยนไม้ โดยมีเสี้ยนไม้ข้างเคียงยันซึ่งกันและกันทำให้กำลังของแรงอัดในแนวขนานเสี้ยนสูงกว่าในแนวตั้งฉากเสี้ยน ตัวอย่างชิ้นส่วนของโครงสร้างที่รับแรงลักษณะนี้คือเสาดังนั้นการที่จะนำไม้ไปใช้ทำเป็นเสาก็ต้องเลือกไม้ที่ให้แรงอัดในแนวขนานกับเสี้ยนไม้สูง ซึ่งค่าอัดแรงนี้มีหน่วยเป็นแรงต่อพื้นที่ และค่าที่ได้จากการทดสอบนี้มี หน่วยแรงอัดขนานเสี้ยนที่จุด P.L. หน่วยแรงอัดประลี่ยขนานเสี้ยน และ โมดูลัสของความยืดหยุ่น

3.1.3 กำลังอัดตั้งฉากเสี้ยน (Compression Perpendicular to Grain)

กลสมบัติของไม้ที่ใช้ในการออกแบบสำหรับโครงสร้างที่มีแรงกระทำเป็นจุด เช่น บนคานที่มีเสาหรือปลายตงวางอยู่ ไม้หมอนรางรถไฟ กำลังอัดตั้งฉากเสี้ยนนี้ยอมให้ใช้ได้ภายในขอบเขตของหน่วยแรงที่ยืดหยุ่น เพราะเลยจุดนี้ไปแล้วผนังของเสี้ยนจะยุบตัวมาก โดยที่แรงอัดไม้เพิ่มขึ้นจนกระทั่งการหดตัวของไม้มากจนความหนาเหลือ 1 ใน 3 ของความหนาเดิม เมื่อเสี้ยนไม้ยุบตัวจนเต็มโพรงไม้หมด แรงอัดก็จะเพิ่มขึ้นไม่มีที่สิ้นสุดและไม่อาจที่จะหาค่าของกำลังอัดสูงสุดตั้งฉากเสี้ยนได้ แต่อย่างไรก็ตามกำลังของแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนที่มีค่าสูงๆ ในช่วงหลังนี้ไม่อาจนำมาใช้ประโยชน์ได้เนื่องจาก เพราะการหดตัวทางข้างของเสี้ยนไม้มากจนอาจเกิดการเสียหายกับโครงสร้างที่เกี่ยวข้องได้

3.1.4 กำลังดึงขนานเสี้ยน (Tension Parallel to Grain)

กลสมบัติที่มีค่าสูงสุดของไม้ แต่อย่างไรก็ตามในการออกแบบนั้นใช้ค่าเดียวกับหน่วยแรงดัดที่ยอมให้เพราะในการก่อสร้างจริงแล้วจะใช้ไม้สำหรับก่อสร้างที่รับแรงดัดและแรงดึงขนานเสี้ยนที่มีมาตรฐานเดียวกันเสมอ

3.1.5 กำลังเฉือนขนานเสี้ยน (Shear Parallel to Grain)

การวัดกำลังต้านทานต่อแรงที่ทำให้เกิดการ Slide หรือ Slip ออกจากกันของไม้ในแนวขนานกับเสี้ยน ซึ่งจัดว่าเป็นคุณสมบัติตัวหนึ่งเช่นกัน ครั้งนี้เนื่องจากว่ากำลังต้านทานนี้มีค่าค่อนข้างต่ำ ดังนั้นชิ้นส่วนของโครงสร้างอาจจะพังด้วยแรงเฉือนนี้ก่อนที่จะเกิดการพังอย่างอื่น

3.1.6 ความแข็ง (Hardness)

การวัดความต้านทานต่อการกดให้เป็นรอยของไม้ การวัดนี้จะใช้ลูกบอลเหล็กหัวกลมมาตรฐานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.444 นิ้ว กดให้จมลงไปในเนื้อไม้ครึ่งหนึ่งของเส้นผ่าศูนย์กลางค่าแรงกดนี้จะใช้เป็นตัววัดความแข็งของไม้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบความแข็งแรงของไม้ ไม้ที่มีความแข็งแรงมากย่อมมีความต้านต่อการกดเป็นรอยสูง ซึ่งจะให้เป็นแนวทางในการเลือกไม้ไปใช้อย่างเหมาะสม อาทิเช่น ไม้ปาร์เก้ปูพื้นเราไม่ต้องการให้เกิดรอยขีดข่วนได้ง่ายก็ควรที่จะเลือกใช้ไม้ที่มีความแข็งแรงมาก ส่วนไม้ที่ใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ควรเลือกไม้ที่มีความแข็งแรงน้อย เพราะจะเป็นการง่ายต่อการไสและตกแต่งผิว

3.1.7 การฉีก (Cleavage)

การวัดความต้านทานต่อการฉีกของไม้ในแนวนานกับเส้นไม้ วัดเป็นขนาดแรงต่อหน่วยความกว้างของชิ้นไม้ทดสอบมาตรฐาน ใช้เป็นสิ่งเปรียบเทียบความต้านทานการต่อการแตกของไม้ชนิดต่างๆ เมื่อตอกตะปู เป็นต้น

3.1.8 การกระทบ (Impact)

การวัดความต้านทานต่อแรงกระทำทันทีทันใด ไม้บางชนิดอาจจะรับรับแรงดัดได้ดี แต่ต้านทานต่อแรงกระทบได้น้อย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบไว้เพื่อใช้ในการออกแบบชิ้นส่วนที่ต้องการรับแรงกระทบ ความต้านทานต่อแรงกระทบวัดเป็นหน่วยของพลังงานที่ใช้มาตรฐานแตกหัก

3.1.9 ความชื้นในวัสดุ

ความชื้น คือปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุ ปริมาณความชื้นในวัสดุ สามารถแสดงได้ 2 แบบคือ

3.1.9.1 ความชื้นมาตรฐานเปียก M_{wb} โดยทั่วไปปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุอบแห้งจะนิยมในรูปของอัตราส่วนของน้ำต่อมวลทั้งหมดนั่นคือใช้มวลของวัสดุขึ้นเป็นมาตรฐานของการคำนวณหาค่าความชื้นซึ่งเป็นการหาความชื้นมาตรฐานเปียก

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียก} = \frac{\text{น้ำหนักวัสดุก่อนอบ} - \text{น้ำหนักวัสดุหลังอบ}}{\text{น้ำหนักวัสดุก่อนอบ}} \times 100$$

3.1.9.2 ความชื้นมาตรฐานแห้ง M_{db}

ความชื้นมาตรฐานแห้งคือมวลของความชื้นในวัสดุต่อหน่วยมวลของเนื้อวัสดุแห้งในกระบวนการอบแห้งมวลของวัสดุขึ้นจะเปลี่ยนค่าอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงเป็นการสะดวกกว่าที่จะใช้มวลของวัสดุแห้งเป็นมาตรฐานในการคำนวณหาความชื้นมาตรฐานแห้ง ความชื้นในมาตรฐานเปียกจะมีค่าไม่เกินร้อยละเปอร์เซ็นต์เสมอนิยมใช้กันทั่วไปทางการเกษตรและวงการค้าแต่ความชื้นแบบมาตรฐานแห้งอาจจะมีค่าเกินร้อยละเปอร์เซ็นต์ได้นิยมใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งในทางทฤษฎี

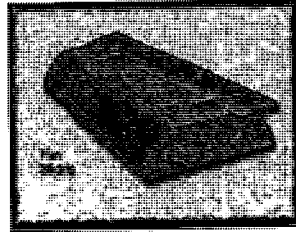
$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักวัสดุก่อนอบ} - \text{น้ำหนักวัสดุหลังอบ}}{\text{น้ำหนักวัสดุหลังอบ}} \times 100$$

3.2 ประเภทเครื่องทำไม้บางและหลักการทำงานของเครื่อง

เครื่องปอกไม้สำหรับทำไม้บางนี้จะถูกแบ่งออกตามลักษณะการทำงาน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

3.2.1 เครื่องทำไม้บางแบนหัน

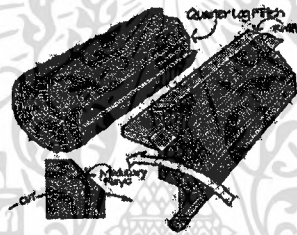
เครื่องทำไม้บางแบบหันนี้จะมีลักษณะการทำงานดังใน รูปที่ 2. คือมีการจับยึดชิ้นงานหรือตัวไม้ให้อยู่กับที่ และ ส่วนของใบมีดจะถูกติดตั้งขนานกันกับความยาวของตัวไม้ จากนั้นใบมีดจะมีการเคลื่อนที่เข้าหาตัวไม้เพื่อหันผิวของเนื้อไม้ออกมาเป็นแผ่นบางๆ แต่เครื่องทำไม้บางแบบหันนี้ก็มีข้อเสียตรงที่ แผ่นไม้บางที่ถูกหันออกมานั้นจะมีไม่กว้าง และ แผ่นไม้บางที่ได้นั้นจะมีปริมาณที่น้อยกว่าเครื่องทำไม้บางแบบอื่น



รูปที่ 3.1 การทำงานของเครื่องทำไม้บางแบบหัน

3.2.2 เครื่องทำไม้บางแบบแรงเหวี่ยง

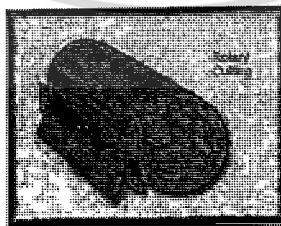
เครื่องทำไม้บางแบบแรงเหวี่ยงนี้มีหลักการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3. คือ ชิ้นงานหรือตัวไม้จะถูกจับยึดไว้กับเพลลาเมื่อเครื่องทำงานเพลลาจะเริ่มหมุนจึงทำให้หรือตัวไม้หมุนตามไปด้วย จากนั้นใบมีดซึ่งจะถูกติดตั้งขนานกับความยาวของชิ้นงาน ซึ่งมีการเคลื่อนที่เข้าหาตัวชิ้นงานเรื่อยๆ เมื่อใบมีดเคลื่อนที่เข้ามาถึงตัวชิ้นงานแรงเหวี่ยงที่เกิดจากการหมุนของชิ้นงานซึ่งมีทิศทางการหมุนสวนทางกับคมมีด เมื่อชิ้นงานและคมมีดปะทะกันทำให้ผิวหน้าของตัวไม้จะถูกฉีกออกเป็นแผ่นไม้บาง ซึ่งเครื่องทำไม้บางชนิดนี้จะสามารถผลิตไม้บางที่มีขนาดกว้างกว่าเครื่องทำไม้บางแบบหัน



รูปที่ 3.2 การทำงานของเครื่องทำไม้บางแบบแรงเหวี่ยง

3.2.3 ทำไม้บางแบบโรตารี

เครื่องทำไม้บางแบบโรตารีนี้มีหลักการทำงาน ดังที่แสดงให้เห็นใน รูปที่ 4. คือชิ้นงานจะถูกนำมาวางบนลูกกลิ้ง ซึ่งมีด้วยกันถึงสามตัว ลูกกลิ้งนี้จะทำหน้าที่ในการกดยึดตัวชิ้นงานและทำการหมุนชิ้นงาน คือเมื่อเครื่องทำงานลูกกลิ้งจะหมุนจึงทำให้ชิ้นงานหรือตัวไม้หมุนตามไปด้วย ซึ่งทิศทางการหมุนของชิ้นงานนั้นจะมีทิศทางสวนทางกับคมมีด เมื่อใบมีดเคลื่อนที่เข้ามาจนคมมีดกดเข้าไปในเนื้อไม้ แรงซึ่งเกิดจากการหมุนของชิ้นงานจะทำให้ผิวของชิ้นงานถูกฉีกออกมาเป็นแผ่นไม้บางซึ่งเครื่องทำไม้บางแบบโรตารีนี้จะปอกไม้ออกมาเป็นแผ่นที่มีความยาวกว่าเครื่องแบบอื่นๆ และเป็นการปอกที่ประหยัดเนื้อไม้มากที่สุด



รูปที่ 3.3 การทำงานของเครื่องทำไม้บางแบบโรตารี

3.3 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

3.3.1 ความเค้นอย่างง่าย

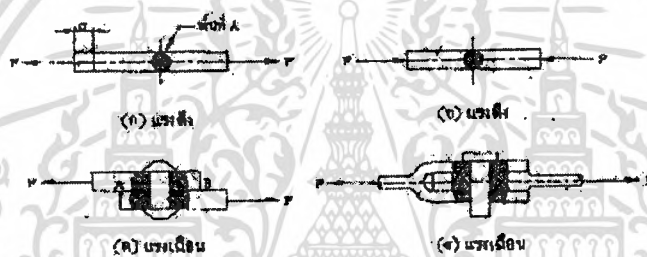
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยามของความเค้นคือ แรงหารด้วยพื้นที่หน้าตัดที่รับแรง ความเค้นอย่างง่าย (Simple stresses) มีอยู่ 3 ชนิดคือ ความเค้นดึง ความเค้นกด และความเค้นเฉือน พิจารณารูปที่ 3.4 ก และ ข ซึ่งเป็นโลหะกลมอยู่ภายใต้แรงดึง และแรงกด F ตามลำดับความเค้นดึงและความเค้นกดคือ

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \text{ และ } \sigma_c = \frac{F}{A} \quad (3.1)$$

ในกรณีที่แผ่นเหล็กยึดติดกันหมุดยัดรูป 3.4 ตัวหมุดยัดอาจจะขาดเนื่องจากแรงเฉือนกระทำที่หน้าตัดของหมุดยัดเท่ากับ A ความเค้นเฉือนในหน้าตัดของหมุดยัดคือ

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (3.2)$$



รูปที่ 3.4 แรงชนิดต่างๆ

ถ้าพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงานที่รับแรงเฉือนมีมากกว่าหนึ่งแห่ง เช่นในรูปที่ 3.4 ง ซึ่งมีสองแห่ง พื้นที่หน้าตัดรับแรงคือ $2A$ ในกรณีเช่นนี้เรียกว่า หมุดยัดรับแรงเฉือนคู่ (Double Shear) เพราะฉะนั้นความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นในหน้าตัดหมุดยัดนี้เท่ากับ

$$\tau = \frac{F}{2A} \quad (3.3)$$

พิจารณาหมุดยัดรูปที่ 3.4ค จะเกิดการอัดกันระหว่างด้านข้างขอบของตัวหมุดยัดกับแผ่นโลหะด้วยความเค้นที่ผิวโลหะที่สัมผัสกันนี้ไม่สม่ำเสมอ ในทางปฏิบัติจึงหาความเค้นกดนี้โดยใช้พื้นที่ภาพฉาย (Project Area) ของส่วนที่อัดกันอยู่ แทนการใช้พื้นที่จริงแทนหมุดยัด และมีชื่อเรียกว่าความเค้นอัด (Bearing Stress) ถ้าหมุดยัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง d ความเค้นอัดคือ

$$\sigma_c = \frac{F}{dt} \quad (3.4)$$

3.3.2 ความเครียด

ความเครียด (Strain) ϵ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างส่วนที่ยืดออกหรือส่วนที่หดตัวของชิ้นงานกับความยาวเดิม จากรูปที่ 3.2 ก ส่วนที่ยืดออกเนื่องจากแรงดึง F เท่ากับ σ เพราะฉะนั้นความเครียดนี้จะเท่ากับ

$$\epsilon = \frac{\delta}{L} \quad (3.5)$$

จากกฎของฮุก

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (3.6)$$

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} \quad (3.7)$$

แต่ $\sigma = F/A$ ฉะนั้นเมื่อแทนค่า ϵ จากสมการที่ 3.2 ลงในสมการที่ 3.4 จะได้ว่า

$$\delta = \frac{FL}{AE} \quad (3.8)$$

จากกลศาสตร์วัสดุยังทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างยังส์โมดูลัสและโมดูลัสสีกคือ

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (3.9)$$

โดยที่ ν เป็นอัตราส่วนพิวซอง (Poisson's Ratio)

3.3.3 การบิด

ชิ้นส่วนเครื่องจักรที่มีพื้นที่หน้าตัดกลมอยู่ภายใต้โมเมนต์บิด (Torque) จะบิดไปเป็นมุมเท่ากับ

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \quad (3.10)$$

โดยที่ T = โมเมนต์บิด

L = ความยาว

J = โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้วของพื้นที่

$J = \pi/(32)d^4$ สำหรับท่อกลมตัน

$J = \frac{\pi}{32}(d^4 - d_j^4)$ สำหรับท่อกลมกลวง

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก

d_j = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเค้นเฉือนที่เกิดจากการบิดจะมีค่าสูงสุดที่ผิวนอกของท่อนกลมนี้ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\tau = \frac{Tr}{J} \quad (3.11)$$

โดยที่ r = รัศมีนอกของท่อนกลม

ในการใช้สมการที่ 3.11 มักจำเป็นที่จะต้องหาค่าโมเมนต์บิดให้ได้เสียก่อน สำหรับเครื่องจักรกลที่ส่งกำลังมาตามเพลลา จะคำนวณค่าโมเมนต์ได้จาก

$$W_p = T\omega = 2\pi nT \quad (3.12)$$

โดยที่ W_p = กำลังงานเป็น วัตต์

T = โมเมนต์บิดเป็น Nm

ω = ความเร็วเชิงมุมเป็น rad/s

n = ความเร็วรอบ รอบต่อวินาที

สำหรับในระบบหน่วยอังกฤษซึ่งยังมีใช้กันอยู่จะบอกกำลังเป็นแรงม้า และคำนวณโมเมนต์บิดได้จาก

$$hp = \frac{Tn}{6300} \quad (3.13)$$

โดยที่ T = โมเมนต์บิดเป็น in-lb

n = ความเร็วรอบเป็น รอบต่อวินาที

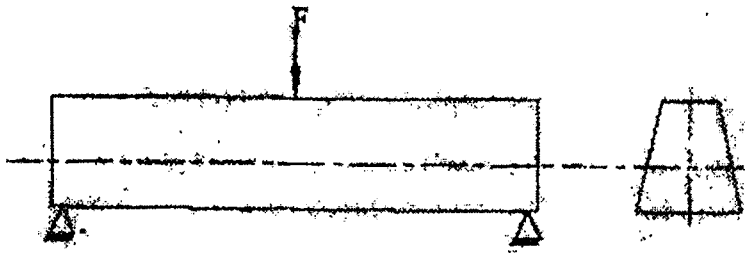
3.3.4 คาน

ชิ้นส่วนเครื่องจักรจำนวนมากรับแรงในแนวตั้งลักษณะเช่นเช่นเดียวกับคานทั่วไปฉะนั้นจึงใช้ความเค้นดัด (Bending stress) และคานยุบตัว (Deflection) เป็นข้อจำกัดในการออกแบบคาน ณ ตำแหน่งที่โมเมนต์ดัดมีค่าสูงสุด ซึ่งคำนวณได้สมการ

$$\sigma_b = \frac{Mc}{I} \quad (3.14)$$

M = โมเมนต์ดัด

c = ระยะจากแกนสะเทิน (Neutral Axis) ไปยังผิวนอกสุดดังรูป 3.5



รูปที่ 3.5 คานและแกนสะเทิน

โดยทั่วไปแล้วความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นในคานจะมีค่าน้อยมากจนกระทั่งไม่ต้องนำมาคิดในการออกแบบได้ แต่ถ้าคานสั้นและมีหน้าตัดสูงมากความเค้นเฉือนสูงสุดจะเกิดขึ้นที่แกนสะเทินและมีค่า 1.5 เท่าของความเค้นเฉือนเฉลี่ยหรือเท่ากับ

$$\tau = \frac{3V}{2A} = 1.5 \frac{V}{A} \quad (3.15)$$

สำหรับหน้าตัดกลม

$$\tau = \frac{4V}{3A} \quad (3.16)$$

โดยที่ V = แรงเฉือนสูงสุด

A = พื้นที่หน้าตัด

3.4 การออกแบบเพลลา

เพลลาอาจได้รับแรงดึง แรงกด แรงบิด แรงดัด หรือแรงหลายอย่างรวมกันก็ได้ ดังนั้น การคำนวณจึงต้องใช้ความเค้นผสมเข้าช่วยแรงเหล่านี้ยังอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดตลอดเวลาทำให้เพลลาเสียหายเพราะความล้าได้ ฉะนั้นจึงต้องออกแบบเพลลาให้มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานในลักษณะนี้นอกจากนั้นเพลลาจะต้องมีความแข็งแรง (Rigidity) เพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในเพลลาให้อยู่ในขีดจำกัดที่พอเหมาะ ระยะโก่ง (Deflection) ของเพลลาก็เป็นสิ่งที่สำคัญในการกำหนดขนาดเพลลาเช่นเดียวกันเพราะถ้าเพลลา มีระยะโก่งมากมากก็จะเกิดการแกว่งขณะหมุนทำให้ความเร็ววิกฤต (Critical Speed) ของเพลลา ลดลง ซึ่งอาจทำให้เพลลา มีการสั่นอย่างรุนแรงในขณะที่ความเร็วของเพลลาเข้าใกล้ความเร็ววิกฤตนี้ได้ ระยะโก่งนี้ยังมีผลต่อการเลือกชนิดของที่รองรับเพลลา เช่น แบริง (Beaing) ก็ต้องมีการเอียงแนว (Misalignment) ในการใช้งานที่เหมาะสมกับเพลลาด้วย

3.4.1 วัสดุเพลลา

วัสดุที่ใช้สำหรับทำเพลลาทั่วไปคือเหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) แต่ถ้าต้องการให้มีการให้ความเหนียวและความทนทานต่อแรงกระตุกเป็นพิเศษแล้วมักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นที่จะทำให้เพลลา เช่น AISI 1347, 3140, 4120, 4340 เป็นต้น เพลลาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ 90 มิลลิเมตร มักจะ

กลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอน ซึ่งผ่านการรีดร้อนอย่างไรก็ตามเพื่อให้ได้เพลามีราคาถูกที่สุดผู้ออกแบบควรพยายามใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าชนิดอื่น

3.4.2 ขนาดของเพล

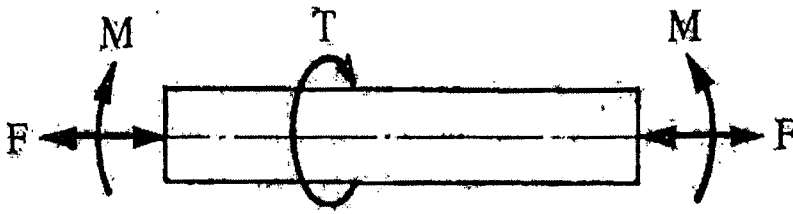
เพื่อให้เพลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพล ซึ่งเป็นการระบุ (Nominal Size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับผู้ออกแบบเลือกใช้ทั้งนี้เพื่อให้สามารถหาซื้อได้ทั่วไปนอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใชัรองรับเพลาด้วยขนาดระบุของเพล

3.4.3 การพิจารณาในการออกแบบ

การคำนวณหาขนาดเพลที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ในบางครั้งการที่จะหาขนาดเพลเพื่อให้เพลทนต่อแรงที่มากกระทำอย่างเดียวยังไม่เป็นการเพียงพอ เช่น ในกรณีของเพลาลูกเบี้ยว (Cam Shaft) เครื่องยนต์สันดาปภายในที่ต้องการให้มีตำแหน่งที่เที่ยงตรง ดังนั้น มุมบิดของเพลที่เกิดขึ้นในขณะที่ใช้งานจะต้องมีค่าไม่มากกว่าที่กำหนดไว้เป็นต้น นั่นคือเพลจะต้องมีความแข็งแรงอยู่ภายในพิกัดที่ต้องการ ถ้ามุมบิดมากไปนอกจากจะเสียความเที่ยงตรงทางด้าน ตำแหน่งแล้วยังอาจจะก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนด้วย ซึ่งอาจมีผลทำให้เฟืองและแบริ่งที่รองรับเกิดความเสียหายได้ง่ายขึ้นถึงแม้ว่าจะไม่มีมาตรฐาน สำหรับพิกัดมุมบิดของเพลในทางปฏิบัติแล้วมักจะให้มุมบิดของเพลในเครื่องจักรกลทั่วไปไม่เกิน 0.3 องศาต่อความยาวเพล 1 เมตร สำหรับเพลส่งกำลังทั่วไปอาจจะให้มุมบิดได้ถึง 1 องศาต่อความยาวเพล 20 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลในกรณีของเพลาลูกเบี้ยวสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในแล้วจะให้มุมบิดได้ไม่เกิน 0.5 องศาตลอดความยาวของเพลความแข็งแรงที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ ความแข็งแรงทางด้านระยะโคงเพราะอาจจะต้องใช้ระยะโคงของเพลที่อยู่ภายใต้แรงภายนอกเป็นตัวสำคัญในตัวกำหนดระยะเบียด (Clearance) ระหว่างล้อสายพาน และเฟืองโคจรของเครื่องจักรตลอดจนการเลือกไซชนิดของแบริ่ง สำหรับรองรับเพลให้เหมาะสม ถ้าเพลามีระยะโคงมากเกินไปจะทำให้การส่งกำลังของเฟืองไม่ราบเรียบเท่าที่ควร การเลือกแบริ่งมารองรับเพลาก็เช่นกันจำเป็นต้องเลือกแบริ่งชนิดที่อนุญาตมีการเยื้องแนวสำหรับการใช้งานได้พอเหมาะกับระยะโคงของเพลที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นแบริ่งธรรมดาหรือแบริ่ง แบบปรับแนวได้เอง (Self-Aligning) ทั้งนี้ก็จะขึ้นอยู่กับค่าระยะโคงเป็นสำคัญ ระยะโคงดังที่กล่าวมาไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้เป็นแนวทางโดยทั่วๆ ไปผู้ออกแบบอาจจะถือค่าต่อไปนี้เป็นแนวทางในการกำหนดความแข็งแรงทางด้านระยะโคง ได้ดังนี้ คือสำหรับเพลของเครื่องจักรทั่วไป ค่าระยะโคงระหว่างจุดที่รองรับด้วยแบริ่งควรจะไม่เกิน 0.08 มิลลิเมตรสำหรับเพลที่มีเฟืองดอกจอก (BebleGear) คุณภาพดีติดอยู่กับระยะโคง ณ ตำแหน่งที่เฟืองขบกันไม่ควรเกิน 0.075 มิลลิเมตรจากเหตุผลดังกล่าวจะเห็นว่าขนาดของเพล อาจจะมาได้โดยใช้ความแข็งแรงที่ต้องการแทนที่จะเป็นความแข็งแรงในการรองรับภายนอกได้ การหาระยะโคงเพลที่มีขนาดเท่ากันตลอดอาจทำได้ด้วยวิธีที่ได้เรียนรู้มาในวิชากลศาสตร์วัสดุ เช่น วิธีการอินทิเกรตสองชั้น (Double Integration)วิธีหาพื้นที่ของโมเมนต์ (Moment Area) เป็นต้น

