

# การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบกริดยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

นายยงยุทธ เลียงดั่ง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2551

**DESIGN AND PROTOTYPING OF THE PARARUBBER  
TAPPING MACHINE BY USING  
ELECTRICAL MOTOR**

**Yongyuth Sengdang**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Degree of Master of Engineering in Mechanical Engineering  
Suranaree University of Technology  
Academic Year 2008**

## การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบกริดยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

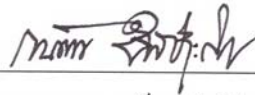
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นักศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(ผศ. ดร. วีรชัย อองหาญ)

ประธานกรรมการ



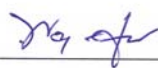
(รศ. ร.อ. ดร. กนต์ธร ชำนิประศาสน์)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



(อ. ดร. สมศักดิ์ สีวงศ์)

กรรมการ



(อ. ดร. พงศ์ศักดิ์ จิตยเสนา)

กรรมการ



(ศ. ดร. ไพโรจน์ สัตยธรรม)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ



(รศ. น.อ. ดร. วรพจน์ จำพิศ)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ยงยุทธ เสียงดัง : การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบกรีดยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า  
(DESIGN AND PROTOTYPING OF THE PARARUBBER TAPPING MACHINE BY  
USING ELECTRICAL MOTOR) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก  
ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์, 107 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบ สร้าง ทดสอบ และประเมินผลเครื่องต้นแบบ  
กรีดยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่สามารถควบคุมด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไป  
เปรียบเทียบกับวิธีการที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ปัจจุบันเกษตรกรนิยมใช้มีดกรีดยางเงาะบง จากการศึกษา  
พบว่ามีดกรีดยางเงาะบงมีข้อเสียตรงที่ต้องใช้แรงงานที่มีทักษะ และประสบการณ์มาก มีความจำกัด  
ของจำนวนต้นที่กรีดยได้ต่อคนต่อวัน การสูญเสียพลังงานในการออกแรงกระตุกเพื่อให้คมมีดเลื่อน  
เปลือกยางเป็นระยะทางยาว ความสิ้นเปลืองเปลือกลูกสูง และเชื้อเจริญงอกทำลาย จากปัญหาดังกล่าว  
ข้างต้นจึงได้ทำการออกแบบเครื่องกรีดยางพาราที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังเพื่อทดแทนพลังงาน  
ของคน ออกแบบชิ้นส่วนควบคุมความหนา และความลึก เพื่อให้มีความหนา และลึกสม่ำเสมอ  
ตลอดระยะเวลาที่กรีดย ออกแบบรูปร่างให้มีขนาดกะทัดรัด มีน้ำหนักเบา สามารถใช้งานได้  
สะดวก จากการดำเนินการวิจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การดำเนินการ  
วิจัยเพื่อหาขนาดของใบมีดที่เหมาะสม ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการวิจัยเพื่อหาขนาดของ  
จำนวนฟัน และอัตราป้อนต่อฟันของใบมีดที่เหมาะสม และ ขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการวิจัยเพื่อ  
เปรียบเทียบประสิทธิภาพของมีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมีดกรีดยางแบบเงาะบง  
จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าที่มุมมีด 45 องศา และมุมเอียงใบมีด 45 องศา ใช้พลังงานจำเพาะ  
น้อยที่สุดเท่ากับ 0.00202 จูลต่อตารางมิลลิเมตร ที่มุมเอียงใบมีด 45 องศา จำนวนฟัน  
ใบมีด 4 ฟัน และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน ใช้พลังงานจำเพาะน้อยที่สุดเท่ากับ 0.0115  
จูลต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร และจากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า  
กับมีดกรีดยางแบบเงาะบงพบว่าคุณภาพงานกรีดยางดีกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ ความแปรปรวนเฉลี่ยของความ  
สิ้นเปลืองเปลือกลูกน้อยกว่า 3.43 และเวลาที่ใช้ในการกรีดยางน้อยกว่า 3.02 วินาที

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล  
ปีการศึกษา 2551

ลายมือชื่อนักศึกษา   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

YONGYUTH SENGDANG : DESIGN AND PROTOTYPING OF THE  
PARARUBBER TAPPING MACHINE BY USING ELECTRICAL MOTOR.  
THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. FLT.LT. KONTORN CHAMNIPRASART,  
Ph.D., 107 PP.