3.3.4 การออกแบบเพลตามรหัสของ ASME

วิธีดังกล่าวนี้ใช้ความเค้นเฉือนสูงสุดและไม่คิดความล้าหรือความเค้นหนาแน่นที่จะเกิดขึ้นบนเพลซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตศาสตร์ (Static design method)ในการหาสมการสำหรับการออกแบบเพลให้พิจารณาเพลในรูปที่ 3.6 ให้เพลเป็นแบบกลมและกลวงโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกเท่ากับ d_1 และ d_2 ตามลำดับ



รูปที่ 3.6 เพลที่อยู่ภายใต้แรงต่างๆ

เพลเป็นแบบตันจะได้

ความเค้นดึงหรือกด
$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (3.17)$$

ความเค้นดัด
$$\sigma_b = \frac{M_c}{I} \quad (3.18)$$

ความเค้นเฉือน
$$\tau_{xy} = \frac{\tau_F}{J} \quad (3.19)$$

เพลส่วนเพลส่วนมากจะอยู่ใต้ความเค้นที่เป็นจักร ทั้งนี้เพราะที่เพลหมุนตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่กระทำยังอาจเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นเพลเกิดความเสียหายเนื่องจากความล้าที่เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงต้องการที่จะอาศัยตัวประกอบความล้า (Fatigue) มาเกี่ยวข้องด้วยถ้าให้

C_m คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด

C_t คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

โดยที่

$$K = \frac{d_1}{d_0} \quad (3.20)$$

กรณีที่ไม่มีแรง F กระทำอยู่ด้วย

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau(1-k^4)} [(C_T T^2) + (C_m M^2)]^{1/2} \quad (3.21)$$

หรือในกรณีของเพลตัน $k=0$

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau} [(C_T T^2) + (C_m M^2)]^{1/2} \quad (3.22)$$

นอกจากนี้รหัสของ ASME ยังได้ระบุเอาไว้ว่าเพลซึ่งมีโซ่อยู่ในงานธรรมดาทั่วไปควรมีค่าความเค้นใช้งานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\tau_d = 55 \text{ (N/mm}^2\text{)} \text{ สำหรับเพลลาไม่มีร่องลิ้ม}$$

$$\tau_d = 41 \text{ (N/mm}^2\text{)} \text{ สำหรับเพลลามีร่องลิ้ม}$$

3.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับลิ้ม

ลิ้มเป็นเครื่องมือกลพื้นฐาน ซึ่งโดยอาศัยหลักการคือการใช้พื้นเอียงในการแยกของสองสิ่งออกจากกัน การให้แรงในแนวตั้งฉากกับการสวนหัวจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแรงตั้งฉากไปแนวแรงในแนวตั้งฉากกับพื้นเอียงจะทำให้เกิดการไต่เปรียบเชิงกล ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของความยาวและกว้างของตัวลิ้ม โดยถ้าลิ้มมีความกว้างมากจะต้องใช้แรงมากกว่าลิ้มที่มีความกว้างน้อยกว่า ตัวอย่างการใช้ลิ้ม เช่น ขวาน ตะปู มีด สิว เป็นต้น



รูปที่ 3.7 หลักการของลิ้ม

3.5.1 การคำนวณเกี่ยวกับลิ้ม

$$H = W$$

(3.23)

จากสมการกำหนดให้

E = วัสดุที่ใช้ในการตอกลิ้ม มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

H = ความยาวของลิ้มที่ตอกในวัตถุ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm)

W = แรงต้านของวัตถุที่กระทำต่อลิ้ม มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

L = ความกว้างของหน้าลิ้ม มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm)

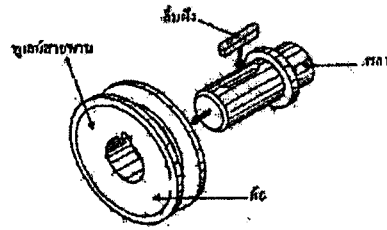
งานของแรงพยายาม = งานของแรงต้านทาน

$$E * H = W * L$$

3.5.2 ประเภทของลิ้ม

ลิ้มที่ใช้ประกอบระหว่างเพลลากับชิ้นส่วนอื่นไม่ว่าจะเป็นเฟือง พลุเลย หรือล้อยายพาน ต่างๆ ลิ้มมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

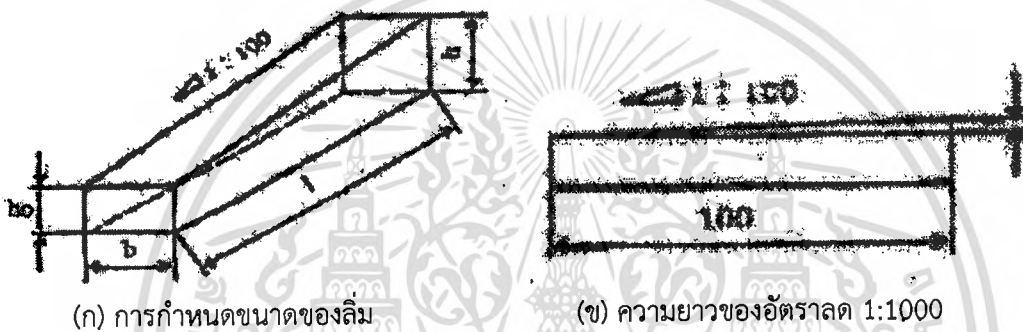
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ส่วนประกอบที่ใช้คู่กับลิ้ม

1) ลิ้มส่งกำลัง

ประเภทนี้มีหน้าที่ส่งกำลังระหว่างล้อกับเฟลาในเครื่องจักรกลใหญ่ๆ ที่ใช้ล้อยายพาน ใช้เฟือง ใช้คลัตช์หรือเครื่องจักรกลเกษตร ก็ใช้ลิ้มส่งกำลัง ลิ้มชนิดนี้ถอดประกอบได้ง่าย ลิ้มส่งกำลังจะมีความฉลาด 1 ต่อ 100 หมายถึง 100 มิลลิเมตร ความสูงของลิ้มจะลดลง 1 มิลลิเมตร ดังรูป 3.9



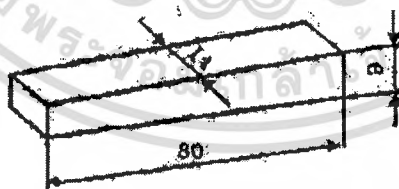
(ก) การกำหนดขนาดของลิ้ม

(ข) ความยาวของอัตราลด 1:1000

รูปที่ 3.9 การกำหนดของลิ้มส่งกำลัง

2) ลิ้มส่วนอัดเข้าไปในล้อกับเฟลา

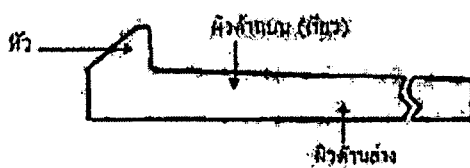
ลิ้มประเภทนี้จะมีหัวท้ายปลายตัดตรง การสอดใส่เข้าไประหว่างล้อกับเฟลา จากนั้นจึงใช้แรงกระแทกอีกให้แน่นให้ได้ตำแหน่งตามที่ต้องการ ร่องลิ้มจะต้องมีความยาวมากกว่าลิ้มสองเท่า การใส่ในทิศทางหนึ่งและเวลาถอดในทิศทางตรงกันข้าม ดังรูป 3.10



รูปที่ 3.10 ลักษณะของลิ้มสวมอัด

3) ลิ้มมีหัว

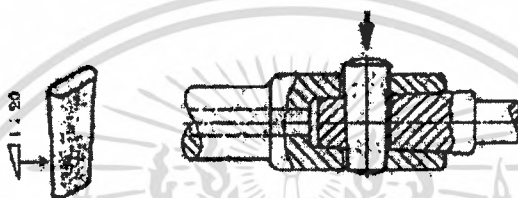
ลิ้มประเภทนี้จะใช้ในกรณีที่ล้อ และสายพานสามารถใส่ในลิ้มได้เพียงด้านเดียว ดังนั้นการถอดประกอบก็ต้องถอดเพียงด้านเดียว ดังรูป 3.11



รูปที่ 3.11 ลักษณะของลิ่มมีหัว

4) ลิ่มขวาง

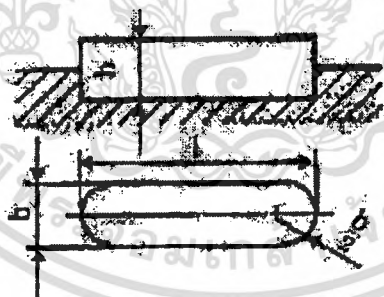
ลิ่มประเภทนี้เหมาะสำหรับยึดชิ้นงานที่ต้องการรับแรงดัด แรงดัดโก่ง และแรงอัด แต่มีข้อเสียคือชิ้นงานจะมีความแข็งแรงน้อยลงเพราะรูขวางอยู่ ดังรูป 3.12



รูปที่ 3.12 ลักษณะของลิ่มขวาง

5) ลิ่มอัด

ลิ่มประเภทนี้ไม่มีความลาดตามแนวยาว จะขนานตามแนวยาวตลอดลำตัว ดังนั้นแรงที่ขั้วซีลหรือเพลลาให้หมุนนั้นจะกระทำผ่านด้านของลิ่ม ผิวด้านข้างลิ่มจะรับภาระเฉือน แต่ข้อดีคือระหว่างล๊อกกับเพลลาจะไม่มี การเยื้องศูนย์ ลิ่มประเภทนี้เหมาะสำหรับเพลลาที่หมุน ดังรูป 3.13

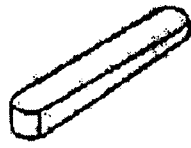


รูปที่ 3.13 ลักษณะของลิ่มอัด

3.5.3 ลักษณะรูปร่างของลิ่มประเภทต่างๆ

ลิ่มที่ใช้งานกับเครื่องจักรกลแต่ละประเภทจะมีลักษณะที่แตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 1) ลิ่มฝึง เป็นสิ่งส่งกำลังตามมาตรฐานของ DIN แบบ A ลักษณะดังรูปร่างของลิ่มฝึงฝึงจะมีหัวท้ายเป็นรูปโค้งครึ่งวงกลม ในการประกอบจะวางลิ่มฝึงร่องเพลลา ก่อน แล้วเลื่อนล๊อกล้อมเข้าไปในแนบ ตำแหน่งล๊อที่อัดแน่นจะไม่สามารถกำหนดให้แน่นอน การกวีร่องกระทำได้ยากจึงไม่นิยมนำมาใช้ แต่ลิ่มชนิดนี้ฝึงลงในร่องจึงนำมาใช้ในงานที่รับโมเมนต์มากได้ ลิ่มชนิดนี้มีลักษณะรูปร่างดังรูป 3.14



ลีด-pencil DIN 6886 แบบ A

รูปที่ 3.14 ลักษณะรูปร่างของลีด-pencil

2) ลีด-pencil เป็นลีด-pencil กำลังตามมาตรฐานของ DIN มีด้านที่ประกอติดกับเพลลาเป็นรูปเว้าให้แนบติดกับเพลลากลมไม่ต้องปาดผิวเพลลาทำให้ลดต้นทุนการผลิตใช้กับงานที่รับโมเมนต์ต่ำพวกลีด-pencil ขนาดเล็กขนาดเล็กๆ ลีด-pencil นี้มีลักษณะรูปร่าง ดังรูป 3.15



ลีด-pencil DIN 6881

รูปที่ 3.15 ลักษณะรูปร่างของลีด-pencil

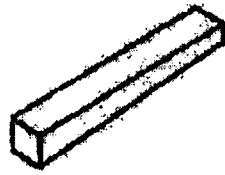
3) ลีด-pencil เป็นลีด-pencil กำลังตามมาตรฐานของ DIN 6889 แบบ B เป็นลีด-pencil สีเหลี่ยมผืนผ้า การประกอยึดต้องสอดใส่เข้าไประหว่างร่องลีด-pencil จากนั้นจึงใช้แรงตอกอัดให้แน่น ร่องของเพลลาต้องยอมเป็นสองเท่าของลีด-pencil ลีด-pencil เลื่อนมีลักษณะ ดังรูป 3.16



ลีด-pencil DIN 6863

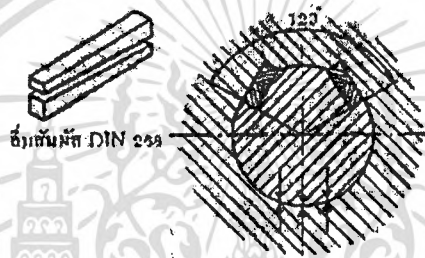
รูปที่ 3.16 ลักษณะรูปร่างของลีด-pencil

4) ลีด-pencil เลื่อน เป็นลีด-pencil ปะเภทสวมเข้าไปในลีด-pencil ตามมาตรฐานของ DIN 6885 แบบ B เป็นลีด-pencil สีเหลี่ยมผืนผ้า การประกอยึดต้องสอดใส่เข้าไประหว่างร่องลีด-pencil จากนั้นจึงใช้แรงตอกอัดให้แน่น ร่องของเพลลาเป็นสองเท่าของลีด-pencil เลื่อนมีลักษณะ ดังรูป 3.17



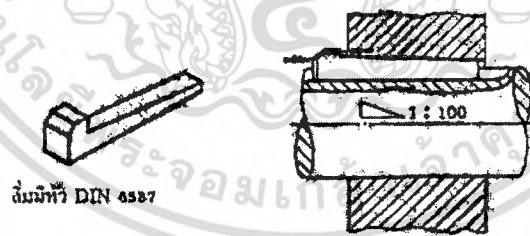
ลิ่มเลื่อน DIN 6680 มบข. B
รูปที่ 3.17 ลักษณะรูปร่างของลิ่มเลื่อน

5) ลิ่มสัผัส เป็นลิ่มปะเกทสวมเข้าไปในล้อเพลลาตามมาตรฐานของ DIN 268 สามารถจะทำร่องลิ่มบากเป็นมุมฉากเข้าไปในเพลลาได้ 1 ถึง 2 ร่อง เหมาะกับงานที่มีโมเมนต์มาก ๆ ที่เพลลาหมุนไปกลับและแรงกระแทก ลิ่มสัผัสจะประกอบในลักษณะผิวความลาดของลิ่มทั้งสองสัมผัสกันมีลักษณะ ดังรูป 3.18



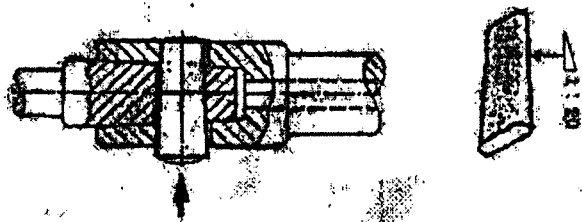
รูปที่ 3.18 ลักษณะรูปร่างของลิ่มสัมผัส

6) ลิ่มมีหัว ตามมาตรฐาน DIN 6685 เป็นลิ่มที่มีรูปร่างทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าลาดเอียงและมีหัว ใช้ประกอบล้อเพลลาได้เพียงด้านเดียวการถอดประกอบก็ทำได้เพียงด้านเดียว ลิ่มชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป 3.19



รูปที่ 3.19 ลักษณะรูปร่างของลิ่มมีหัว

7) ลิ่มขวาง เป็นลิ่มที่มีรูปร่างทรงกลมกระบอกเรียว เหมาะสำหรับชิ้นงานที่ต้องการรับแรงดึงและอัด แต่มีข้อเสียชิ้นงานจะไม่แข็งแรงเพราะมีรูขวาง ลิ่มชนิดนี้จะมีลักษณะ ดังรูป 3.20



รูปที่ 3.20 ลักษณะรูปร่างของลิ่มขวาง

8) ลิ่มอัด แบบขวางปลายมนโค้งตามมาตรฐาน DIN 6885 แบบ A แบบขนานใช้สกรูยึดปลายมนโค้งตามมาตรฐานของ DIN 6885 ลิ่มชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป 3.21



รูปที่ 3.21 ลิ่มอัดปลายมนโค้ง DIN 6885 แบบ A

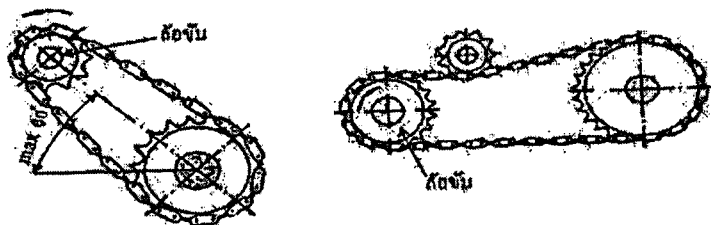
3.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับโซ่ส่งกำลัง

การขับด้วยโซ่มีอยู่มากทางด้านงานเครื่องจักรกล เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับการขับด้วยสายพาน โดยโซ่จะคล้องอยู่กับล้อโซ่หรือเฟืองโซ่ (Sprocket) ซึ่งติดอยู่กับเพลลาขับและเพลลาตาม อัตราทดของการขับจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองโซ่ทั้งสองและการขับด้วยโซ่นี้จะไม่มีการสลิปเกิดขึ้นระหว่างโซ่กับเฟืองโซ่ เนื่องจากการขับด้วยโซ่มีความน่าเชื่อถือสูงจึงมีความนิยมใช้มาก เช่น ในการส่งกำลังในเรือเครื่องยนต์ เครื่องจักรกลการเกษตร เครื่องมือกล เครื่องทอผ้าและเครื่องจักรกลงานไม้ เครื่องพิมพ์และใช้ในการขนส่ง และการขนถ่ายวัสดุ

การส่งกำลังด้วยโซ่มีข้อดีเมื่อเปรียบเทียบกับ การขับด้วยสายพานและการขับด้วยเฟืองเกียร์คือราคาหรือต้นทุนต่ำกว่า มีสมรรถนะในการส่งกำลังดีกว่าและง่ายในการบำรุงรักษา โซ่สามารถขับได้ในระยะทางไกลกว่าสายพานและขับได้พร้อมๆกันหลายเพลลา

3.6.1 หลักการทำงาน

หลักการส่งกำลังของเครื่องจักรกล คือ การส่งกำลังจากต้นกำลังหรือสามารถเรียกได้อีกอย่างว่า “เพลลาขับ” ส่งกำลังไปยังจุดที่ต้องการกำลังงานไปใช้งานเรียกว่า “เพลลาตาม” หรือ “เพลลาตาม” ระบบการส่งกำลังของเครื่องจักรกลได้แก่ การส่งกำลังด้วยเฟืองโซ่ สายพาน และลูกเบี้ยว เป็นต้น



รูปที่ 3.22 หลักการส่งกำลังโซ่

3.6.2 ประเภทโซ่ส่งกำลัง (Type of transmission)

โซ่ส่งกำลัง สามารถแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ได้ 3 ชนิด

1) โซ่โรลเลอร์ (Roller chain)

โซ่ชนิดนี้ประกอบด้วยแผ่นต่อ (Link) ด้านในและด้านนอกยึดติดกันด้วยสลักและบุช (Bush) โดยมีโรลเลอร์สวมอยู่ตรงกลางกับบุช ดังรูป 3.23



รูปที่ 3.23 แสดงส่วนประกอบของโซ่โรลเลอร์

2) โซ่บุช (Bushed chain)

โซ่ชนิดนี้แตกต่างจากโซ่โรลเลอร์ก็ตรงที่ไม่มีโรลเลอร์ ดังนั้นจึงสามารถออกแบบให้บุชและสลักมีขนาดใหญ่ได้มากกว่าโซ่โรลเลอร์โดยที่มีระยะพิตซ์เท่ากัน โซ่บุชจึงรับแรงได้มากกว่าและแข็งแรงกว่าแต่เนื่องจากการใช้งานจะมีเสียงดังและมีการสึกหรอมากกว่า โดยทั่วไปแล้ว จึงนิยมใช้โซ่โรลเลอร์มากกว่าโซ่บุช ดังรูป 3.24



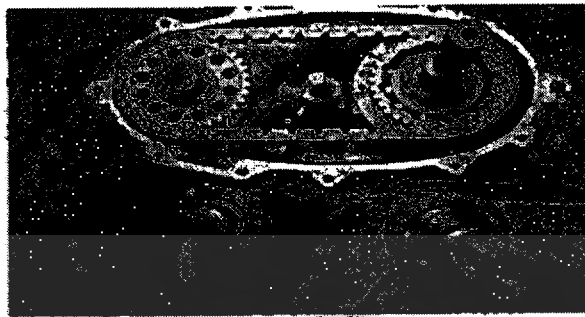
รูปที่ 3.24 แสดงส่วนประกอบของโซ่บุช

3) โซ่ฟัน (Toothed chain)

โซ่ชนิดนี้อาจเรียกว่า Silent chain ก็ได้ โซ่ฟันประกอบด้วยแผ่นต่อหลายแผ่นเรียงซ้อนกันและยึดกันด้วยสลัก แผ่นต่อแต่ละแผ่นจะมีฟันสองฟัน ในขณะที่ส่งกำลังข้อต่อโซ่จะทำหน้าที่เป็นจุดหมุนของข้อโซ่ ทำให้โซ่แบบสนิทกับฟันบนเฟืองโซ่ จึงมีการสึกหรอน้อย โซ่ฟันใช้ขับเคลื่อนด้วยความเร็วสูงกว่าโซ่โรลเลอร์ทำงานได้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกือบจะไม่มีเสียงดัง แต่จะมีน้ำหนักมากกว่าโซโรลเลอร์ราคาแพงกว่าและต้องการให้มีการบำรุงรักษาที่ดีกว่าโซโรลเลอร์ ดังรูป 3.25



รูปที่ 3.25 แสดงส่วนประกอบของโซ่ฟัน

3.6.3 ข้อดีและข้อเสียของการส่งกำลังด้วยโซ่

ข้อดีของการส่งกำลังด้วยโซ่

- 1) ในการติดตั้งไม่ต้องการความเที่ยงตรงเท่ากับเฟือง
- 2) ไม่จำเป็นต้องมีแรงดึงขั้นต้นในโซ่เหมือนกับสายพาน ทำให้อายุใช้งานของตลับลูกปืน ยาวนานกว่า
- 3) ไม่มีสลิปในขณะส่งกำลังเหมือนสายพาน ทำให้ได้อัตราทดที่แน่นอน
- 4) มีขนาดกะทัดรัดกว่าสายพานเมื่อใช้งานด้วยอัตราทดที่เท่ากัน เฟืองโซ่จะมีขนาดเล็กกว่าล้อสายพาน และถ้าต้องการการส่งกำลังที่เท่ากันความกว้างของสายพาน
- 5) ติดตั้งง่ายกว่าสายพานเพราะเพียงแค่คล้องเข้ากับเฟือง โซ่แล้วสอดสลักเข้าไปเท่านั้น
- 6) ใช้งานได้กับอุณหภูมิสูงบริเวณที่มีความชื้น และฝุ่นละออง

ข้อเสียของการขับด้วยโซ่

- 1) มีเสียงดัง
- 2) เนื่องจากความเร็วรอบสูงจึงอันตรายเมื่อโซ่ขาด
- 3) ส่งกำลังแบบครอสไดรฟ์ไม่ได้
- 4) มีราคาแพงกว่าขับด้วยสายพาน
- 5) ต้องมีการหล่อลื่น

3.6.4 ปัจจัยในการเลือกใช้ระบบการส่งกำลังด้วยโซ่

- 1) งานที่จะนำไปใช้จะต้องเป็นลักษณะงานที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรงสูงในการติดตั้งใช้งาน
- 2) แรงกระแทกที่จะมากระทำกับโซ่
- 3) สภาพแวดล้อมการทำงาน
- 4) ความชื้นหรือการทำงานภายใต้ฤทธิ์กัดกร่อน
- 5) เพลาทั้งสองซึ่งอยู่ระหว่างจุดการส่งกำลัง ขนานกันและติดตั้งอย่างถูกต้อง
- 6) ใช้วิธีหล่อลื่นและน้ำมันหล่อลื่นตามคำแนะนำ
- 7) การส่งกำลังได้รับผลกระทบน้อยที่สุดจากการผันแปรของโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟืองโซ่ที่ติดตั้งต้องมีขนาดสัมพันธ์กับโซ่ที่นำมาคล้องซึ่งขนาดต่างๆของเฟืองโซ่สามารถหาได้ดังนี้จำนวนฟันเฟืองโซ่ที่เหมาะสมกับการใช้งานการเลือกหาขนาดสายพานโซ่และการคำนวณสามารถหาได้จากสมการ 3.24

$$i = \frac{n_a}{n_b} = \frac{Z_a}{Z_b} \quad (3.24)$$

เมื่อ n_a คือ ความเร็วรอบเฟืองโซ่ขับ (รอบต่อนาที)
 n_b คือ ความเร็วรอบเฟืองโซ่ตาม (รอบต่อนาที)
 Z_a คือ จำนวนฟันเฟืองโซ่ขับ
 Z_b คือ จำนวนฟันเฟืองโซ่ตาม

การคำนวณความเร็วโซ่

$$V = PZN \quad (3.25)$$

โดยที่ V คือ ความเร็วโซ่มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที
 P คือ ระยะพิตช์ของโซ่
 Z คือ จำนวนฟันบนพินเนียน
 N คือ ความเร็วรอบของเฟืองโซ่เมตรต่อวินาที

การคำนวณแรงดึงในโซ่

$$F = F_t + F_{ct} \quad (3.26)$$

โดยที่ F คือ แรงดึงในโซ่มีหน่วยเป็นกิโลนิวตัน
 F_t คือ แรงในแนวสัมผัส
 F_{ct} คือ แรงหนีศูนย์กลางรัศมี

คำนวณข้อโซ่

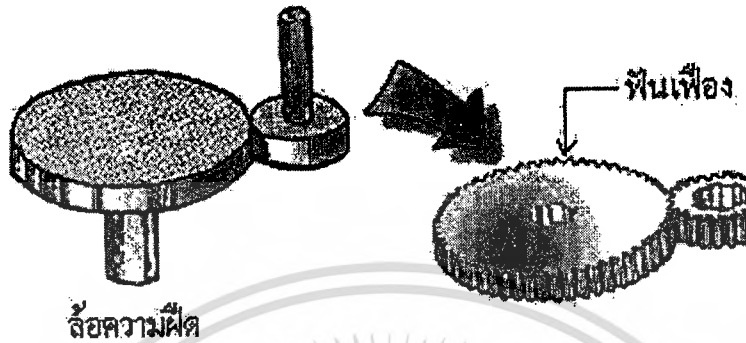
$$X = \frac{2c}{P} + \frac{Z+z}{2} + \left(\frac{Z-z}{2}\right)^2 \times \frac{P}{c} \quad (3.27)$$

โดยที่ X คือ จำนวนข้อโซ่
 c คือ ระยะห่างศูนย์กลางเฟืองโซ่
 P คือ ระยะพิตช์ของโซ่
 Z คือ จำนวนฟันบนพินเนียน
 z คือ จำนวนฟันบนเฟืองโซ่

3.7 ทฤษฎีหลักการของเฟือง

การถ่ายทอดการหมุนจากต้นกำลังนั้นทำได้หลายวิธีเช่นด้วยการใช้สายพานโซ่ล้อความผิดเป็นต้นล้อความผิดก็คือล้อสองล้อที่ถูกกดให้ติดกันเมื่อล้อหนึ่งหมุน หรือเป็นล้อขับก็จะทำให้อีกล้อหนึ่งหมุนตาม เพราะผิวหน้าของล้อทั้งสองเกิดความผิดเนื่องจาก การสัมผัส แต่ถ้าหากมีภาระมากๆ เช่น มีการส่งกำลังสูงๆ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้เกิดการสั่นไถลการส่งกำลังจึงไม่แม่นยำ เพื่อที่จะแก้ไขข้อเสียเหล่านี้จึงได้มีการนำเอาฟันเฟืองมาติดไว้ที่ผิวของล้อโดยรอบล้อจึง มีลักษณะเป็นล้อฟันเฟืองซึ่งต่อมาเราจึงเรียกว่า "เฟือง" ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่สามารถส่งกำลังหรือถ่ายทอดการหมุนได้แม่นยำเที่ยงตรงและไม่มีการสั่นไถลดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 เฟือง

3.7.1 เฟืองตรง (Spur gear)

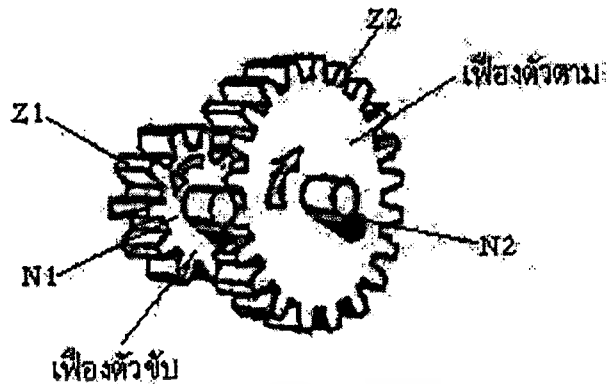
เป็นเฟืองที่มีลักษณะเป็นล้อทรงกระบอกมีฟันขนานกับแกนของตัวเฟืองมีหน้าตัดของฟันเฟืองขนานเท่ากันและเหมือนกันตลอดทั้งเฟืองดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 เฟืองตรง

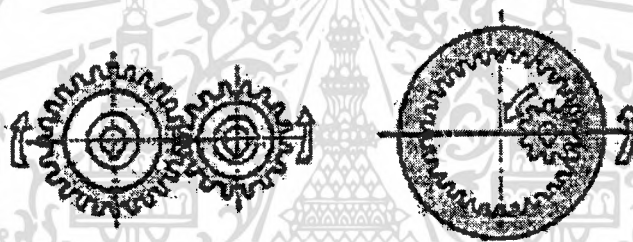
3.6.2 ความเร็วของเฟือง

การส่งกำลังจากเฟืองตัวขับไปยังเฟืองตัวตามนั้นต้องมีการขบกันของเฟืองส่วนอัตราเร็วของเฟืองจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงนั้น ขึ้นอยู่กับจำนวนฟันเฟืองของเฟืองขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางและการเคลื่อนที่ของเฟืองตัวขับจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่สวนกันดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 ตัวแปรอัตราเร็วของเฟือง

เมื่อเฟืองตัวขับเคลื่อนที่ไปหนึ่งฟันฟันของเฟืองตัวก็จะขับให้เฟืองตัวตามเคลื่อนที่ไปหนึ่งฟันด้วย และการขบกันของเฟืองอาจขบกันภายนอกหรือภายในก็ได้ดังรูปที่ 3.29



เฟืองขบกันภายนอก เฟืองขบกันภายใน

รูปที่ 3.29 เฟืองขบกันภายนอกและเฟืองขบกันภายใน

เฟืองเป็นส่วนประกอบของเครื่องจักรกลที่ถ่ายทอดกำลังจากเพลานหนึ่งไปยังอีกอันหนึ่งการถ่ายทอดกำลังนั้นขึ้นอยู่กับอัตราเร็วและจำนวนฟันของเฟืองจำเป็นจะต้องทราบคือชนิดของเฟืองความสัมพันธ์ของจำนวนฟันเฟือง (Z) และอัตราเร็วของเฟือง (N) โดยทั่วไปหน่วยอัตราความเร็วของเฟืองมักนิยมนบอกเป็นจำนวนรอบต่อนาที

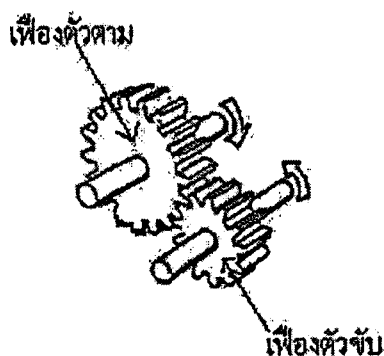
สิ่งเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันคือถ้าสมมุติให้

- อัตราเร็วของเฟืองตัวขับ N_1
- อัตราเร็วของเฟืองตัวตาม N_2
- จำนวนฟันของเฟืองตัวขับ Z_1
- จำนวนฟันของเฟืองตัวตาม Z_2

ตัวตามคูณด้วยจำนวนฟันของเฟืองหรือเขียนง่ายได้ดังนี้

$$N_1 Z_1 = N_2 Z_2 \quad (3.28)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 เฟืองตัวตามและเฟืองตัวขับ

3.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motors) เป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากมีข้อดีคือ มีความเร็วรอบคงที่และตัวหมุน (Rotor) ส่วนมากเป็นชนิดกรงกระรอก (Squirrel Cage) ไม่มีขดลวดพันอยู่จึงไม่มีอันตรายจากประกายไฟฟ้าที่แปรปรวน และคอมมิวเตเตอร์เหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง นำไปใช้งานได้กว้างขวางโดยเฉพาะในโรงงานที่มีแก๊สหรือน้ำมันที่ไวไฟ ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไม่สามารถนำไปใช้งานได้โดยสามารถคำนวณกำลังของมอเตอร์และขนาดของมอเตอร์

3.8.1 การคำนวณหา กำลังของมอเตอร์

จากสมการหาค่ากำลังมอเตอร์ แล้วใช้ค่าแรงบิดรวมที่ใช้ในการหมุนของเพลาคำนวณกำหนดให้ ใช้รอบในการหมุนของมอเตอร์ 1,450 รอบต่อนาที (จากป้ายติดที่มอเตอร์) จากสูตรแรงบิดที่กระทำต่อเพลตามสมการ

$$T = F \times r \quad (3.29)$$

จากสมการกำหนดให้

T คือ แรงบิดมีหน่วยเป็น นิวตันเมตร

F คือ แรงที่ได้จากทดสอบมีหน่วยเป็น นิวตัน

R คือ รัศมีของเพลามีหน่วยเป็น เมตร

จากสูตรหาค่ากำลัง (กิโลวัตต์)

$$W_p = \frac{2\pi TN}{60} \quad (3.30)$$

จากสมการกำหนดให้

W คือ กิโลวัตต์

T คือ โมเมนต์บิด (กิโลนิวตันเมตร)

N คือ ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)

มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า = 745.7 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรการคำนวณหางาน

การคำนวณหางานในการที่เพลากระทำใน ขณะที่เพลามีความหนา n รอบ สามารถคำนวณได้

$$W_F = F \times 2\pi r \times n \quad (3.31)$$

จากสมการกำหนดให้

W_F คือ งานที่กระทำต่อเพลามีหน่วยเป็นนิวตันเมตร

F คือ แรงที่กระทำต่อเพลามีหน่วยเป็นนิวตัน

r คือ รัศมีของเพลามีหน่วยเป็น เมตร

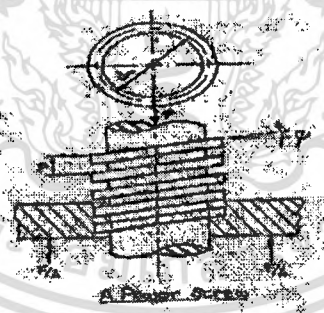
3.9 สกรูส่งกำลัง(Power Screw)

3.9.1 การออกแบบสกรู

ในเครื่องจักรกลต่างๆ เรามักจะใช้สกรูส่งกำลัง (Power Screw) เพื่อเป็นการเปลี่ยนการเคลื่อนที่เชิงมุมเป็นการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง หรือถ่ายทอดกำลังจากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง

สกรูส่งกำลัง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าสกรูเลื่อนนั้น นอกจากจะใช้เปลี่ยนการหมุนเป็นการเลื่อนแล้ว ยังใช้ในการยกน้ำหนักที่ตัวสกรูรับอยู่อีกด้วย ตัวอย่างของสกรูส่งกำลังที่ใช้ในเครื่องจักรกลต่างๆ ได้แก่ แม่แรง (Screw Jack) สำหรับยกน้ำหนัก สกรูเพรส (Screw Press) สำหรับใช้กดอัดชิ้นงานให้มีรูปร่างตามต้องการ

สำหรับการทำงานของสกรูเพรสมีหลักการคล้ายคลึงกับการทำงานของสกรูส่งกำลัง ดังนั้น จึงใช้หลักในการคำนวณเช่นเดียวกับการคำนวณสกรูส่งกำลัง

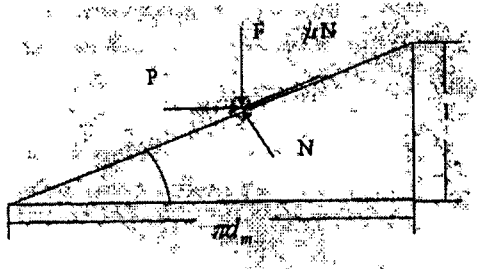


รูปที่ 3.31 สกรูส่งกำลัง

จากรูป 3.31 เป็นสกรูส่งกำลังเกลียวสี่เหลี่ยมปากเดียว มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (d_m), ระยะพิทท์(P), มุมลีด(λ), และมุมฮีลิก(ϕ), ถูกกระทำโดยโหลดในแนวแกน F ต้องการหาโมเมนต์บิดที่ต้องใช้ในการยกน้ำหนักขึ้น ซึ่งตัวสกรูเพรสจะมีลักษณะของการทำงานเหมือนกันกับสกรูส่งกำลังในกรณียกน้ำหนักขึ้น ดังนั้นในที่นี้จะไม่กล่าวถึงกรณียกน้ำหนักลงของสกรูส่งกำลัง

การคำนวณหาโมเมนต์บิดที่ต้องการยกน้ำหนักขึ้นให้ทำดังนี้ สมมติว่า คลีเกลียวออกหนึ่งรอบ ดังในรูปที่ 3.32 จะได้ฐานของสามเหลี่ยมเท่ากับเส้นรอบวงของวงกลมเฉลี่ย และส่วนสูงของสามเหลี่ยมคือมุมลีดของเกลียว การที่จะยกภาระขึ้นต้องมีแรง P กระทำไปทางด้านขวา ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.32 แรงปฏิกิริยาบนเกลียว

แรงเสียดทาน คือ ผลคูณของสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน μ กับแรงปฏิกิริยา N และกระทำสวนทางกับการเคลื่อนที่ สำหรับการยกน้ำหนักขึ้นภายใต้สภาวะสมดุล จะได้

$$F_H = P - N \sin \lambda - \mu N \cos \lambda = 0 ; \quad (3.32)$$

$$F_V = F + \mu N \sin \lambda - N \cos \lambda = 0 ; \quad (3.33)$$

โดย

F_H คือ แรงกระทำในแนวนอน ; F_V คือ แรงกระทำในแนวตั้ง
จากสมการ (3.32) และ (3.33) แก้สมการหาแรง P จะได้

$$P = \frac{[F(\sin \lambda + \mu \cos \lambda)]}{(\cos \lambda - \mu \sin \lambda)} ; \quad (3.34)$$

ต่อไปหารตัวตั้งและตัวหารของสมการ (3.34) ด้วย $\cos \lambda$ และเมื่อได้ $\tan \lambda$ ให้แทนด้วย $\frac{l}{\pi d_m}$ จะได้
ดังนี้

$$P = \frac{F[\mu + (\frac{l}{\pi d_m})]}{[1 - (\frac{\mu l}{\pi d_m})]} \quad (3.35)$$

โมเมนต์บิด คือผลคูณของแรง P กับรัศมีเกลียว d_m สำหรับยกน้ำหนักขึ้น จะได้

$$T = \left(\frac{F d_m}{2}\right) \left[\frac{1 + \mu d_m}{\pi d_m - \mu l}\right] ; \quad (3.36)$$

โดยที่ T คือ โมเมนต์ที่ใช้เพื่อจุดประสงค์เอาชนะความเสียดทานของเกลียวและยกน้ำหนักขึ้น
สมการที่สร้างขึ้นข้างต้นใช้ได้เฉพาะกับสกรูเกลียวสี่เหลี่ยม เพราะภาวะ F กระทำตั้งฉากกับพื้นเกลียว
และขนานกับแกนสกรู ซึ่งตัวสกรูเพรสได้ออกแบบด้านที่รับภาระเดียวกับสกรูสี่เหลี่ยม ดังนั้นจึงใช้สมการ
ข้างบนคำนวณได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.2 คำนวณหาความต้านทานแรงของตัวสกรู
ความเค้นเฉือนเนื่องจากโมเมนต์บิดบนเพลลา

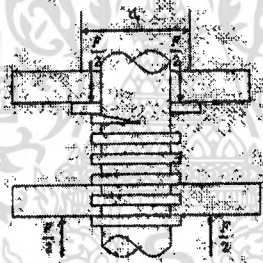
$$\tau = \frac{T_r}{J} = \frac{16T}{\pi d^3}; \quad (3.37)$$

เมื่อ T = โมเมนต์บิด
 r = รัศมีเพลลา = $d/2$
 J = Polar Moment of Inertia

ความเค้นเฉือนเฉลี่ยบนเกลียว
ความเค้นเฉือนบนเกลียว คือ

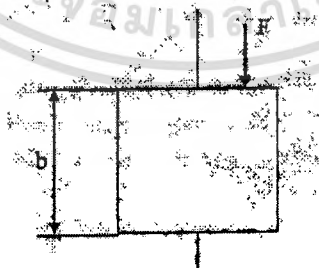
$$\tau_{avg} = \frac{F}{(\pi d_r h)/2}; \quad (3.38)$$

โดยสมมติว่าภาระแผ่กระจายสม่ำเสมอตลอดความสูง H ของเกลียวบนเป็นเกลียวและของสกรู
เกลียวของสกรูจะเสียโดยถูกเฉือนขาดที่เส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก ดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 Thus Collar

แต่การคำนวณตัวสกรูจะคิดเฉพาะเกลียวสุดท้าย จึงแทนค่า ด้วย b ดังรูปด้านล่าง



รูป 3.33 สกรู Thus Collar

ดังนั้น

$$= \frac{F}{\pi d_r b}; \quad (3.39)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเค้นเฉือนเฉลี่ยของเกลียว

$$= \left[\frac{4F}{\pi(d^2 - d_i^2)} \right] \left(\frac{P}{t} \right); \quad (3.40)$$

เมื่อ d_i = เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยของเกลียวใน

F = ภาระกระทำ

P = ระยะพิทท์

t = ความหนาของแป้นเกลียว

d = เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุดของเกลียว

จำนวนเกลียวทั้งหมดที่สัมผัสกัน

$$n = \frac{t}{P};$$

$$\sigma = \frac{4P}{[\pi(d^2 - d_i^2)n]}; \quad (3.41)$$

สำหรับการคำนวณที่คิดในโครงการ จะคิดที่ภาระกระทำที่เกลียวสุดท้าย ($n=1$) เท่านั้น เพราะว่าจะรับภาระสูงสุด ดังนั้น

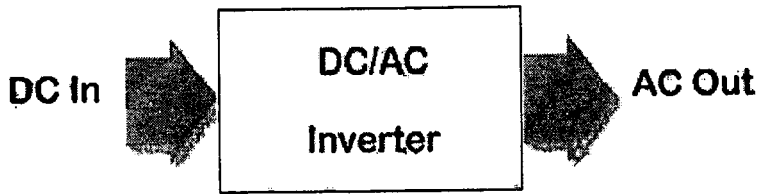
$$\sigma = \frac{4P}{[\pi(d^2 - d_i^2)1]}; \quad (3.42)$$

3.10 ทฤษฎีหลักการอินเวอร์เตอร์

3.10.1 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) จะแปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) วงจรทั้งสองนี้จะเป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น และผ่านพลังงานของอินเวอร์เตอร์

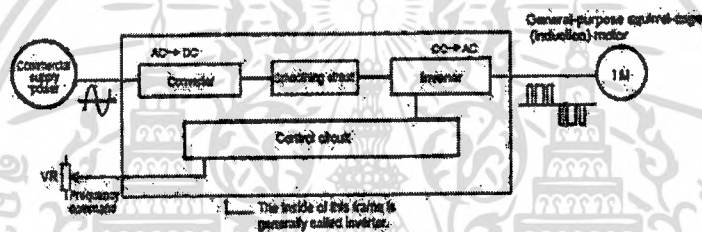
โดยทั่วไปแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับมีรูปคลื่นไซน์ แต่เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์จะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปไซน์ นอกจากนั้นยังมีชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์และวงจรอินเวอร์เตอร์ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของ 3 - phase Induction motor



รูปที่ 3.34 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์

3.10.2 โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์

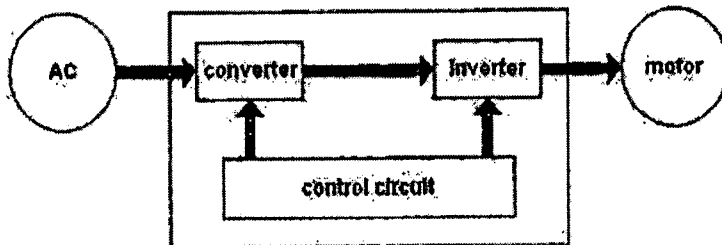
- 1) ชุดคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) ซึ่งทำหน้าที่ แปลงไฟสลับจากแหล่งจ่ายไฟ AC power supply (50 Hz) ให้เป็นไฟตรง (DC Voltage)
- 2) ชุดอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) ซึ่งทำหน้าที่ แปลงไฟตรง (DC Voltage) ให้เป็นไฟสลับ (AC Voltage) ที่สามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันและความถี่ได้
- 3) ชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ซึ่งทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของชุดคอนเวอร์เตอร์ และชุดอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 3.35 โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์

ตัวอย่างการทำงานของอินเวอร์เตอร์ (Inverter) ที่พบเห็นได้ในปัจจุบัน ได้แก่ การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟสำรอง หรือที่เรียกว่า UPS (Uninterruptible Power Supply) เพื่อแก้ปัญหาไฟเกิน, ไฟตก, ไฟดับ และคลื่นรบกวน ช่วยป้องกันการเกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า โดยไฟฟ้าที่สำรองไว้จะเก็บในแบตเตอรี่

ยกตัวอย่าง ถ้ากระแสไฟดับ ระบบสำรองไฟจะสวิตช์มาใช้ไฟจากแบตเตอรี่โดยทันที ต่อจากนั้นไฟฟ้าซึ่งเป็นกระแสตรง จะเข้าสู่อินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงนั้นให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่คงที่ และถูกต้อง ไฟฟ้ากระแสสลับที่ออกมาจากอินเวอร์เตอร์ก็จะป้อนสู่เครื่องไฟฟ้าทั่วไป โดยที่ไฟฟ้ากระแสสลับที่ได้ออกมาจะถูกนำไปป้อนกลับมาทำการเปรียบเทียบกับความถี่อ้างอิงค่าหนึ่ง แล้วนำผลจากการเปรียบเทียบไปควบคุมการกำเนิดความถี่ของอินเวอร์เตอร์เพื่อให้ได้ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่คงที่ และถูกต้อง ตามที่เครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับต้องการ



รูปที่ 3.36 กระบวนการทำงานของอินเวอร์เตอร์ในสภาวะการใช้ไฟสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ถูกนำมาใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ, ตู้เย็น, โทรทัศน์ และระบบเซอร์โวควบคุมมอเตอร์ (Servo Motor) เนื่องจากความต้องการลดการสูญเสียกำลังงานที่สูง โดยเฉพาะขณะเริ่มต้นทำงาน และจากการสูญเสียในแกนเหล็ก และในตัวขดลวด (สำหรับเครื่องเชื่อมแบบ มีอหมุน และมอเตอร์) ซึ่งการสูญเสียกำลังงานหรือค่าไฟฟ้าเป็นดังนี้คือ เมื่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเริ่มทำงาน จะมี ค่ากระแสเริ่มทำงาน I (Start) สูงกว่า ขณะเดินปรกติถึง 4 - 6 เท่าตัว เช่น มอเตอร์เครื่องปรับอากาศ ที่มี ขนาด 220 V ,1 A

$$P_{normal} = 220V \ 1A = 220W$$

ขณะเริ่มต้นมอเตอร์หรือหม้อแปลงจะดึงกระแสเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กอย่างน้อย 4 เท่าของขณะ ปรกติ

$$P_{start} = 220V \ (4 \ 1A) = 880W$$

ทำให้ระบบเดิมที่ไม่มีการใช้อินเวอร์เตอร์จะต้องเสียค่าไฟสูงมาก และทำให้ระดับของแรงดันไฟฟ้า ในสายไม่เสถียร (Stable) รวมถึงทำให้เกิดแรงดันสไปค์ ขณะหยุดการทำงานซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้อุปกรณ์ ไฟฟ้าเกิดการเสียหาย หรือบั่นทอนอายุการใช้งานให้สั้นลง

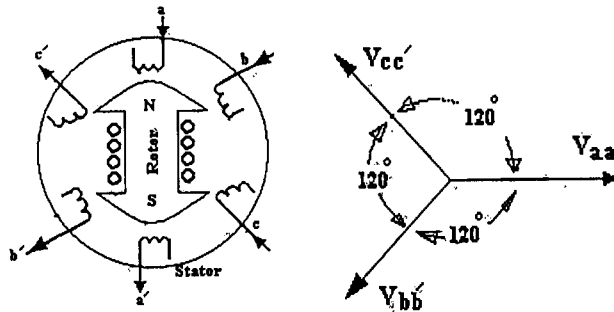
3.10.3 อินเวอร์เตอร์ได้นำไปใช้ในระบบงานต่างๆ

- 1) ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง ที่เรียกว่า Stand by power supply หรือ Uninterruptible Power Supplies (UPS) เพื่อใช้ทดแทนในกรณีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับหลักเกิดความขัดข้อง
- 2) ใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับโดยใช้หลักการควบคุมความถี่ของ แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อต้องการให้แรงบิด (Torque) คงที่ทุกๆ ความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไป
- 3) ใช้แปลงไฟฟ้าจากระบบส่งกำลังไฟฟ้าแรงสูงชนิดไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อบริการให้แก่ผู้ใช้
- 4) ใช้ในระบบเตาถลุงเหล็กที่ใช้หลักการเหนี่ยวนำให้เกิดความร้อน (Induction heating) ซึ่งใช้ แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงในการทำงาน

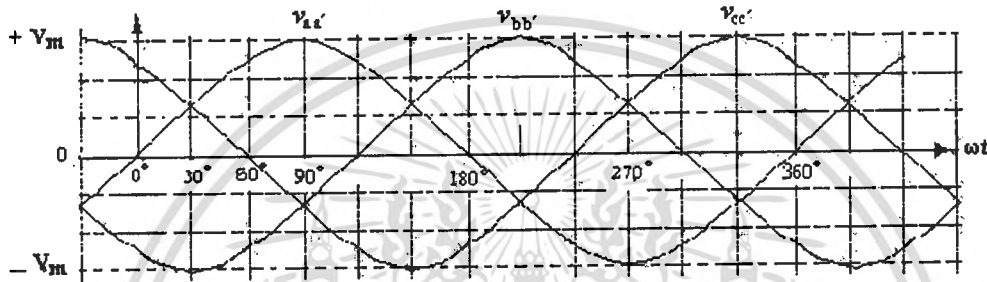
3.11 ทฤษฎีกำลังไฟฟ้าของระบบไฟ 3 เฟส

3.11.1 แหล่งกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส

แหล่งกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส (3-phase generator) จะประกอบด้วยขดลวด 3 ขดวางบนสเตเตอร์ ห่างกัน 120° เป็นผลให้เกิดแรงดัน 3 ชุดที่ขนาดและความถี่เท่ากัน แต่มุมอยู่ห่างกัน 120 องศา สำหรับไฟ ระบบ abc จะมีรูปร่างและเฟสเซอร์ตามรูปที่ 3.37 ดังนี้



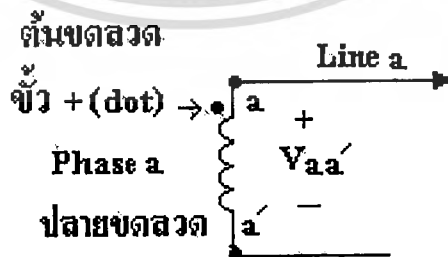
(ก) การวางขดลวด aa', bb' และ cc' (ข) เฟสเซอร์ของ $V_{aa'}$, $V_{bb'}$ และ $V_{cc'}$



(ค) รูปร่างสัญญาณของ $V_{aa'}$, $V_{bb'}$ และ $V_{cc'}$
รูปที่ 3.37 แหล่งกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส (3-phase generator)

พิจารณาจากรูป 1 พบว่าในแหล่งกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส (3-phase generator) นั้นขณะที่แกน (rotor) หมุนด้วยความเร็วคงที่จะเกิดแรงดันขึ้นมา 3 ชุดที่มีขนาดและความถี่เท่ากัน แต่เฟสจะต่างกันอยู่ 120° ซึ่งผลของการต่างเฟสนี้ก็นำไปต่อใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่น มอเตอร์ 3 เฟส ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น 3 ชุดทำการผลักและดูดกันเป็นผลให้มอเตอร์หมุนได้ด้วยแรงบิดที่สูงกว่ามอเตอร์ชนิดเฟสเดียว

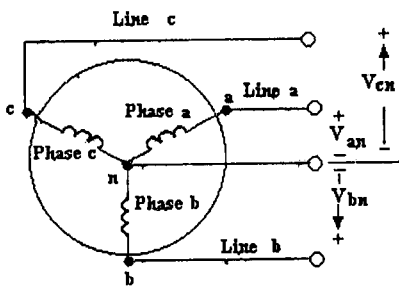
การระบุขั้วของขดลวดแรงดันบนสเตเตอร์แสดงดังรูป 3.38 กล่าวคือต้นขดลวดจะแสดงเป็น "dot" และแรงดันคร่อมขดลวดจะเรียกว่า "แรงดันเฟส (phase voltage)" ส่วนสายที่ต่อออกจากขดลวดไปใช้งานจะเรียกว่า "Line" และแรงดันสาย (line voltage) จะคร่อมสายคู่หนึ่งๆ



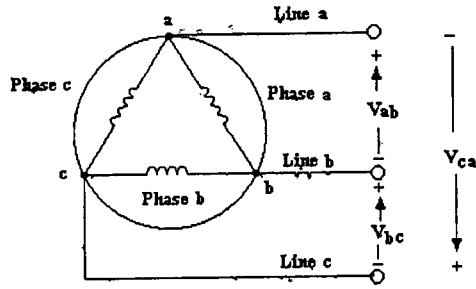
รูปที่ 3.38 การระบุขั้วของขดลวดแรงดันบนสเตเตอร์

สำหรับรูปแบบการใช้งานจะมีการต่อขดลวดอยู่ 2 แบบคือ แบบวาย (Y) ในรูป 3.9 (ก) และแบบเดลต้า (Δ) ในรูป 3.9 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การต่อขดลวดใช้งานแบบวาย (Y)



(ข) การต่อขดลวดใช้งานแบบเดลต้า (Δ)

รูปที่ 3.39 การต่อขดลวดระบบวาย (Y) และเดลต้า (Δ)

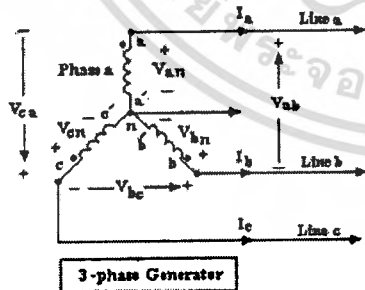
จากการสังเกตเบื้องต้นพบข้อแตกต่างระหว่างการต่อขดลวดทั้งสองแบบดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อแตกต่างระหว่างการต่อขดลวดแบบวาย (Y) และการต่อขดลวดแบบเดลต้า (Δ)

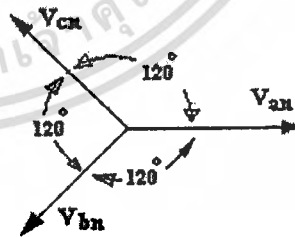
การต่อขดลวดใช้งานแบบวาย (Y)	การต่อขดลวดใช้งานแบบเดลต้า (Δ)
มีสายไฟฟ้าออกมาจากตัวระบบ 4 เส้น แรงดันเฟส (phase voltage) น้อยกว่าแรงดันสาย (line voltage) กระแสในเฟสเท่ากับกระแสในสายนั้นๆ มีจุดกราวด์ (n)	มีสายไฟฟ้าออกมาจากตัวระบบ 3 เส้น ในแต่ละเฟสมีค่าแรงดันเฟส (phase voltage) เท่ากับแรงดันสาย (line voltage) กระแสในเฟสน้อยกว่ากระแสในสายนั้นๆ ไม่มีจุดกราวด์

3.11.2 การต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟสแบบวาย (Y)

การต่อขดลวดใช้งานแบบวาย (Y) พร้อมแสดง “dot” ของขดลวดในรูป 3.40 (ก) จะพบว่าจุดรวมของปลายขดลวดทั้งหมดจะใช้เป็นจุดกราวด์ (n) ของระบบ ส่วนขั้ว “dot” ของขดลวดจะเป็นขั้วทางออกของกระแสในสาย a สาย b และ สาย c ตามลำดับ



(ก) รูปแสดงขดลวดกำเนิดไฟฟ้า



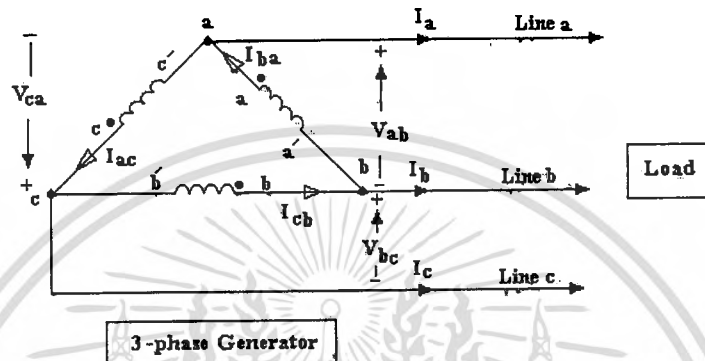
(ข) รูปเฟสเซอร์ไดอะแกรมของแรงดัน

รูปที่ 3.40 ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ลำดับ abc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11.3 การต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟสแบบ เดลต้า(Δ)

การต่อขดลวดใช้งานแบบเดลต้า (Δ) พร้อมแสดง “dot” ของขดลวดในรูป 3.41 จะใช้หลักการต่อแบบ “ ต้นขนปลาย ” ซึ่งในกรณีนี้พบว่าจะไม่มีจุดกราวด์ (n) ของระบบไฟใช้งานจะออกที่ขั้ว “dot” ของขดลวดแต่ละขดซึ่งจะทำให้ที่แต่ละขดลวดค่าแรงดันเฟส (phase voltage) เท่ากับแรงดันสาย (line voltage)



รูปที่ 3.41 การต่อขดลวดกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส 3 สาย แบบเดลต้า (Δ) ลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ชิ้นส่วนอุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง

สำหรับการหาประสิทธิภาพเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมันนี้ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้ในการทดลองดังนั้นจะต้องเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ให้มีความเหมาะสมกับการทดลองเพื่อที่จะได้ผลผลิตออกมาตามที่เราต้องการ ซึ่งมีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

4.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

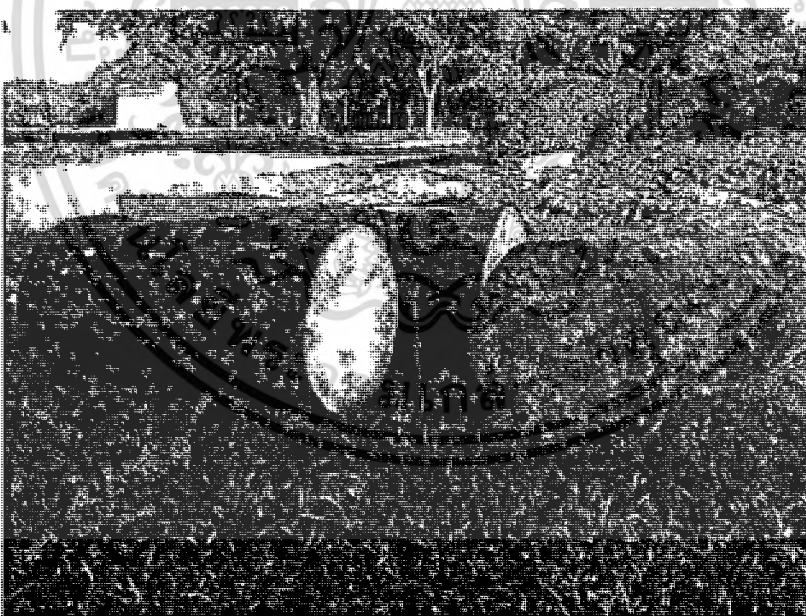
1. เครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน (ดังรูปที่4.1)
2. เครื่องเลื่อยไม้ STIHL MS 381 (ดังรูปที่4.2)
3. ไม้ปาล์มอายุไม่น้อยกว่า 20 ปีความยาว 80 เซนติเมตร (ดังรูปที่4.3)
4. เครื่องวัดความเร็วรอบ DIGICON DT-235T (ดังรูปที่4.4)
5. เครื่องปรับความเร็วรอบ (ดังรูปที่4.5)
6. เครื่องชั่งดิจิตอลขนาด 30 กิโลกรัม (ดังรูปที่4.6)
7. ตู้อบ (OVEN) รุ่น ED/FD (ดังรูปที่4.7)



รูปที่ 4.1 เครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน



รูปที่ 4.2 เครื่องเลื่อยไม้ STIHL MS 381

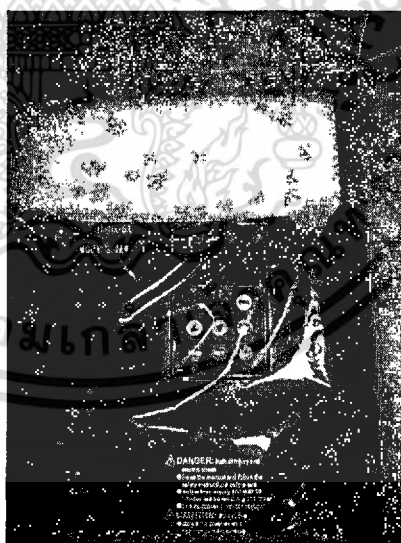
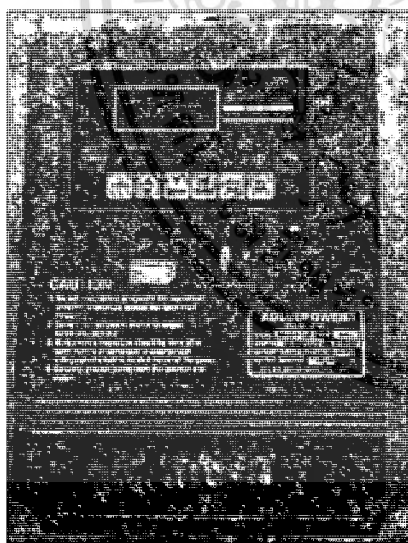


รูปที่ 4.3 ไม้ปาล์มอายุไม่น้อยกว่า 20 ปีความยาว 80 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

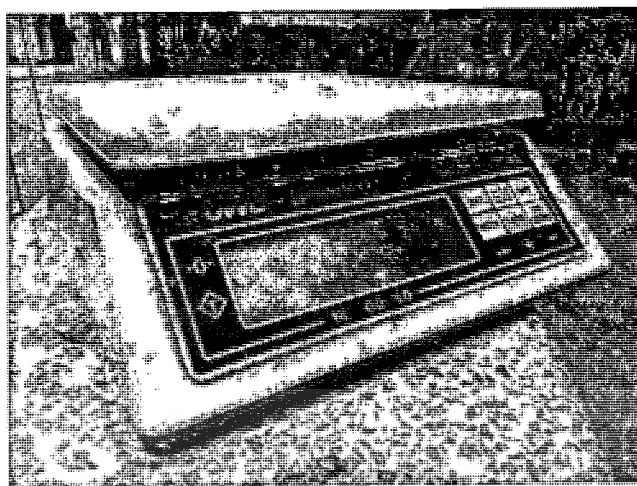


รูปที่ 4.4 เครื่องวัดความเร็วรอบ DIGICON DT-235T

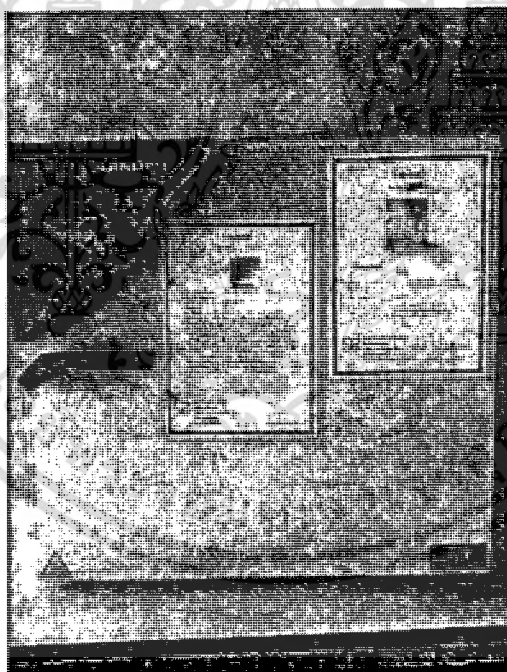


รูปที่ 4.5 เครื่องปรับความเร็วรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 เครื่องซิงติจิตอลขนาด 30 กิโลกรัม

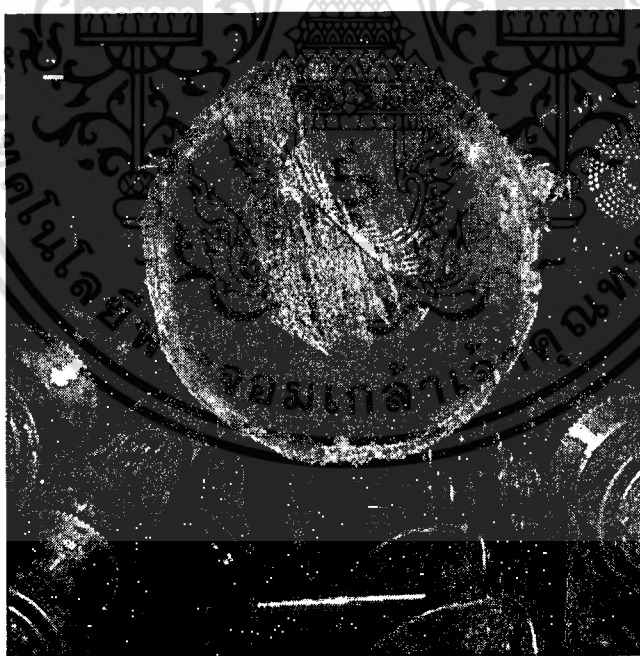


รูปที่ 4.7 ตู้อบ (OVEN) รุ่น ED/FD

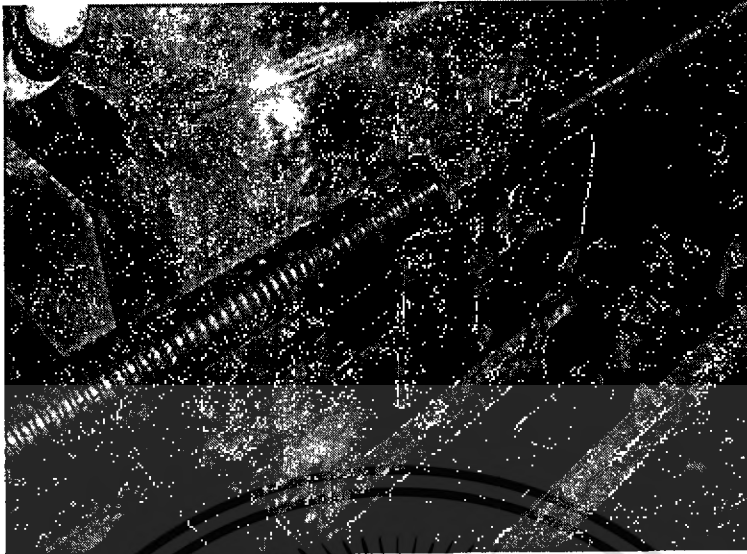
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ชิ้นส่วนเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน

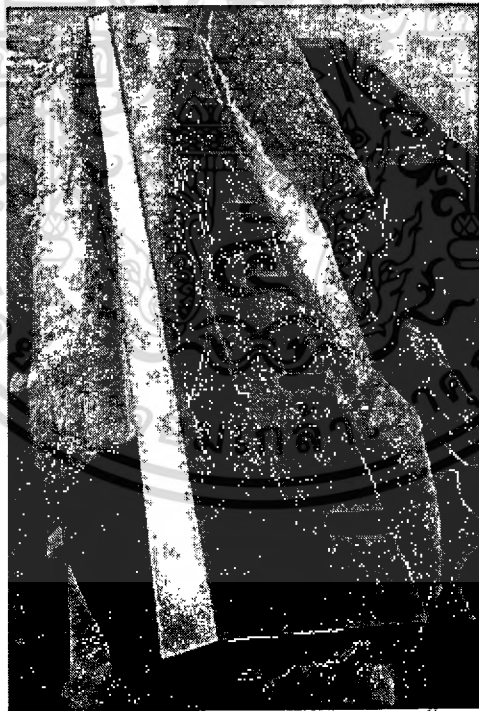
1. Rolling สำหรับหมุนประกอบไม้ปาล์มน้ำมัน (ดังรูปที่ 4.8)
2. สกรูส่งกำลัง เพื่อใช้ในการเคลื่อนชุดใบมีดและRollingประกอบไม้ (ดังรูปที่ 4.9)
3. ใบมีดสำหรับ เฉือนไม้ปาล์มน้ำมัน (ดังรูปที่ 4.10)
4. มอเตอร์เกียร์ขนาด 10 แรงม้า 1440 รอบต่อนาที อัตราทด 1/9.64 หนึ่งตัว สำหรับขับสกรูส่งกำลัง (ดังรูปที่ 4.11)
5. มอเตอร์เกียร์ขนาด 5 แรงม้า 1440 รอบต่อนาที อัตราทด 1/9.64 สองตัว สำหรับขับ Rolling (ดังรูปที่ 4.12)
6. มอเตอร์เกียร์ขนาด 1 แรงม้า 1440 รอบต่อนาที สำหรับสายพานลำเลียง (ดังรูปที่ 4.13)
7. โข่งส่งกำลัง เบอร์ 60 สามเส้น (ดังรูปที่ 4.14)
8. ชุดควบคุมเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน (ดังรูปที่ 4.15)
9. เกียร์ 3 ทาง อัตราทด 1/1 สองตัว (ดังรูปที่ 4.16)
10. ลิมิท สวิตช์ (Limit Switch) 5A 250V AC สองตัว (ดังรูปที่ 4.17)
11. ตัวรับไม้ จำนวน สี่ตัว (ดังรูปที่ 4.18)
12. ชุด HOUSING บุษของเหลือง สำหรับยึดชุดใบมีด และ คานเข้าด้วยกัน สองตัว (ดังรูปที่ 4.19)
13. คานรับน้ำหนักชุดใบมีดและชุดRolling ประกอบไม้ (ดังรูปที่ 4.20)
14. Conveyor สำหรับลำเลียงแผ่นไม้บาง (ดังรูปที่ 4.21)



รูปที่ 4.8 Rolling สำหรับหมุนประกอบไม้ปาล์มน้ำมัน

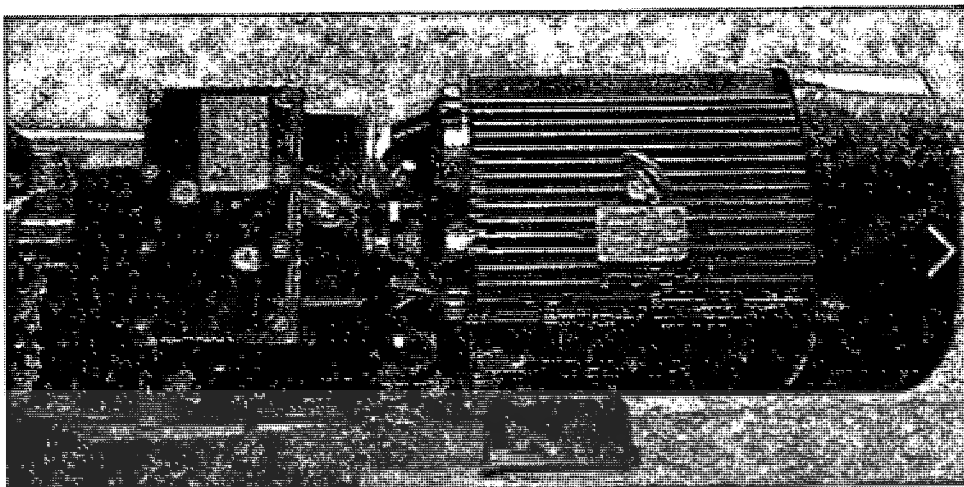


รูปที่ 4.9 สกรูส่งกำลัง เพื่อใช้ในการเคลื่อนชุดใบมีดและRollingประคองไม้

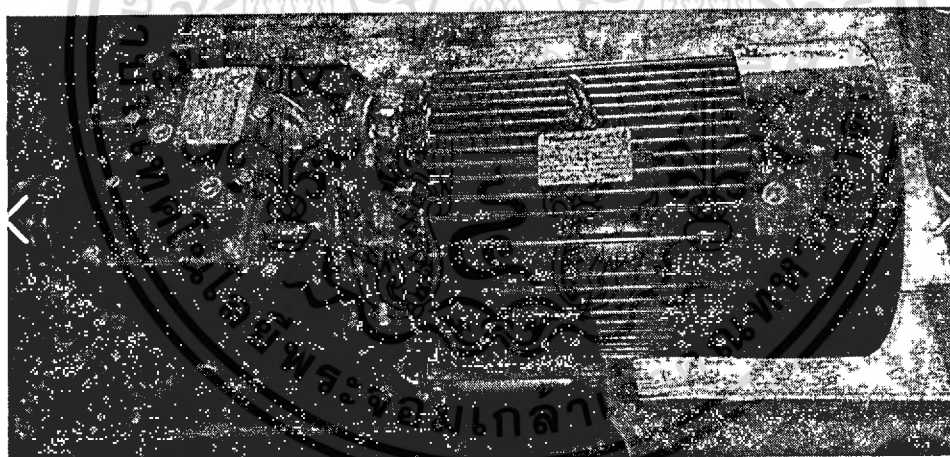


รูปที่ 4.10 ใบมีดสำหรับ เขื่อนไม้ปาล์มน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

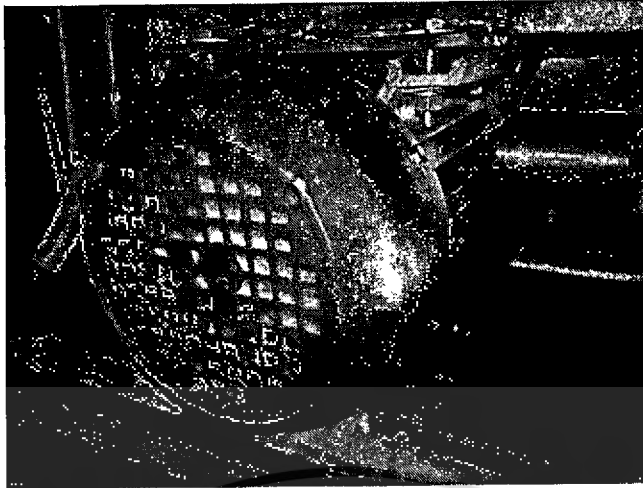


รูปที่ 4.11 มอเตอร์เกียร์ขนาด 10 แรงม้า 1440 รอบต่อนาที อัตราทด 1/9.64 หนึ่งตัว สำหรับขับสกรูส่งกำลัง

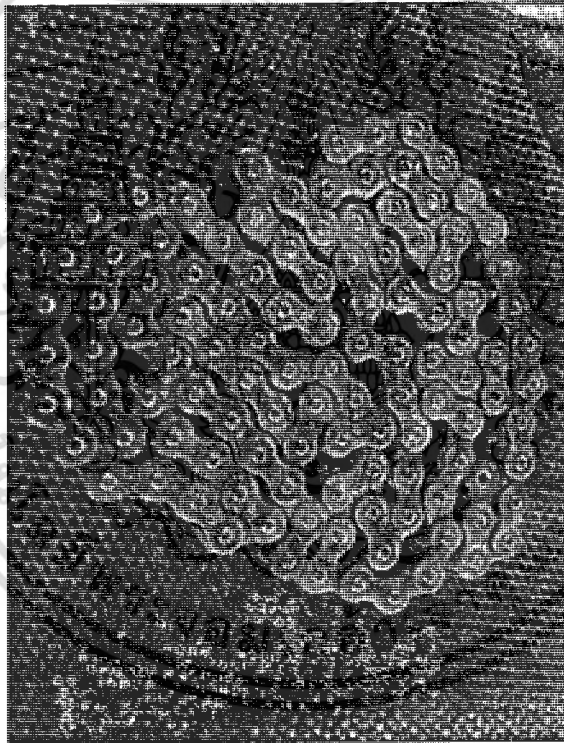


รูปที่ 4.12 มอเตอร์เกียร์ขนาด 5 แรงม้า 1440 รอบต่อนาที อัตราทด 1/9.64 สองตัว สำหรับขับ Rolling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

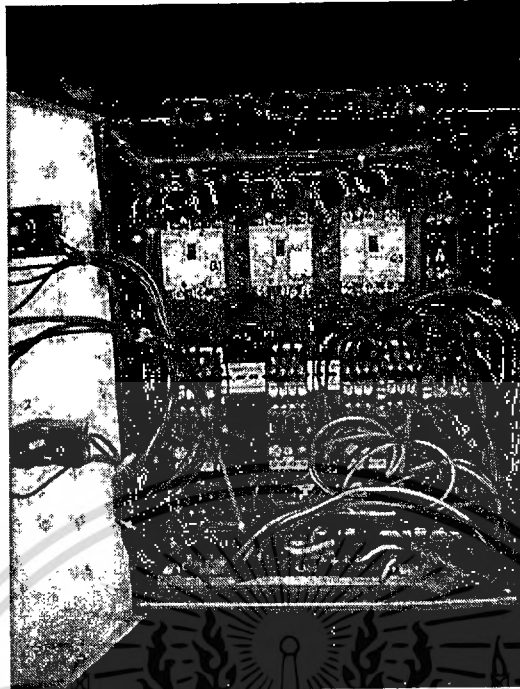


รูปที่ 4.13 มอเตอร์เกียร์ขนาด 1 แรงม้า 1440 รอบต่อนาที สำหรับสายพานลำเลียง

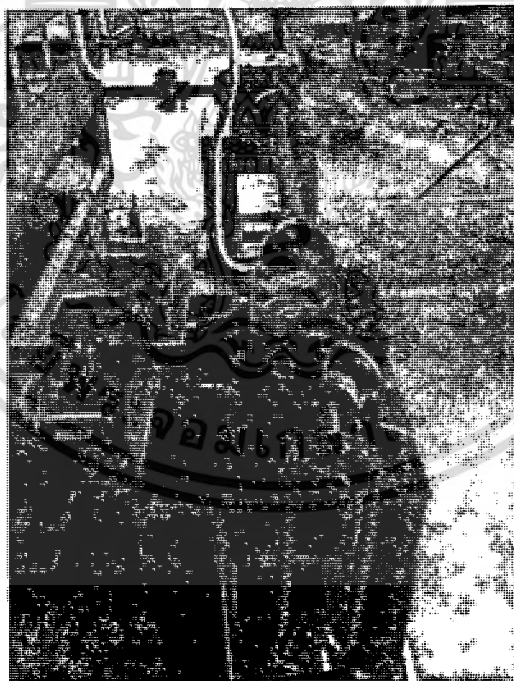


รูปที่ 4.14 โฟลูออโรสเซนต์ แลมป์ 60 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

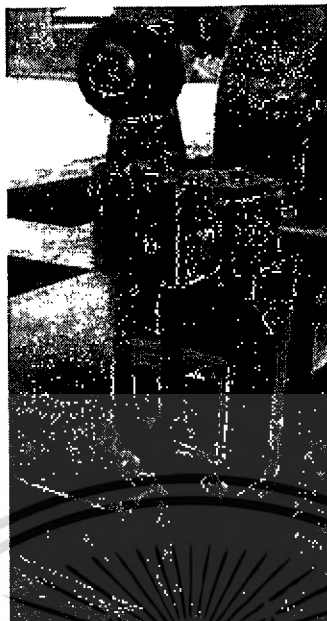


รูปที่ 4.15 ชุดควบคุมเครื่องทำไอน้ำบางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน



รูปที่ 4.16 เกียร์ 3 ทาง อัตราทด 1/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ลิ้มิต สวิทช์ (Limit Switch) 5A 250V AC สองตัว



รูปที่ 4.18 ตัวรับไม้ จำนวน สี่ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

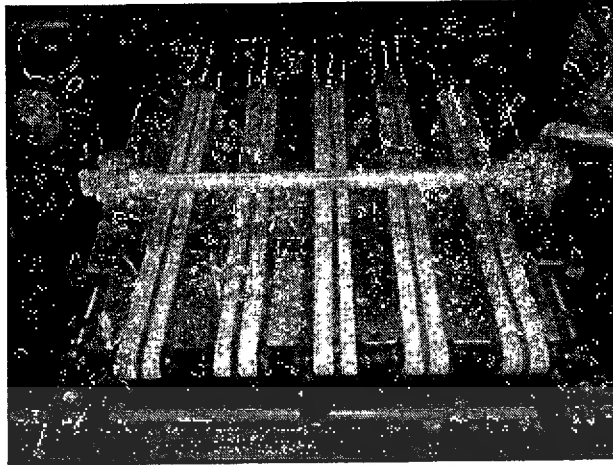


รูปที่ 4.19 ชุด HOUSING บูชทองเหลือง สำหรับยึดชุดใบมีด และ คานเข้าด้วยกัน สองตัว



รูปที่ 4.20 คานรับน้ำหนักชุดใบมีดและชุดRolling ประคองไม้

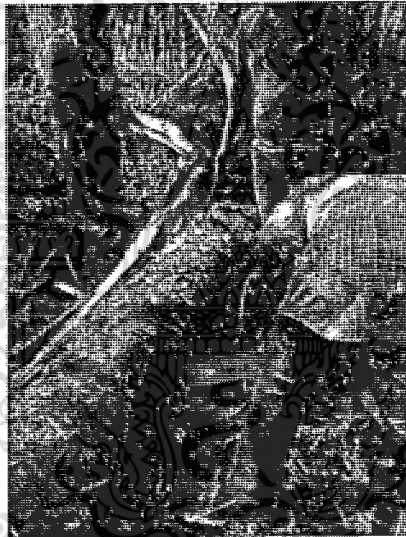
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 Conveyor สำหรับลำเลียงแผ่นไม้บาง

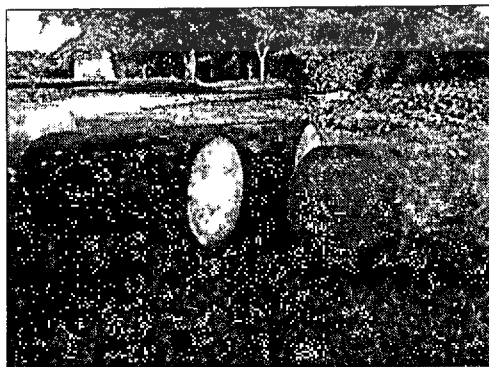
4.2 วิธีการทดลอง เครื่องทำไม้บางสำหรับลำตันปาล์มน้ำมัน

1. ตัดไม้ปาล์มที่ความสูง 3 เมตร จากโคนต้น



รูปที่ 4.22 ตัดต้นปาล์มจากโคนขึ้นไปไม่เกิน 3 เมตร

2. ตัดเป็นท่อนขนาดความยาว 80 เซนติเมตร



รูปที่ 4.23 ลักษณะของไม้ปาล์มน้ำมัน

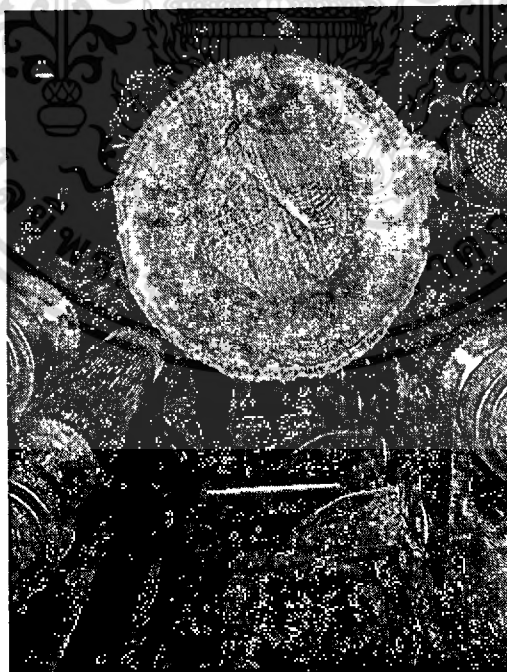
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตรวจสอบความพร้อมชุด Control ก่อนใช้งาน



รูปที่ 4.24 ลักษณะการตรวจสอบ

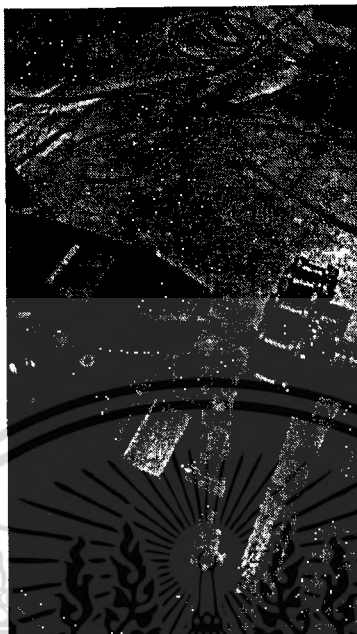
4. นำไม้ที่ได้ขนาด เข้าเครื่องทำไม้บาง



รูปที่ 4.25 ภาพแสดงถึงการนำไม้เข้าเครื่องทำไม้บาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการตรวจเช็คความเร็วรอบของลูกกลิ้งประคองไม้ และความเร็วรอบในการป้อนชุดมีด ที่ต้องการทดลอง



รูปที่ 4.26 รูปแสดงการวัดความเร็วรอบ

6. ทำการเดินเครื่องทำไม้บางตามความเร็วรอบที่ต้องการ จากนั้นนำแผ่นไม้บาง ที่ออกจากเครื่องทำไม้บาง มาทำการวัดความหนาของไม้ ของแต่ละความเร็วรอบ



รูปที่ 4.27 รูปแสดงการตรวจสอบขนาด

7. นำแผ่นไม้บางของแต่ละตัวอย่างการทดลองมาชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาความชื้นของแต่ละตัวอย่างการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 รูปขนาดนำแผ่นไม้บางมาซังน้ำหนัก

8. นำแผ่นไม้บาง มาทำการอบด้วย เครื่องอบ(OVEN) รุ่น ED/FD



รูปที่ 4.29 ภาพแสดงการนำไม้ปาล์มเข้าเครื่องอบ

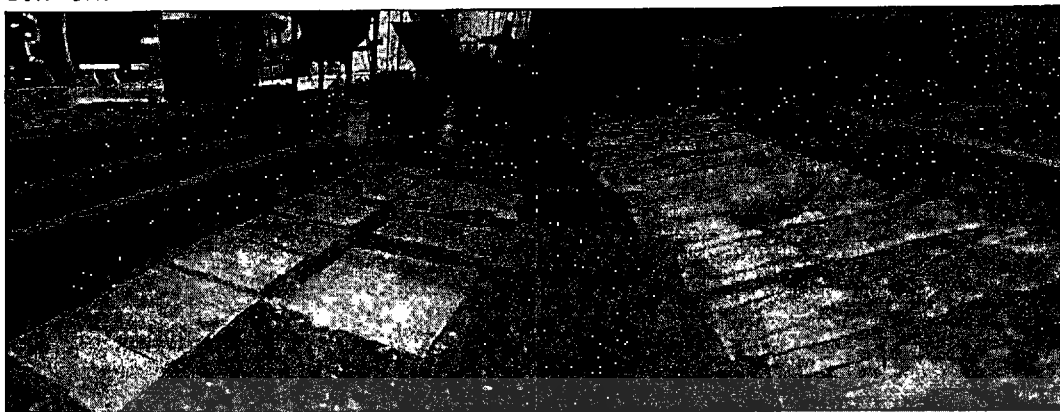
9. จากนั้นนำแผ่นไม้บางที่ผ่านการอบ มาซังน้ำหนักเพื่อคำนวณหาค่าความชื้นของแต่ละตัวอย่างไม้



รูปที่ 4.30 รูปขนาดนำแผ่นไม้บางมาซังน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เก็บผลการทดลอง



รูปที่ 4.31 ลักษณะแผ่นไม้บางที่ความเร็วรอบต่าง ๆ

4.3 ผลการทดลอง

การทดลองทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้นที่ 74%, 65%, 55% โดยใช้ความเร็วรอบของลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 100, 120, 140 รอบต่อนาที และความเร็วการป้อนชุดมีด 9, 18, 27 รอบต่อนาที

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 74% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที

ความเร็วการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.74	515.20
0.59	2.60	1,117.40
0.88	2.92	> 1,200

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 74% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.72	> 1,200
0.59	2.30	> 1,200
0.88	2.77	> 1,200

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 74% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.59	> 1,200
0.59	2.02	> 1,200
0.88	2.63	> 1,200

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 65% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง
ประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.68	480.20
0.59	2.52	1,036.40
0.88	2.89	>1,200

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 65% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง
ประคองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.63	1,174.20
0.59	2.05	>1,200
0.88	2.61	>1,200

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 65% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง
ประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.52	>1,200
0.59	1.85	>1,200
0.88	2.36	>1,200

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 55% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง
ประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.65	429.5
0.59	2.51	1,008.4
0.88	2.80	>1,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 55% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง ประคองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.44	1,108
0.59	1.80	>1,200
0.88	2.32	>1,200

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 55% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง ประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที

จากตารางการทดลองที่ ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการทำไม้บางด้วยไม้ปาล์มน้ำมันที่ความชื้น 74% โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความชื้นและความเร็วรอบที่เหมาะสมที่สุดจากทุกการทดลอง

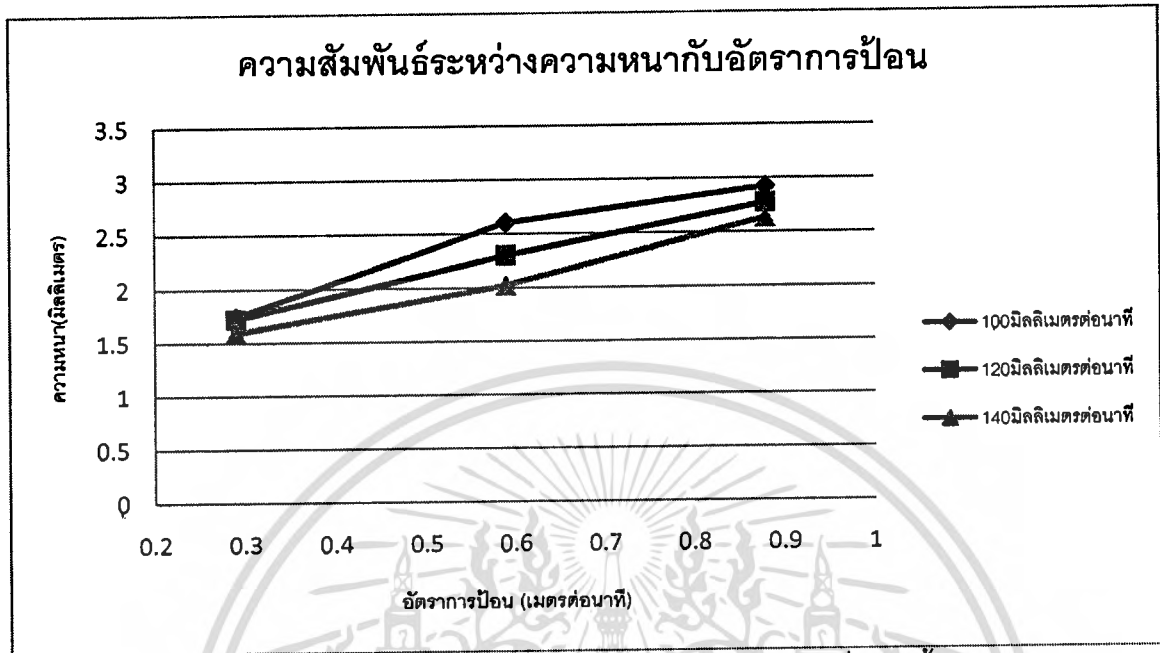
ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.44	>1,200
0.59	1.80	>1,200
0.88	2.32	>1,200

ตารางที่ 4.10 การทดลองความเร็วของสายพานลำเลียงที่เหมาะสมสำหรับใช้ กับความเร็วรอบลูกกลิ้ง ประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที

ความเร็วของสายพานลำเลียง (เมตรต่อนาที)	ลักษณะไม้ที่ได้
216	แผ่นไม้บางเกิดการสะสมกองบนสายพานลำเลียง
298	สามารถลำเลียงแผ่นไม้บางออกมาได้ โดยไม่สะสมและไม่ขาด
432	การเคลื่อนที่ของสายพานเร็วเกินไป ทำให้แผ่นไม้บางเกิดการฉีกขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงผลการทดลอง การทำไม้บางด้วยไม้ปาเลียมน้ำมันที่มีความชื้นที่ 74% โดยใช้ความเร็วรอบของ ลูกกลิ้งประคองไม้ และความเร็วรอบการป้อนชุดมีดที่แตกต่างกัน

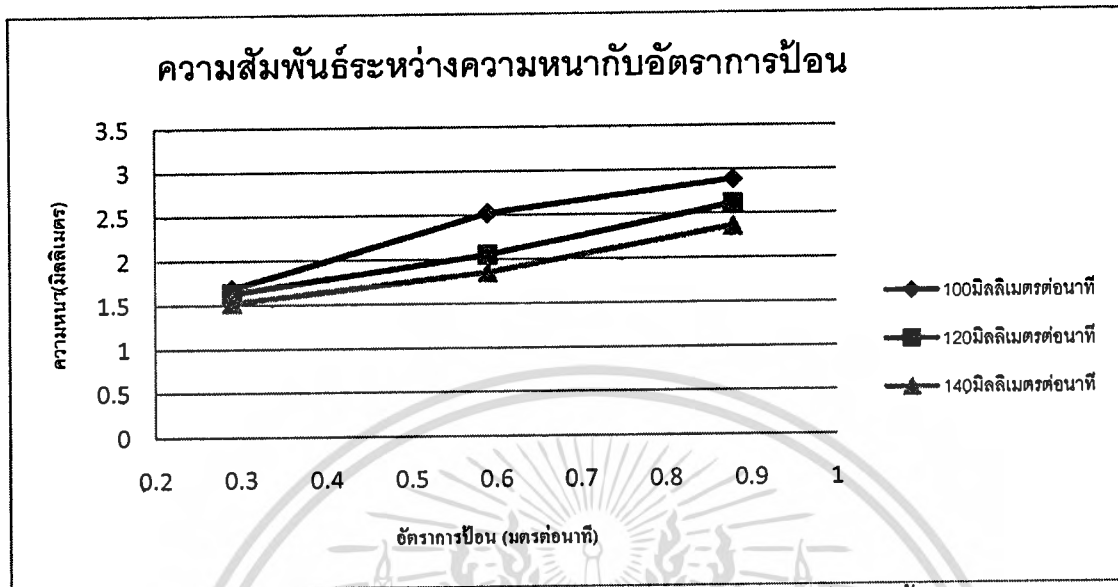


รูปที่ 4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนา กับ อัตราการป้อน ที่ความชื้น 74%

จากการทดลองนำไม้ปาเลียมน้ำมันที่มีความชื้นเท่ากับ 74% มาเข้าเครื่องทำไม้บาง ที่ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้เท่ากับ 100, 120, 140 รอบต่อนาที และตามลำดับ ความหนาของแผ่นไม้บางที่ออกจากเครื่องทำไม้บาง จะความหนาเพิ่มมากขึ้นตามความเร็วรอบของการป้อนชุดมีด ดังนี้คือ เมื่อความเร็วรอบชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที อัตราการป้อนเท่ากับ 0.29 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 1.74 มิลลิเมตร แต่จะความยาวของแผ่นไม้บางที่น้อยคือ 515.20 มิลลิเมตร เพราะเนื่องจากความเร็วรอบของลูกกลิ้งประคองไม้และความเร็วรอบการป้อนชุดมีดไม่สัมพันธ์กัน, อัตราการป้อน 0.59 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.60 มิลลิเมตร แต่ความยาวของแผ่นไม้บางที่ได้ยังน้อยอีกเช่นเดียวกันคือ 1,117.40 มิลลิเมตร, อัตราการป้อน 0.88 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.92 มิลลิเมตร ส่วนความยาวของแผ่นไม้บางนั้นยาวมากกว่า 1200 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไข เมื่อเพิ่มความเร็วรอบชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที และใช้ อัตราการป้อน 0.29 เมตรต่อนาที ความหนาของแผ่นไม้บางเท่ากับ 1.72 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มากกว่า 1200 มิลลิเมตร, อัตราการป้อน 0.59 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.30 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มากกว่า 1200 มิลลิเมตร, อัตราการป้อน 0.88 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.77 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มากกว่า 1200 มิลลิเมตร เมื่อเพิ่มความเร็วรอบชุดลูกกลิ้งประคองไม้ 140 rpm อัตราการป้อน 0.29 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 1.59 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มากกว่า 1200 มิลลิเมตร, อัตราการป้อน 0.59 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.02 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มากกว่า 1200 มิลลิเมตรและที่อัตราการป้อน 0.88 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.63 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มากกว่า 1200 มิลลิเมตรอีกเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

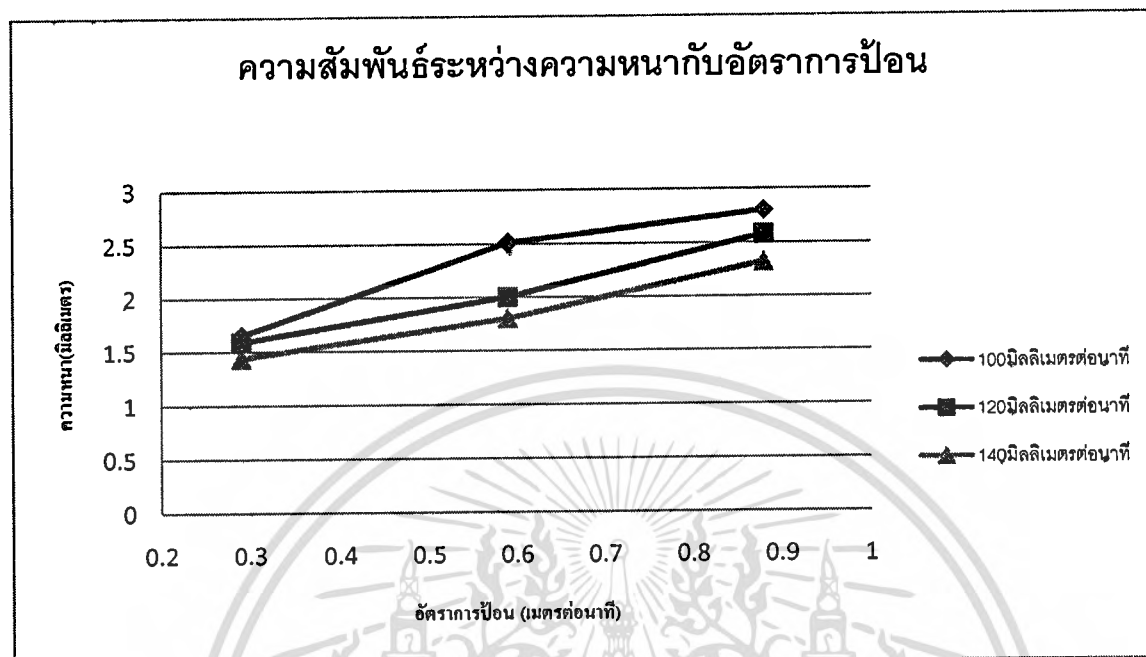
กราฟแสดงผลการทดลอง การทำไม้บางด้วยไม้ปาเล่ น้ำมันที่มีความชื้นที่ 65% โดยใช้ความเร็วรอบของ ลูกกลิ้งประคองไม้ และความเร็วรอบการป้อนชุดมีดที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับอัตราการป้อน ที่ความชื้น 65%

จากการทดลองนำไม้ปาเล่ น้ำมันที่มีความชื้นเท่ากับ 65% มาเข้าเครื่องทำไม้บาง ที่ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้เท่ากับ 100, 120, 140 รอบต่อนาที และตามลำดับ ความหนาของแผ่นไม้บางที่ออกจากเครื่องทำไม้บาง จะความหนาเพิ่มมากขึ้นตามความเร็วรอบของการป้อนชุดมีด ดังนี้คือ เมื่อความเร็วรอบชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที อัตราการป้อนเท่ากับ 0.29 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 1.68 มิลลิเมตร แต่จะได้ความยาวของแผ่นไม้บางน้อยคือ 480.2 มิลลิเมตร เพราะเนื่องจากความเร็วรอบของลูกกลิ้งประคองไม้และความเร็วรอบการป้อนชุดมีดไม่สัมพันธ์กัน, อัตราการป้อน 0.59 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.52 มิลลิเมตร แต่ความยาวของแผ่นไม้บางที่ได้ยังน้อยอีกเช่นเดียวกันคือ 1,036.4 มิลลิเมตร, อัตราการป้อน 0.88 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.89 มิลลิเมตร ส่วนความยาวของแผ่นไม้บางนั้นยาวมากกว่า 1200 มิลลิเมตรซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไข จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที และใช้อัตราการป้อน 0.29 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 1.63 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้คือ 1,174.20 มิลลิเมตร, อัตราการป้อน 0.59 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.05 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มาก 1200 มิลลิเมตร, อัตราการป้อน 0.88 เมตรต่อนาที ความหนาของแผ่นไม้บางเท่ากับ 2.61 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มาก 1200 มิลลิเมตร เมื่อเพิ่มความเร็วรอบชุดลูกกลิ้งประคองไม้ 140 รอบต่อนาที อัตราการป้อน 0.29 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 1.52 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มาก 1200 มิลลิเมตร, อัตราการป้อน 0.59 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 1.85 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มาก 1200 มิลลิเมตร และที่อัตราการป้อน 0.88 มิลลิเมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.36 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มาก 1200 เมตรอีกเช่นกัน

กราฟแสดงผลการทดลอง การทำไม้บางด้วยไม้ปาเลียมน้ำมันที่มีความชื้นที่ 55% โดยใช้ความเร็วรอบของ ลูกกลิ้งประคองไม้ และความเร็วรอบการป้อนชุดมิตที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.34 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนากับอัตราการป้อน ที่ความชื้น 55%

จากการทดลองนำไม้ปาเลียมน้ำมันที่มีความชื้นเท่ากับ 65% มาเข้าเครื่องทำไม้บาง ที่ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้เท่ากับ 100, 120, 140 รอบต่อนาที และตามลำดับ ความหนาของแผ่นไม้บางที่ออกจากเครื่องทำไม้บาง จะความหนาเพิ่มมากขึ้นตามความเร็วรอบของการป้อนชุดมิต ดังนี้คือ เมื่อความเร็วรอบชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที อัตราการป้อนเท่ากับ 0.29 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 1.65 มิลลิเมตร แต่จะได้ความยาวของแผ่นไม้บางน้อยคือ 429.5 มิลลิเมตร เพราะเนื่องจากความเร็วรอบของลูกกลิ้งประคองไม้และความเร็วรอบการป้อนชุดมิตไม่สัมพันธ์กัน อัตราการป้อน 0.59 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.51 มิลลิเมตร แต่ความยาวของแผ่นไม้บางที่ได้ยังน้อยอีก เช่นเดียวกันคือ 1008.4 มิลลิเมตร อัตราการป้อน 0.88 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.80 มิลลิเมตร ส่วนความยาวของแผ่นไม้บางนั้นยาวมากกว่า 1200 มิลลิเมตรซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไข จากนั้นเพิ่มความเร็วรอบชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที และใช้อัตราการป้อน 0.29 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 1.59 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้คือ 1108 มิลลิเมตร อัตราการป้อน 0.59 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.00 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มาก 1200 มิลลิเมตร อัตราการป้อน 0.88 เมตรต่อนาที ความหนาของแผ่นไม้บางเท่ากับ 2.58 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มาก 1200 มิลลิเมตร เมื่อเพิ่มความเร็วรอบชุดลูกกลิ้งประคองไม้ 140 รอบต่อนาที อัตราการป้อน 0.29 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 1.44 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มาก 1200 มิลลิเมตร อัตราการป้อน 0.59 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 1.80 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มากกว่า 1200 มิลลิเมตร และที่อัตราการป้อน 0.88 เมตรต่อนาที ความหนาไม้บางเท่ากับ 2.32 มิลลิเมตร ความยาวที่ได้มาก 1200 มิลลิเมตรอีกเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองนำไม้ปาล์มน้ำมันที่มีค่าความชื้นที่แตกต่างกัน คือ 74%, 65%, 55% ตามลำดับ มาเข้าเครื่องทำไม้บาง ขนาดความหนาของแผ่นไม้บางที่ได้นั้น จะมีความหนาสัมพันธ์กับความเร็วรอบในการป้อนชุดมีดและความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้ นำไม้ปาล์มน้ำมันทั้ง 3 ค่าความชื้นข้างต้น มาทำการทดลองเข้าเครื่องทำไม้บางโดยใช้ความเร็วรอบการป้อนชุดมีดที่ 0.29 เมตรต่อนาที, 0.59 เมตรต่อนาที, 0.88 เมตรต่อนาที และใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที, 120 รอบต่อนาที, 140 รอบต่อนาที พบว่าที่ความเร็วรอบของลูกกลิ้งประคองไม้ 100 รอบต่อนาที แผ่นไม้บางที่ได้นั้นจะมีความหนามากที่สุดแต่ความยาวของแผ่นไม้บางจะน้อยไม่สามารถปอกออกได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากความเร็วรอบของลูกกลิ้งประคองไม้และความเร็วรอบการป้อนชุดมีดไม่สัมพันธ์กัน แต่เมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้เป็นความเร็ว 120 รอบต่อนาที แล้วทำการทดลองทำไม้บางด้วยความเร็วรอบในการป้อนชุดมีดเดียวกันแผ่นไม้บางที่ได้จะบางกว่า แต่สามารถปอกได้ความยาวต่อเนื่องที่ดีกว่า จากนั้นทำการทดลองเพิ่มความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้เป็น 140 รอบต่อนาที จากนั้นทำการทดลองทำไม้บางที่ความเร็วรอบในการป้อนชุดมีดเดียวกันกับสองการทดลองข้างต้น คือที่ 0.29 เมตรต่อนาที, 0.59 เมตรต่อนาที, 0.88 เมตรต่อนาที ตามลำดับ พบว่าแผ่นไม้บางที่ได้นั้นจะมีความยาวที่สามารถปอกได้อย่างต่อเนื่องมากที่สุดจากทุกตัวอย่างการทดลองข้างต้น โดยเฉพาะที่ความเร็วการป้อนชุดมีด 0.88 เมตรต่อนาที จะได้แผ่นไม้บางที่ยาวและหนาที่สุด จึงได้ทดลองหาความเร็วของสายพานลำเลียงที่เหมาะสม จากการทดลองพบว่า สายพานลำเลียงที่ด้วยความเร็ว 298 เมตรต่อนาที เป็นเป็นความเร็วที่เหมาะสมสามารถลำเลียงแผ่นไม้บางออกมาได้โดยไม่ขาดและไม่กองสะสม

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า ใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที และความเร็วของการป้อนชุดมีดที่ 0.88 เมตรต่อนาที สามารถทำไม้บางได้ยาวและหนาที่สุด ส่วนความเร็วการเคลื่อนที่ของสายพานลำเลียง ที่ 298 เมตรต่อนาที จึงไม่ทำให้ไม้บางที่ทำการปอกไม่ให้ขาดในระหว่างการเคลื่อนย้ายออกจากเครื่อง

บรรณานุกรม

- [1] กรจินันท์และคณะ การพัฒนาเครื่องอบไม้ปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับหลอดฮาโลเจนและลมร้อน
- [2] จรุงกู เจริญเนตรกุล และ อัมพร หมดแสละ ศึกษา “การนำไม้ปาล์มน้ำมันมาใช้งานวิศวกรรม” โดยการศึกษาการนำไม้ปาล์มน้ำมันมาใช้งานวิศวกรรมเพื่อเป็นการนำไม้ปาล์มน้ำมันมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของไม้
- [3] ไพฑูรย์ จุลนวลและคณะ ศึกษา “เครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียง” การทดลองอบไม้ปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องอบไม้ปาล์มด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียง
- [4] วุฒิกกร การศึกษาเครื่องอบไม้แผ่นบางแบบกระบวนการต่อเนื่องมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลกระทบรวมทั้งความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ
- [5] H.P.S. Abdul Khalilet al.ศึกษา “Optimization of bioresource material from oil palm trunk core drying using microwave radiation; a response surface methodology application” ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพจากการอบไม้ปาล์มน้ำมันโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ
- [6] E.Bakar et al. ศึกษา “Polygon Sawing : An Optimum Sawing Pattern Oil Palm Stems” โดยรูปแบบการเลื่อยต้นปาล์มมีอยู่ 3 รูปแบบ
- [7] Yeoh Beng Hoong, Yueh Feng Loh , Abd. Wahab Nor hafizah, Md. Tahir Paridah, Harun Jalaluddin. Development of a new pilot scale production of high grade oil palm plywood: Effect of pressing pressure. *Materials and Design* 36 (2012) 215–219
- [8] Yoshinori Murata, Ryohei Tanaka, Kiyohiko Fujimoto, Akihiko Kosugi, Takamitsu Arai, Eiji Togawa, Tsutomu Takano, Wan Asma Ibrahim, Puad Elham, Othman Sulaiman, Rokiah Hashim, Yutaka Mori. Development of sap compressing systems from oil palm trunk. *bio mass and bio energy* 51 (2013) 8e1 6
- [9] O. Sulaiman , N. Salim, R. Hashim, L.H.M. Yusof, W. Razak, N.Y.M. Yunus, W.S. Hashim, M.H. Azmy. Evaluation on the suitability of some adhesives for laminated veneer lumber from oil palm trunks. *Materials and Design* 30 (2009) 3572–3580
- [10] Parisa Amouzgar, H.P.S. Abdul Khalil,*, Babak Salamatinia, Ahmad Zuhairi Abdullah, A.M. Issam. Optimization of bioresource material from oil palm trunk core drying using microwave radiation; a response surface methodology application. *Bioresource Technology* 101 (2010) 8396–8401
- [11] Noor Afeefah Nordin, Othman Sulaiman, Rokiah Hashim, Nurjannah Salim, Masatoshi Sato, Salim Hiziroglu. Properties of laminated panels made from compressed oil palm trunk. *Composites: Part B* 52 (2013) 100–105



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

ตารางผลการทดลองเครื่องทำแผ่นไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 74% โดยใช้
ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.80	520
	1.75	504
	1.80	472
	1.65	502
	1.70	578
ค่าเฉลี่ย	1.74	515.20

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.59	2.45	1,027
	2.40	1,152
	2.50	1,302
	2.90	984
	2.75	1,122
ค่าเฉลี่ย	2.60	1,117.40

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.88	3.00	> 1,200
	2.95	> 1,200
	2.85	> 1,200
	3.05	> 1,200
	2.75	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	2.92	> 1,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 74% โดยใช้
ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.75	> 1,200
	1.70	> 1,200
	1.60	> 1,200
	1.75	> 1,200
	1.80	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	1.72	> 1,200

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.59	1.95	> 1,200
	2.05	> 1,200
	2.45	> 1,200
	2.55	> 1,200
	2.50	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	2.30	> 1,200

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.88	2.70	> 1,200
	2.75	> 1,200
	2.65	> 1,200
	2.85	> 1,200
	2.90	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	2.77	> 1,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 74% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 140 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.35	> 1,200
	1.65	> 1,200
	1.80	> 1,200
	1.50	> 1,200
	1.65	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	1.59	> 1,200

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.59	1.95	> 1,200
	1.95	> 1,200
	2.05	> 1,200
	2.15	> 1,200
	2.00	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	2.02	> 1,200

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.88	2.00	> 1,200
	2.65	> 1,200
	2.35	> 1,200
	2.45	> 1,200
	2.70	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	2.63	> 1,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 65% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.65	428
	1.75	540
	1.85	430
	1.60	505
	1.55	498
ค่าเฉลี่ย	1.68	480.20

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.59	2.35	954
	2.35	944
	2.60	1,147
	2.75	968
	2.55	1,169
ค่าเฉลี่ย	2.52	1,036.40

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.88	2.95	> 1,200
	2.85	> 1,200
	2.95	> 1,200
	2.70	> 1,200
	3.00	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	2.89	> 1,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 65% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประกอบไม้ที่ 120 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.65	1,124
	1.55	1,296
	1.60	1,194
	1.65	1,193
	1.70	1,064
ค่าเฉลี่ย	1.63	1,174.20

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.59	1.75	> 1,200
	2.25	> 1,200
	1.85	> 1,200
	1.95	> 1,200
	2.45	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	2.05	> 1,200

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.88	2.70	> 1,200
	2.75	> 1,200
	2.65	> 1,200
	2.45	> 1,200
	2.50	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	2.61	> 1,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 65% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประกอบไม้ที่ 140 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.45	> 1,200
	1.65	> 1,200
	1.40	> 1,200
	1.45	> 1,200
	1.65	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	1.52	> 1,200

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.59	1.85	> 1,200
	1.90	> 1,200
	1.75	> 1,200
	1.85	> 1,200
	1.90	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	1.85	> 1,200

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.88	2.00	> 1,200
	2.25	> 1,200
	2.30	> 1,200
	2.65	> 1,200
	2.60	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	2.36	> 1,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 55% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 100 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.70	402
	1.65	472
	1.75	465
	1.50	398
	1.65	412
ค่าเฉลี่ย	1.65	429.5

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.59	2.25	982
	2.45	1018
	2.70	1,159
	2.50	945
	2.65	938
ค่าเฉลี่ย	2.51	1008.4

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.88	2.90	> 1,200
	2.85	> 1,200
	2.80	> 1,200
	2.70	> 1,200
	2.75	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	2.80	> 1,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 55% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประกอบไม้ที่ 120 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.65	1,005
	1.45	1,120
	1.45	1,228
	1.65	1,012
	1.75	1,175
ค่าเฉลี่ย	1.59	1108

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.59	1.85	> 1,200
	1.90	> 1,200
	2.25	> 1,200
	2.05	> 1,200
	1.95	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	2.00	> 1,200

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.88	2.65	> 1,200
	2.70	> 1,200
	2.60	> 1,200
	2.45	> 1,200
	2.50	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	2.58	> 1,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 ผลการทดลองทำไม้บาง ด้วยตัวอย่างไม้ปาล์มน้ำมันที่มีความชื้น 55% โดยใช้ความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งประคองไม้ที่ 120 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.29	1.45	> 1,200
	1.30	> 1,200
	1.45	> 1,200
	1.35	> 1,200
	1.65	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	1.44	> 1,200

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.59	1.90	> 1,200
	1.85	> 1,200
	1.80	> 1,200
	1.70	> 1,200
	1.75	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	1.80	> 1,200

ความเร็วรอบการป้อนชุดมีด (เมตรต่อนาที)	ความหนา (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)
0.88	1.95	> 1,200
	2.35	> 1,200
	2.25	> 1,200
	2.50	> 1,200
	2.55	> 1,200
ค่าเฉลี่ย	2.32	> 1,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ภาพการทดลองเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพการทดลองเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน



รูปที่ ข.1 การป้อนไม้เข้าเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน



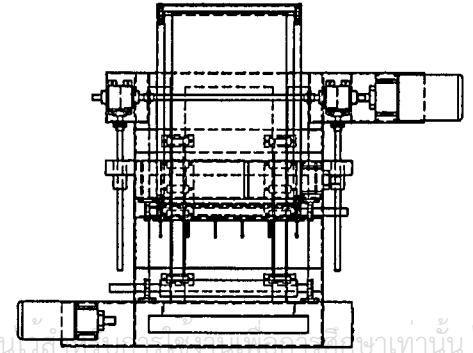
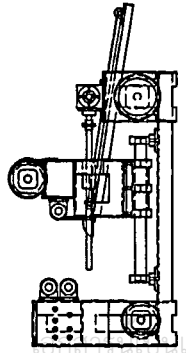
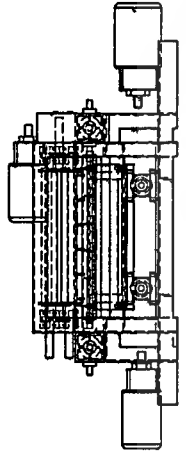
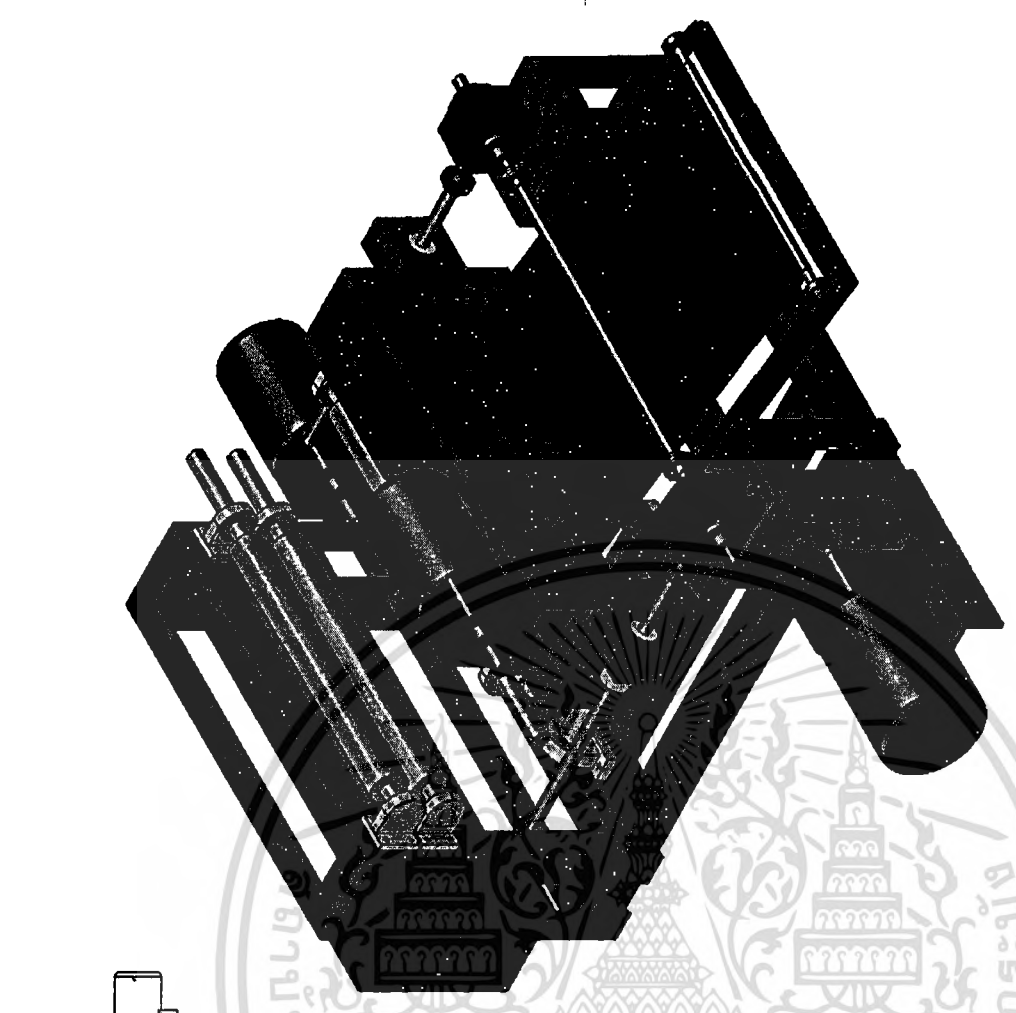
รูปที่ ข.2 ลักษณะของไม้ปาล์มที่ได้จากเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค
Drawing เครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องทำไม้บางปาล์มไม้มี

DWG NO.

DRAWN	CHECKED	APPROVED	MFG	Q.A	NAME	SIGNATURE	DATE	REVISION	TITLE
					K.Sattawat				

MATERIAL:

SHEET 1 OF 1

SCALE: 1:50

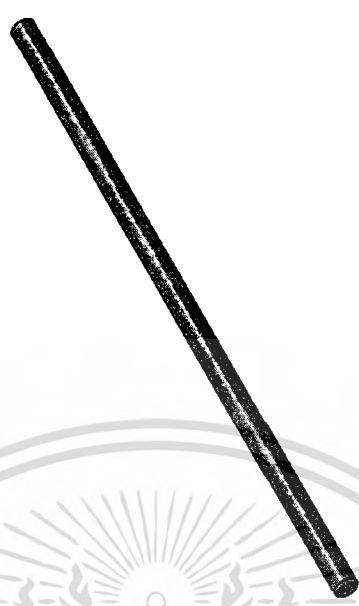
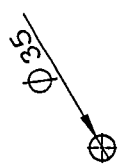
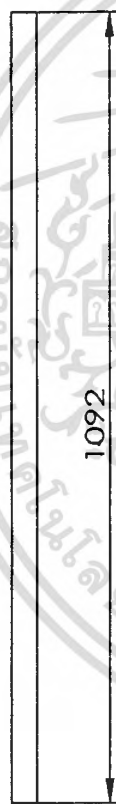
WEIGHT:

เอกสารที่สงวนไว้... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A

B

C



DRAWN		NAME	SIGNATURE	DATE	REVISION	TITLE
CHKD		K.Sattawat				
APPRD						
MFG						
Q.A						
		MATERIAL:		DWG NO. A4		
		WEIGHT:		SCALE: 1:10		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

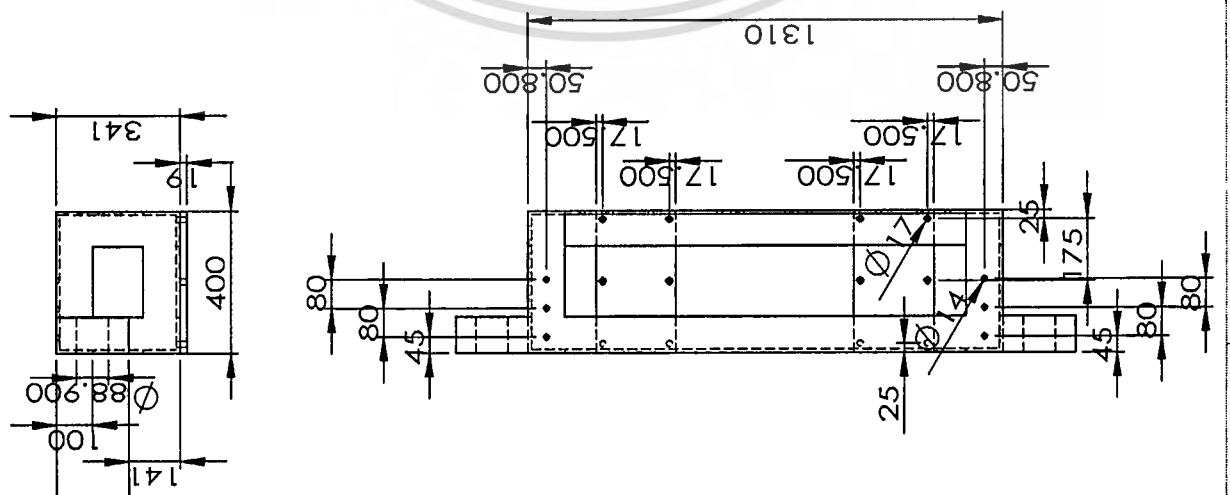
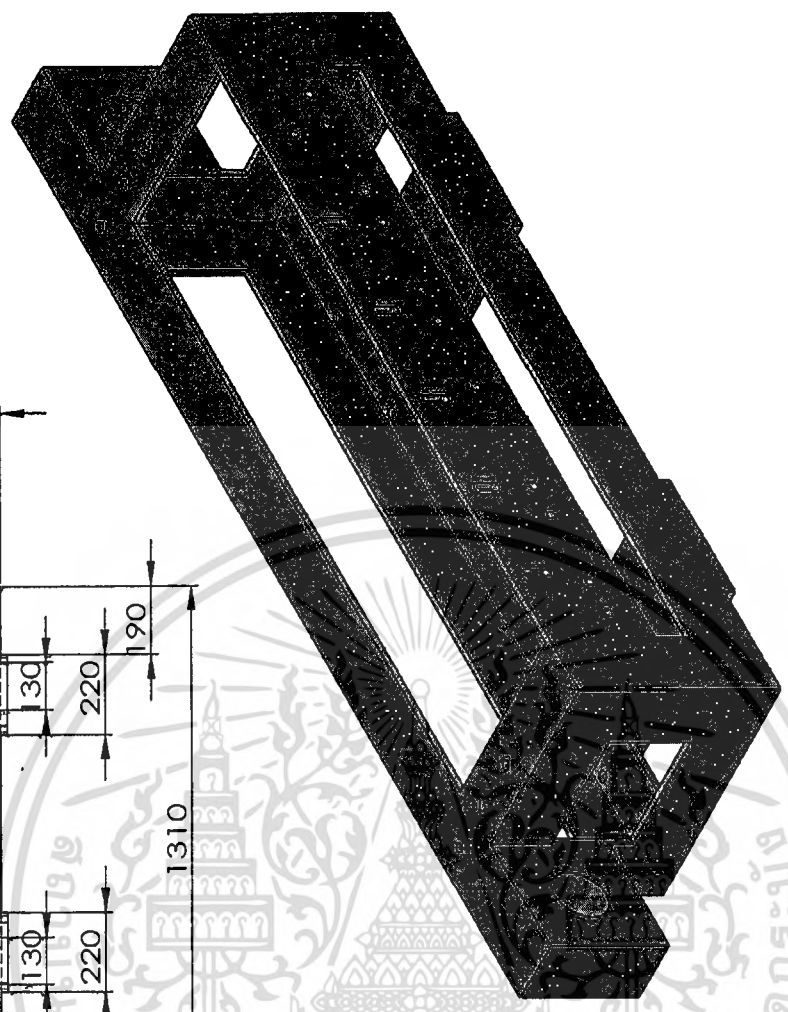
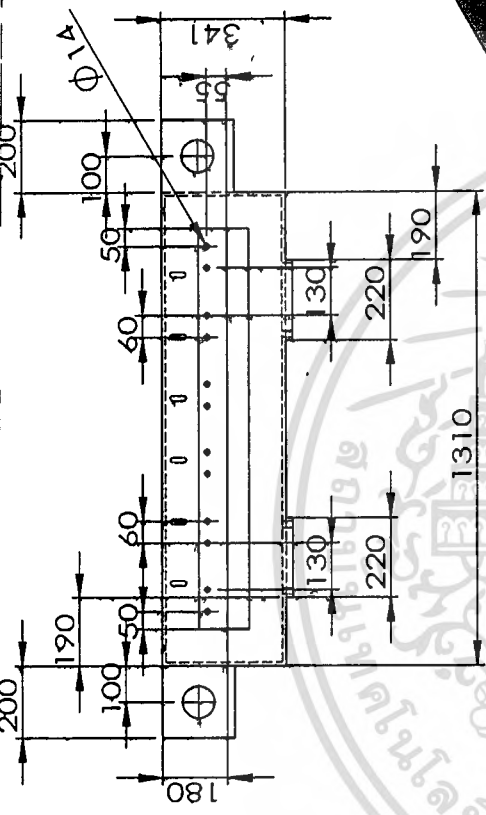
A

B

C

D

A B C



DRAWN		CHKD		APPVD		MFG		G.A		NAME		SIGNATURE		DATE		REVISION		TITLE		
											K.Sattawat									

A4

โครงมิด

DWG NO.

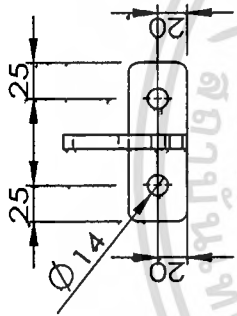
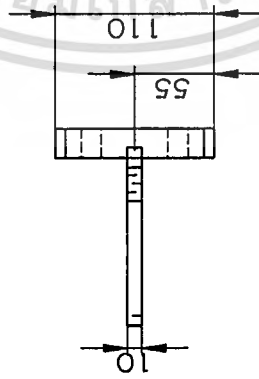
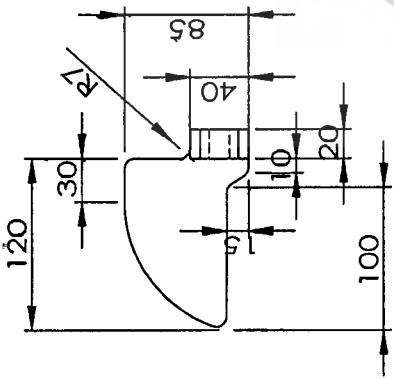
MATERIAL:

SCALE: 1:100

WEIGHT:

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A B C D



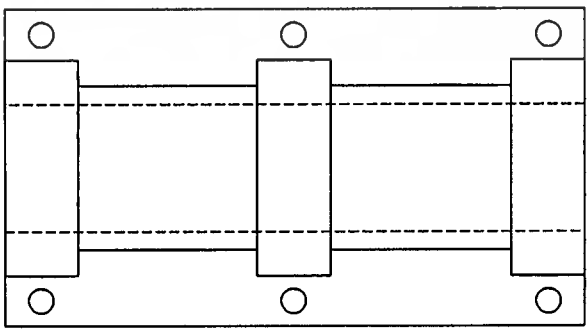
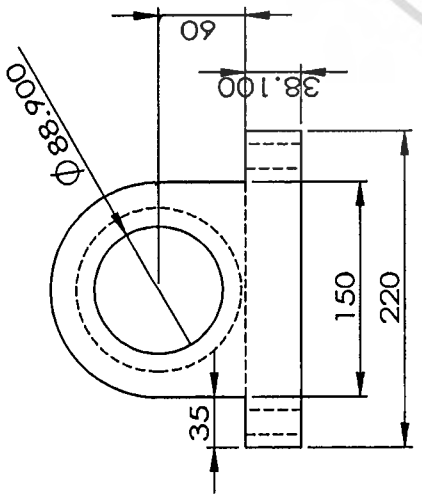
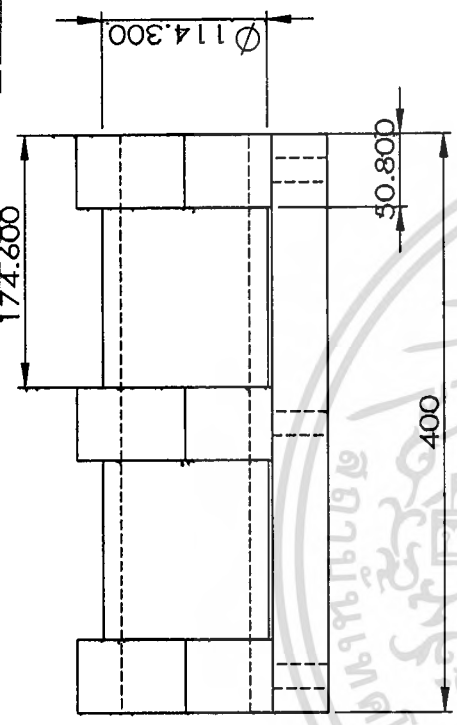
A B C

A B C

DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		REVISION		TITLE	
CHKD		K.Sattawat									
APPVD											
MFG											
Q.A											
MATERIAL										DWG NO.	
										A4	
										SCALE: 1:2	
										SHEET 1 OF 1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A B C



DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		REVISION		TITLE	
			K.Sattawat								
CHKD											
APPVD											
MFG											
Q.A											
										MATERIAL:	
										DWG NO.	
										A4	
										SHEET 1 OF 1	

SCALE: 1:5

WEIGHT:

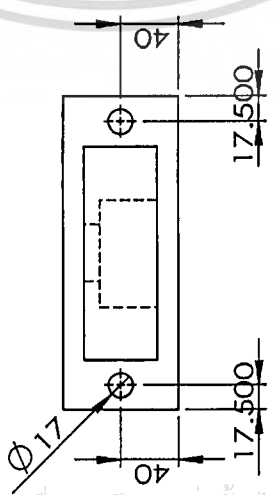
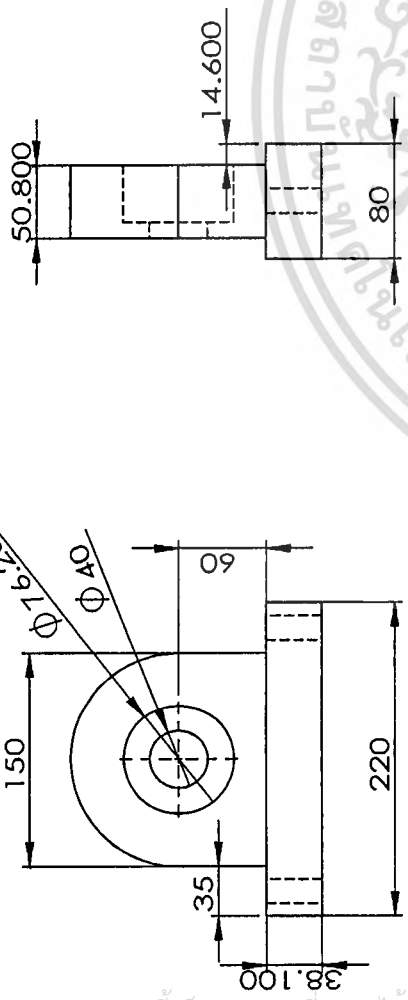
2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A B C D

นุชเพลาล่าง

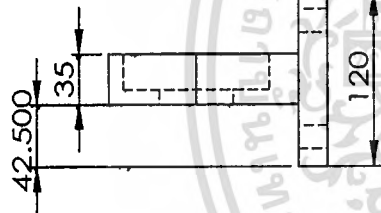
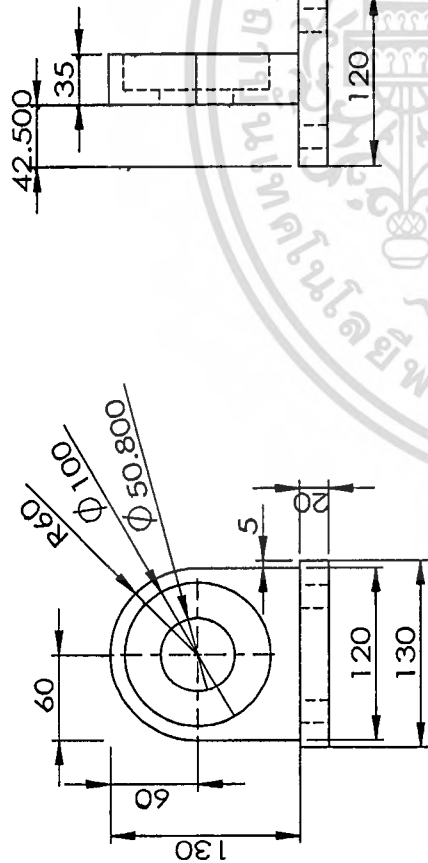
SHEET 1 OF 1



DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE	REVISION	TITLE
CHKD	K.Sattawat				
APPVD					
MFG					
G.A					
MATERIAL					DWG NO.
WEIGHT					SCALE 1:1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE	REVISION	TITLE
CHKD	K.Sattawat				
APPYD					
MFG					
Q/A					

A4

นุชเบรื่อง

DWG NO.

MATERIAL:

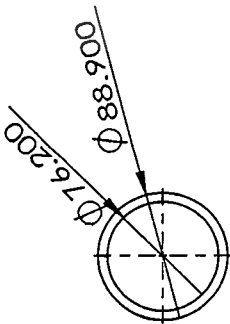
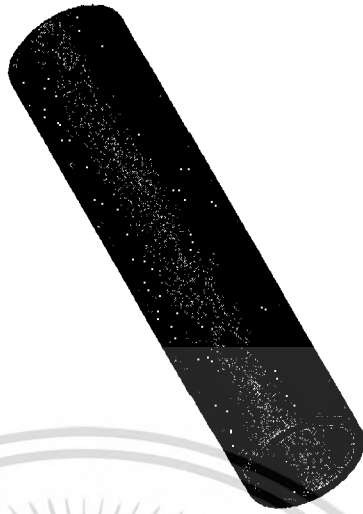
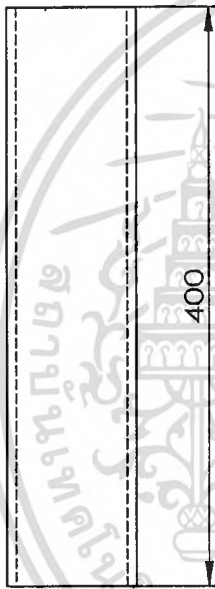
SHEET 1 OF 1

SCALE: 1:1

WEIGHT:

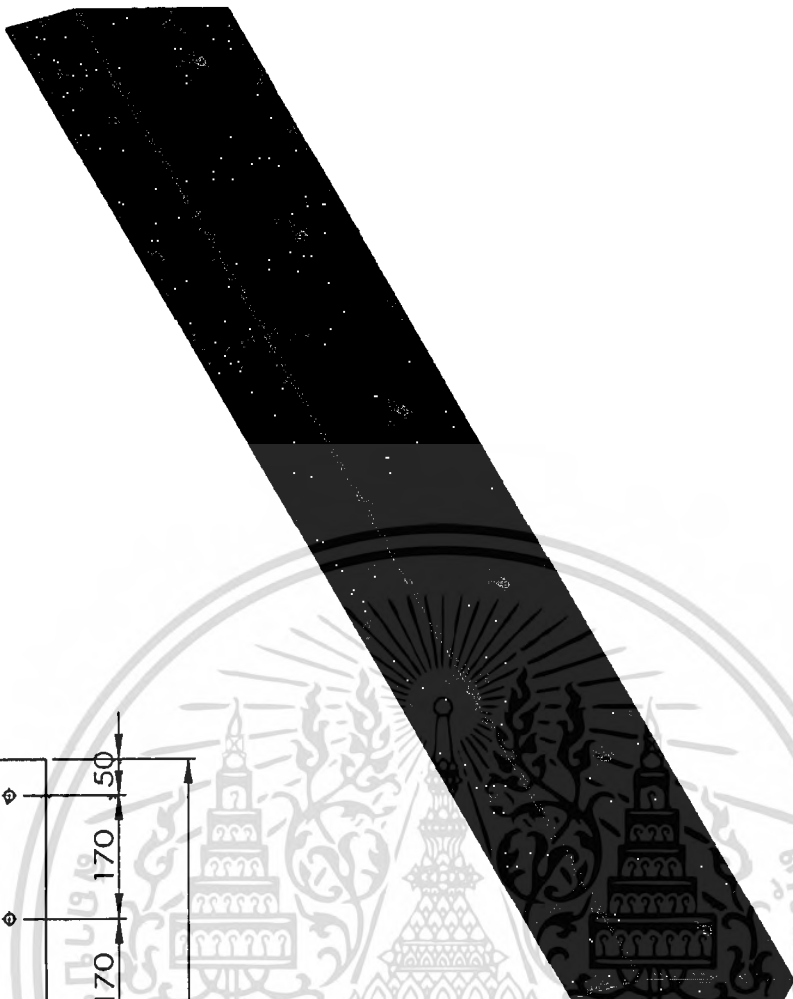
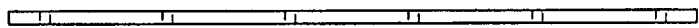
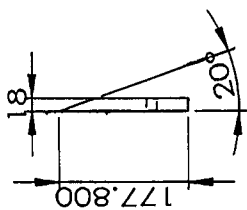
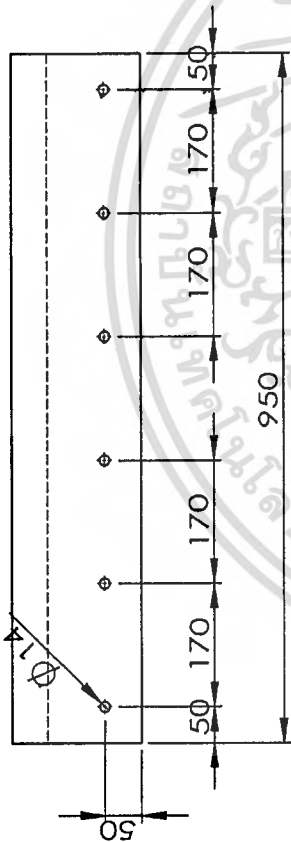
2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE	
CHKD		K.Sattawat							
APP'VD									
MFG									
G.A									
								DWG NO.	
								A4	
								น้ำหนักของเหล็ก	
								SCALE: 1:5	
								SHEET 1 OF 1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

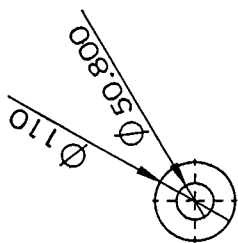
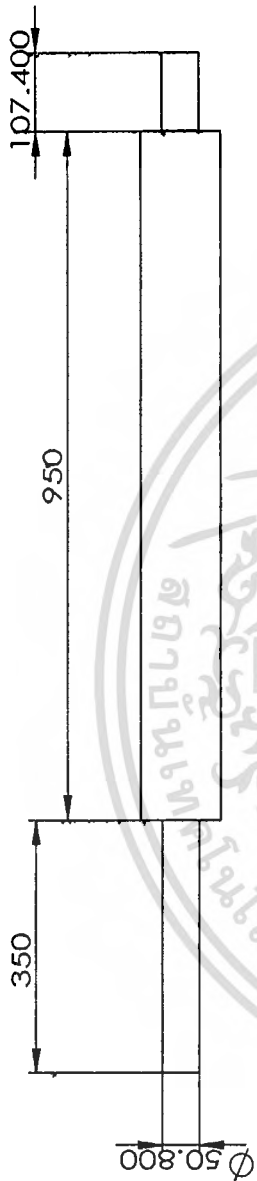


A B C

A B C D

DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		REVISION		TITLE	
CHKD		K.Saitawat									
APPVD											
MFG											
Q.A											
MATERIAL:										DWG NO. A4	
WEIGHT:										SCALE: 1:50	
										SHEET 1 OF 1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



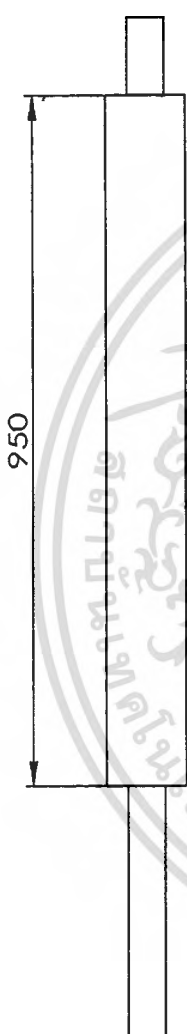
DRAWN		SIGNATURE		DATE		REVISION		TITLE	
K.Sattawat									
CHKD									
APPVD									
MFG									
G.A									
								MATERIAL:	
								DWG NO.	
								SCALE: 1:1	
								SHEET 1 OF 1	

A4

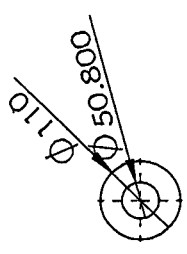
ลูกกลิ้ง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A B C



950



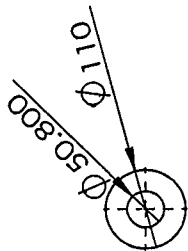
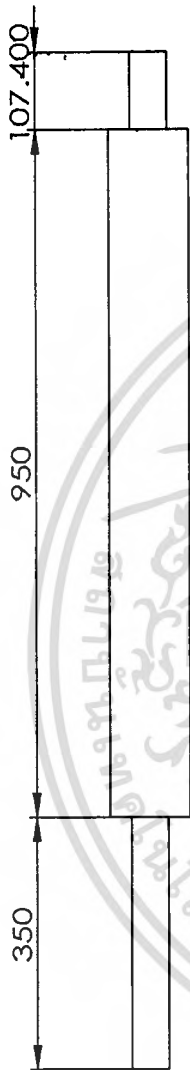
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE		REVISION		TITLE	
K.Sattawat		K.Sattawat									
CHKD											
APPVD											
MFG											
Q/A											
MATERIAL:										DWG NO.:	
WEIGHT:										SCALE: 1:50	
										SHEET 1 OF 1	

ลูกกลิ้ง 2

A4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

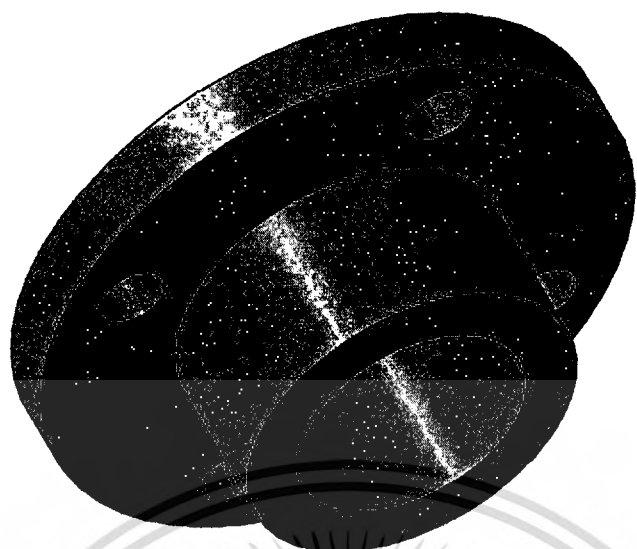
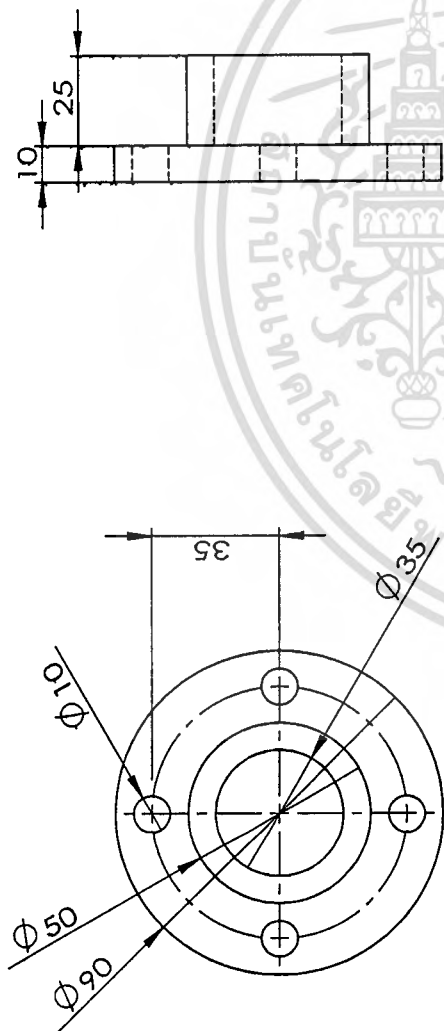
A B C D



NAME	SIGNATURE	DATE	REVISION	TITLE
DRAWN	K.Sattawat			
CHKD				
APP'D				
MFG				
G/A				

DWG NO. **ลูกกลิ้ง 3** A4
 SCALE: 1:20
 SHEET 1 OF 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A B C

A B C D

NAME	SIGNATURE	DATE	REVISION	TITLE
DRAWN	K.Sattawat			
CHKD				
APPVD				
MFG				
QA				

A4

หน้าแบบ

DWG NO.

SHEET 1 OF 1

SCALE:1:10

WEIGHT:

2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

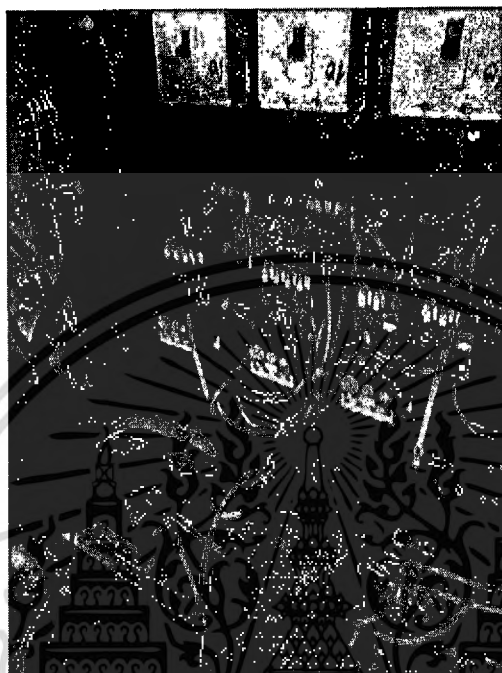
1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการใช้งาน

1. ตรวจสอบ ชุดควบคุมและระบบไฟฟ้าก่อนใช้งานทุกครั้ง



รูปที่ ง.1 ตรวจสอบระบบไฟฟ้า

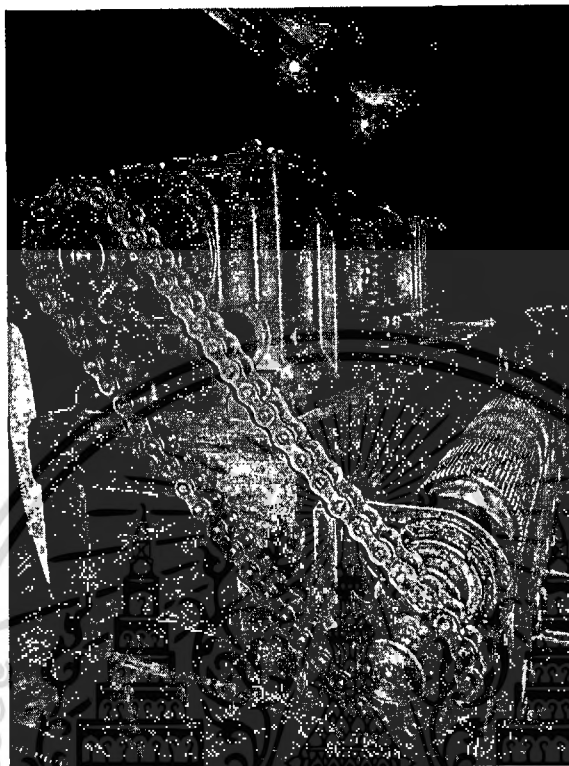
2. ตรวจสอบลิมิต สวิตช์ (Limit Switch)



รูปที่ ง.2 Limit Switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื้อระบบส่งกำลัง



รูปที่ ง.3 ระบบส่งกำลัง

4. วัดความเร็วรอบ DIGICON DT-235T ดังรูปที่ ง.4



รูปที่ ง.4 DIGICON DT-235T

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปรับค่าความเร็วรอบ



รูปที่ 5.5 Inverter

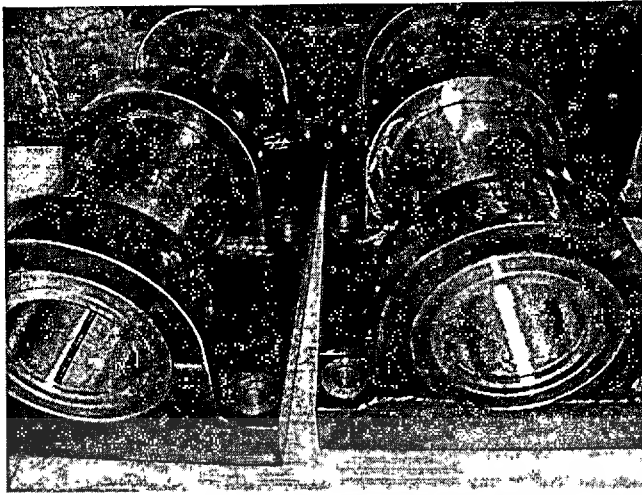
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ

ภาพชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน

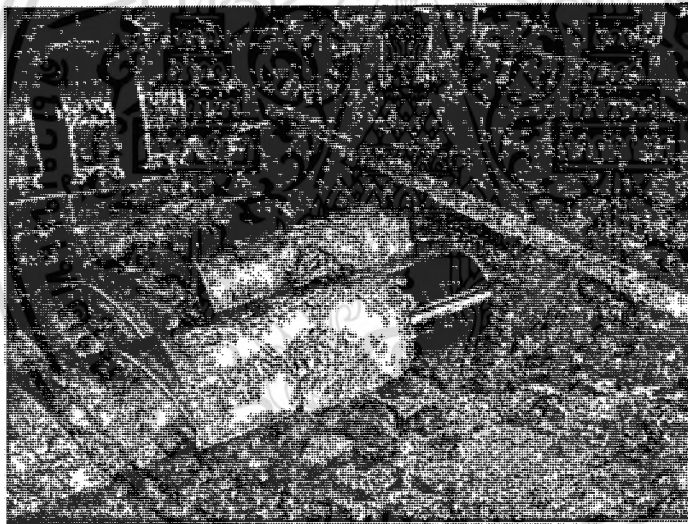
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.1 ชุด HOUSING บุษทองเหลือง

หมายเหตุ สั่งทำจาก บริษัท เค.เอส. บางสะพานเอ็นจิเนียริง จำกัด เลขที่ 19 ต.ร่อนทอง อ.บางสะพาน

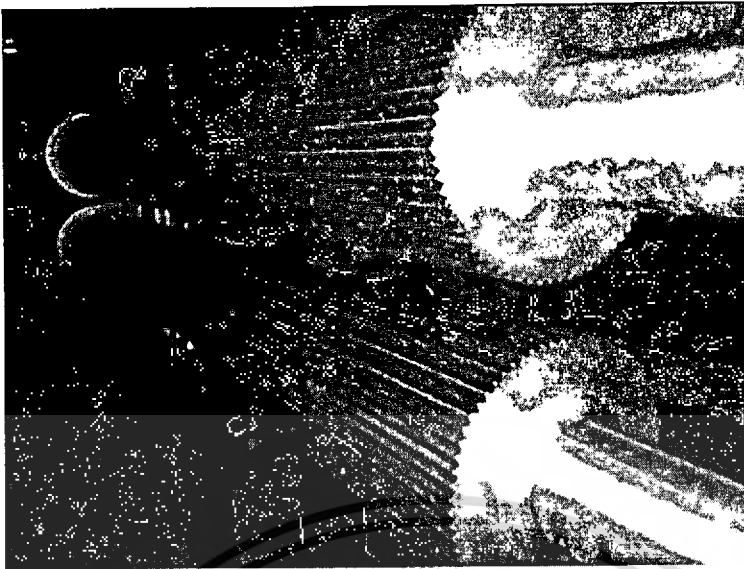
จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77140



รูปที่ จ.2 คานรับน้ำหนักชุดใบมีดและชุดRolling ประคองไม้

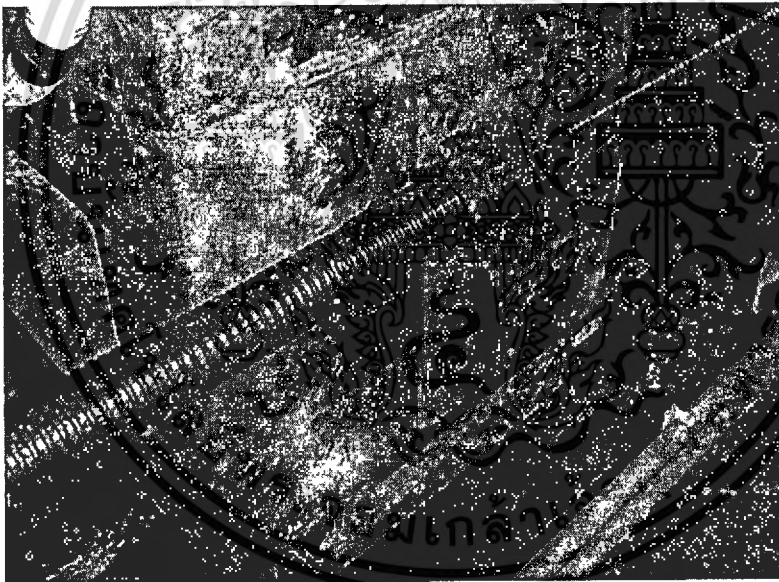
หมายเหตุ สั่งทำจาก โรงกลึง ทรัพย์ไพวัลย์ ต.อ่าวน้อย อ.เมือง จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.3 Rollingสำหรับหมนประคองไม้ปาล์มน้ำมัน

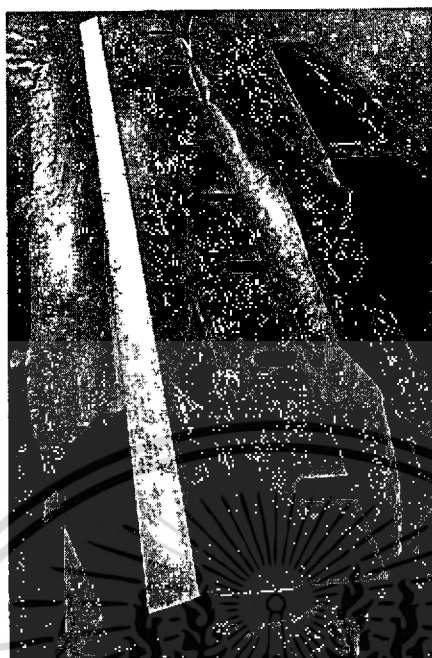
หมายเหตุ สั่งทำจาก โรงกลึง ทรัพย์ไพวัลย์ ต.อ่าวน้อย อ.เมือง จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77000



รูปที่ จ.4 สกรูส่งกำลัง เพื่อใช้ในการเคลื่อนชุดใบมีดและRollingประคองไม้

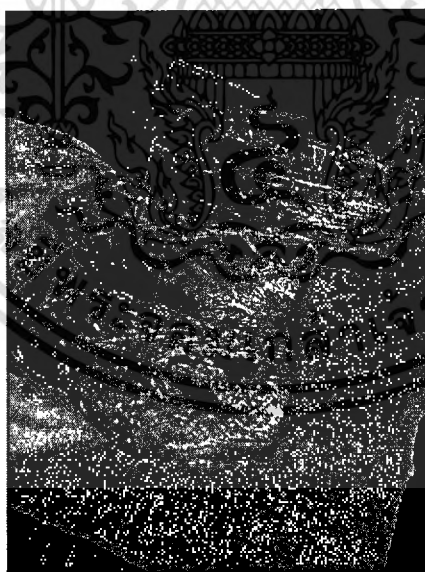
หมายเหตุ สั่งซื้อ จากตลาดคลองถม ห้างหุ้นส่วนจำกัด รุ่งจรัสแสงยนต์ 384 ถนนมหาจักร แขวงสัมพันธวงศ์ เขตสัมพันธวงศ์ กรุงเทพมหานคร 10100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.5 ใบมีดสำหรับ เฉือนไม้ปาล์มน้ำมัน

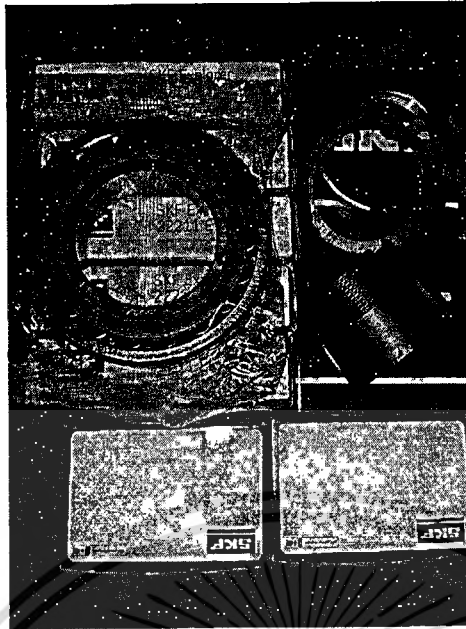
หมายเหตุ สั่งซื้อ โรงงานไม้บางสุราษฎร์ธานี ต.หัวเตย อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี 84130



รูปที่ จ.6 มอเตอร์เกียร์

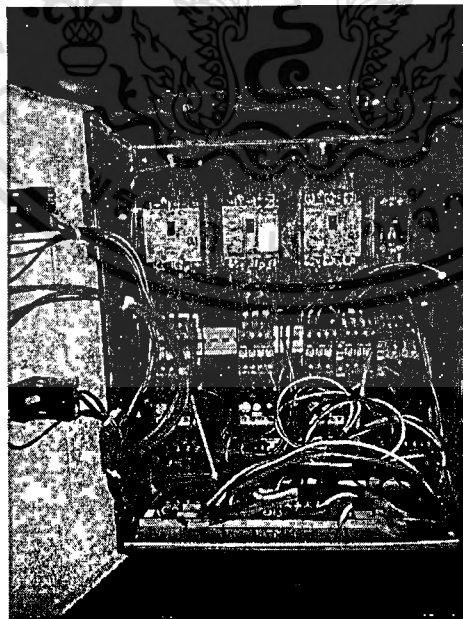
หมายเหตุ สั่งซื้อ บริษัท ฟอร์จูน เมคคานิค แอนด์ ซัพพลาย จำกัด หมู่ที่ 6
120/37 ถนน พระรามที่ 2 แขวง แสมดำ เขต บางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.7 ลูกปืน

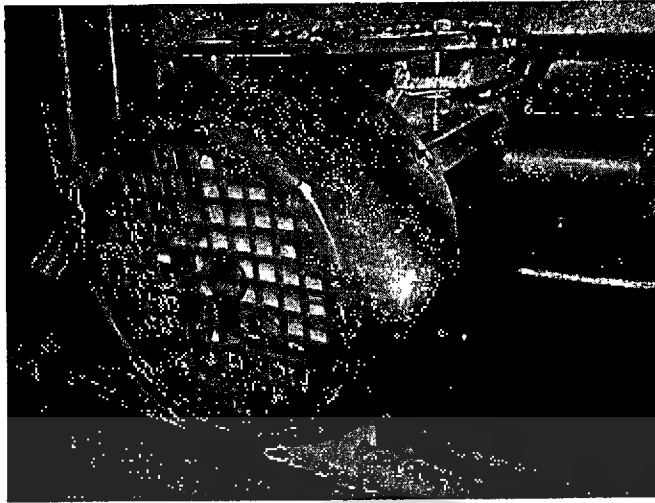
หมายเหตุ สั่งซื้อ จากตลาดคลองถม ห้างหุ้นส่วนจำกัด รุ่งจรัสแสงยนต์ 384 ถนนมหาจักร แขวงสัมพันธวงศ์ เขตสัมพันธวงศ์ กรุงเทพมหานคร 10100



รูปที่ จ.8 ชุดควบคุมเครื่องทำไม้บางสำหรับลำต้นปาล์มน้ำมัน

หมายเหตุ สั่งซื้อ หจก.ธนาทรโปรดักส์ 33/1 ม.11 ถ.ชุมพร-ระนอง ต.วังไผ่ อ.เมือง จ.ชุมพร 86000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.9 มอเตอร์ ชุดลำเลียง

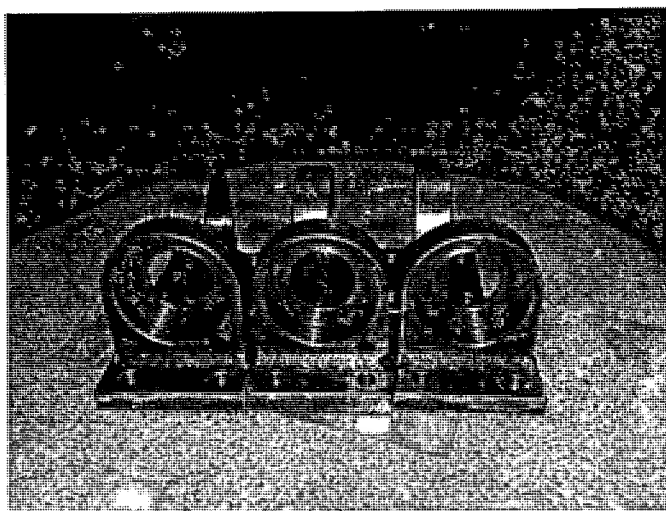
หมายเหตุ สั่งซื้อ บริษัท ฟอรัจัน เมคคินิค แอนด์ ซัพพลาย จำกัด หมู่ที่ 6
120/37 ถนน พระรามที่ 2 แขวง แสมดำ เขต บางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร



รูปที่ จ.10 เครื่องปรับความเร็วรอบ

หมายเหตุ สั่งซื้อ บริษัท ฟอรัจัน เมคคินิค แอนด์ ซัพพลาย จำกัด หมู่ที่ 6
120/37 ถนน พระรามที่ 2 แขวง แสมดำ เขต บางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.11 HOUSING

หมายเหตุ สั่งทำจาก โรงกลึง ทรัพย์ไพวัลย์ ต.อ่าวน้อย อ.เมือง จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77000



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่.....รอบ.....เดือน ประจำปีงบประมาณ.....2556.....

 แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ) แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) เครื่องย่อยต้นปาล์ม.....

(ภาษาอังกฤษ) Machine of wood chipper from Palm trunk.....

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย (อ./ดร./ผศ./รศ./ศ.) ผศ.ปัญญา แดงวิไลลักษณ์.....

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2555.....ถึงวันที่ 30 กันยายน 2556.....

ระยะเวลาดำเนินการ.....1.....ปี.....เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2555.....ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2557.....

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินถ้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออก)

งวดที่ 1 400,000 บาท 100% วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) ๕.๓.๕๕.....

งวดที่ 2.....บาท.....% วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว).....

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้ นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร : ค่าจ้างชั่วคราว			
งบดำเนินงาน	400,000	400,000	-
ค่าตอบแทน			
ค่าใช้จ่าย	120,000	111,468	8,532
ค่าวัสดุ	280,000	288,532	-8,532
ค่าสาธารณูปโภค			
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
รวม	400,000	400,000	

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปัญญา แดงวิไลลักษณ์)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

.....17...../.....กุมภาพันธ์...../.....2558.....

(นางสาวจิระนัย แก้วบังง)

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/ผู้อำนวยการศูนย์วิจัย

17 / 02 / 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้เกินกว่า

หมายเหตุ : นักวิจัยหรือเจ้าหน้าที่การเงินสามารถปรับหรือเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมข้อความได้ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับการดำเนินงาน อาทิเช่น นักวิจัยอยู่ระหว่างการดำเนินการเคลียร์ด้านเอกสารทางการเงิน หรือข้อความอื่นๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล..... นายปัญญา แดงวิลักษณ์.....

เพศ ชาย หญิง วันเดือนปีเกิด..... 5 เม.ย. 2517..... อายุ..... 38..... ปีสถานภาพ โสด สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.ม.	วิศวกรรมเครื่องกล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2542
วศ.บ.เกียรตินิยมอันดับ 2	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยสยาม	2539

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)..... การออกแบบเครื่องจักรกลการเกษตร, เทคโนโลยีปาล์มน้ำมัน, Graphic Design, CAD, CAM, CAE, Network, คอมพิวเตอร์.....

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
2545	ผลงานดีเด่น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ.2545	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2556	งบประมาณเงินงบประมาณประจำปีพ.ศ.2556	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ
2556	งบประมาณเงินรายได้ประจำปี พ.ศ.2556	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
2555	งบประมาณเงินงบประมาณประจำปีพ.ศ.2555	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ
2555	งบประมาณเงินรายได้ประจำปี พ.ศ.2555	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ).....

..... ปัญญา แดงวิลักษณ์ จารุวัตร เจริญสุข “แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของกาารเกิดออกไซด์ของกำมะถันจากการเผาไหม้ของถ่านหินผง” วิศวกรรมลาดกระบัง, ปีที่ 16, ฉบับที่ 3, 2542

การเสนอผลงานวิชาการ

..... ปัญญา แดงวิลักษณ์ จารุวัตร เจริญสุข “การประยุกต์วิธี Finite volume กับกาารจำลองกาารไหลในท่อขยายอย่างฉับพลัน” สัมมนาวิชาการวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 12, ปีที่ 12, พฤศจิกายน 2541.

Patara, Suppatkul, Panya Daungvilailus and Chamlong Prabkeao. “Development of Palm Oil Pressing Machine Without Sterilization Process”. International Workshop Strengthening

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the Application of Agricultural Engineering and Post harvest Technology for Effective and Sustainable Development in Agricultural Production, pp.129, Dec. 2005, Hanoi, Vietnam

ศิริระ สายสร, วสันต์, ดั่งคำจันทร์, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ “การศึกษากลไกการอบแห้งเมล็ดข้าวโพดโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟร่วมกับฟลูอิดไดซ์เบด” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18, หน้าที่ 860-863, ตุลาคม 2547, จ.ขอนแก่น

ศิริระ สายสร, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ “การเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวโพดโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบดร่วมกับไมโครเวฟและเครื่องอบแห้งแบบหมุนวนร่วมกับไมโครเวฟ” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19, หน้าที่ 1079-1084, ตุลาคม 2548, จ.ภูเก็ต

ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ จำลอง, ปราบแก้ว “เครื่องบีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กสำหรับกลุ่มเกษตรกร”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19, หน้าที่ 360-365, ตุลาคม 2548, จ.ภูเก็ต

ดิษฐพร, ตุงโสธานนท์, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์, พงษ์เจต, พรหมวงศ์ และ วชร, กาลาสี, 2549, “ความต้องการพลังงานภาคการผลิตของประเทศไทยในแต่ละช่วงของเศรษฐกิจ: ส่วนที่ 1 ช่วงปี 1987-2004”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 18-20 ตุลาคม 2549, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา

วชร, กาลาสี, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์, ดิษฐพร, ตุงโสธานนท์ และ พงษ์เจต, พรหมวงศ์, 2549, “แนวโน้มความต้องการพลังงานในภาคการผลิตของไทย: ส่วนที่ 2 (2005-2020)”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 18-20 ตุลาคม 2549, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา

ภุช สมนึก, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์, วชร, กาลาสี “พัฒนาการอบปาล์มน้ำมันด้วยไมโครเวฟชนิดสวายพานลำเลียงแบบต่อเนื่อง” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22, 15-17 ตุลาคม 2551, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ศูนย์รังสิต

ภุช สมนึก, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์, วชร, กาลาสี “พัฒนาการอบปาล์มน้ำมันด้วยไมโครเวฟชนิดสวายพานลำเลียงแบบต่อเนื่อง” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22, 15-17 ตุลาคม 2551, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ศูนย์รังสิต

ปัญญา แดงวิไลลักษณ์, จำลอง, ปราบแก้ว “เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะเลลายแบบลากจูง” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22, 15-17 ตุลาคม 2551, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ศูนย์รังสิต

ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)

..... “เครื่องแยกผลปาล์มจากทะเลลาย ชนิดถักกลมและฐานหมุน” จำลอง, ปราบแก้ว, จารวัตร, เจริญสุข และ ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ “ผลงานดีเด่น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ, ประจำปี พ.ศ. 2545 ได้รับอนุสิทธิบัตร เลขที่ 1339 เมื่อวันที่ 19 พฤษภาคม 2546 และได้เผยแพร่ใน วารสารสมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ปีที่ 2 เล่มที่ 3 ประจำเดือนกุมภาพันธ์- มีนาคม 2546, วารสาร UP DATE, ปีที่ 18 ฉบับที่ 185 ประจำเดือนมกราคม 2546, และจดหมายข่าว ปาล์มน้ำมัน ปีที่ 3 ฉบับที่ 4 เดือน ธันวาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นายวชร กาลาสี.....

เพศ ชาย หญิง วันเดือนปีเกิด.....อายุ.....ปีสถานภาพ โสด สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.ม.	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2548
วศ.บ.	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2544

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) การออกแบบเครื่องจักรกลการเกษตร, ยางพารา, พลังงาน.....

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2548	ทุนผู้ช่วยวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (สกว.)	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (สกว.)
2548	ทุนเรียนดีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่/การเสนอผลงานวิชาการ(ระดับชาติ)

1. Wachara Kalasee, Surajit Tekasakul, Piroj Kirirat and Perapong Tekasakul. 2003. "Particle Size Distribution of Smoke from Rubberwood Burning", The 1st PSU Symposium on Graduate Research, March 12, 2003., Songkhla, Thailand.
2. Wachara Kalasee, Yuttapoom Pongpariyawatee, Wachirapan Tantaprapa, Suthirat Suwanjarat, Pairoj Kirirat and Perapong Tekasakul. 2003. "Fuel Efficiency Enhancement in The Rubber Smoking Process of The Rubber Cooperatives" The 17th Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand, October 15-17 2003, Prachinburi, Thailand.
3. Wachara Kalasee, Surajit Tekasakul, Piroj Kirirat and Perapong Tekasakul. 2004. "Improvement of Rubber Smoking Room for Rubber Cooperative in Southern Thailand", The 2nd PSU Symposium on Graduate Research, March 12 2004, Songkhla, Thailand.
4. พิระพงษ์ ทิมสกุล, วชร กาลาสี และ สุรจิตร์ ทิมสกุล. 2547. "การปรับปรุงการไหลในห้องรมยางของสหกรณ์ กองทุนสวนยางรุ่นปี 2537 เพื่อลดการใช้เชื้อเพลิง", มอ. วิชาการ, 14-21 สิงหาคม 2547, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, ประเทศไทย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. พีระพงศ์ ทีฆสกุล, สุรจิตร์ ทีฆสกุล และ วชร ภาลาสี. 2548. “การปรับปรุงห้องรมยางของ สหกรณ์ กองทุนสวนยางรุ่นปี 2537”, มอ. วิชาการ, 12-19 สิงหาคม 2548, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ , สงขลา, ประเทศไทย.

6. นฤปดี ศรีสังข์, ทรงธรรม ไชยพงษ์, ปราโมทย์ กุศล, วชร ภาลาสี. 2549. “ประสิทธิภาพการ ดักจับอนุภาคผงขุอล์กของเครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต”, นเรศวรวิจัยครั้งที่ 2, 28-28 กรกฎาคม 2549, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

7. วชร ภาลาสี, นฤปดี ศรีสังข์, ภัทร สุพัตกุล และ พีระพงศ์ ทีฆสกุล. 2549. “ประสิทธิภาพ การดักจับอนุภาคของเครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต: ส่วนที่ 1 อนุภาคเขม่าควันและฝุ่นแป้ง”, การ ประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 18-20 ตุลาคม 2549, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

8. นฤปดี ศรีสังข์, จรัสชัย เย็นพยัับ, พีระพงศ์ ทีฆสกุล และ วชร ภาลาสี. 2549. “ประสิทธิภาพ การดักจับอนุภาคเขม่าควันของเครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต: ส่วนที่ 2 ผลกระทบของความต่างศักย์”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 18-20 ตุลาคม 2549, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

9. ดิษฐพร ตุงโสธานนท์, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์, พงษ์เจต พรหมวงศ์ และ วชร ภาลาสี. 2549. “ความต้องการพลังงานภาคการผลิตของประเทศไทยในแต่ละช่วงของเศรษฐกิจ: ส่วนที่ 1 ช่วงปี 1987- 2004”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 18-20 ตุลาคม 2549, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

10. วชร ภาลาสี, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์, ดิษฐพร ตุงโสธานนท์ และ พงษ์เจต พรหมวงศ์. 2549. “แนวโน้มความต้องการพลังงานในภาคการผลิตของไทย: ส่วนที่ 2 (2005-2020)”, การประชุมวิชาการ เครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20, 18-20 ตุลาคม 2549, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี, นครราชสีมา.

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่/การเสนอผลงานวิชาการ(ระดับชาติ)

1. Wachara Kalasee, Surajit Tekasakul, Yoshio Otani and Perapong Tekasakul. 2003. “Characteristics of Soot Particles Produced from Rubberwood Combustion”, The 2nd Asian Particle Technology Symposium (APT 2003), Volume II, December 17-19, 2003, Penang, Malaysia.

2. Perapong Tekasakul, Surajit Tekasakul, Wachara Kalasee, Mitree Tantichaowan and Yoshio Otani. 2005. “Removal of Smoke Particles produced from Rubberwood Combustion in Rubber Smoke Industry”, The 4th Asian Aerosol Conference (ACC- 2005), December 13-16, 2005, Bombay, India.