#### PARARUBBER/ TAPPING/ TAPPING MACHINE

The objective of this research is to study, design, produce, test and evaluate the ParaRubber Tapping Machine by Using Electrical Motor. The results obtained from this study are then compared with the popular way that the Je-Bong knife is the favorite tool for the agriculturists in present day process. This study has been revealed that the defect of using the Je-Bong knife is (1) required skillful energy with more experience (2) limited numbers of plants per day (3) lost of pulling energy in using the knife edge to shear the bark in length (4) highly barks wasted and (5) the cambium was damaged. From these mentioned problems, we have designed the Electrical Motor ParaRubber Tapping Machine to substitute the human energy, developed the parts to control and achieve the thickness and the depth while slit equally, designed light compact shape that can be expediently worked. This research study is divided into three steps (1) to process the research and seek for the appropriate edge and oblique angles. (2) to process the research and seek for the appropriate oblique angle, numbers of teeth and feed rate per tooth of knife edge. (3) to process the research and compare the efficiency of the Electrical Motor ParaRubber Tapping Machine with the Je-Bong knife. The results of this research can be concluded that the minimum specific energy

i.e. 0.00202 joule per square millimeter is used at the edge and oblique angles of 45 degrees and the minimum specific energy i.e. 0.0115 joule per cubic millimeter is used at the plus oblique angle of 45 degrees with 4 knife teeth and feed rate 3 millimeter per tooth. The comparison shows that the efficiency of using the Electrical Motor ParaRubber Tapping Machine is better by 8% in slitting quality than the Je-Bong knife. On transforming average, the bark wastage is less than 3.43 and the using time is less than 3.02 seconds for slitting.

School of Mechanical Engineering

Academic Year 2008

Student's Signature 

Advisor's Signature 

## กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จลุล่วงด้วยดีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะเกิดขึ้นไม่ได้หากไม่ได้รับความกรุณาจากบุคคล และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ดังรายละเอียดด้านล่าง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคล และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการ และการดำเนินการวิจัย ตลอดจนกำลังใจ

- รองศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล และอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล และอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปสภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

- พี่ เพื่อน และน้อง ๆ ทั้งที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

- นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

- คุณพ่ออุทิศ เสียงดั่ง และคุณแม่वासัน เสียงดั่ง

สุดท้ายที่ขาดไม่ได้คือ คุณเด่นดวง เสียงดั่ง และเด็กหญิงกุลธิดา เสียงดั่ง ที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาตลอด

ขงยุทธ์ เสียงดั่ง

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ .....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ฉ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ .....	ฐ
<b>บทที่</b>	
<b>1 บทนำ .....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 สถานที่ทำการวิจัย .....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	4
<b>2 ปรัชญาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....</b>	<b>5</b>
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับยางพารา .....	5
2.1.1 การผลิต และการใช้ยางของโลก.....	5
2.1.2 การผลิต การใช้ และการส่งออกยางธรรมชาติ .....	7
2.1.3 พื้นที่ปลูกยางพาราของไทย .....	10
2.1.4 ลักษณะของลำต้นยางพารา.....	13
2.1.5 ส่วนประกอบของลำต้นยางพารา.....	14
2.2 การกรีดยาง.....	15
2.2.1 ลักษณะของมีดกรีดยาง.....	15
2.2.2 วิธีการกรีดยาง.....	16



## สารบัญ (ต่อ)

### หน้า

2.2.3	ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกรีดยาง.....	16
2.3	กลศาสตร์การตัด .....	19
2.3.1	หลักการพื้นฐานของการตัดโดยใช้ใบมีด .....	19
2.3.2	แรงตัดเฉือน .....	20
2.3.3	แรงระหว่างจุดสัมผัสของมีดตัด และวัสดุงาน .....	21
2.3.4	แรงบนระนาบการเฉือน.....	24
2.3.5	กลุ่มแรงประกอบการตัดเฉือน .....	25
2.3.6	ความเค้นเฉือน .....	28
2.3.7	ผลกระทบของมุมเฉือนต่อแรงตัดเฉือน.....	30
2.3.8	ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน .....	32
2.3.9	การวิเคราะห์กำลังงานในกระบวนการตัดเฉือนโลหะ .....	33
2.3.10	กำลังงานที่ใช้ในการตัดเฉือน.....	34
2.3.11	การวิเคราะห์แรงตัดลัพธ์.....	35
2.3.12	หลักการตัดเฉือนในระบบ 3 มิติ.....	37
2.3.13	ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดเฉือนไม้ .....	41
2.3.14	กรรมวิธีการตัดเฉือนไม้.....	43
2.4	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	50
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	55
3.1	วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมมีด และมุมเอียงของใบมีดที่เหมาะสม .....	55
3.1.1	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย .....	55
3.1.2	ปัจจัยที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย.....	56
3.1.3	ค่าชี้ผลในการดำเนินการวิจัย .....	56
3.1.4	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	57
3.2	วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราการป้อนต่อฟันของใบมีดที่เหมาะสม .....	57
3.2.1	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย .....	57
3.2.2	ปัจจัยที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย.....	58

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.3	ค่าชี้ผลในการดำเนินการวิจัย .....	58
3.2.4	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	59
3.3	วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมีดกรีดยาง แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมีดกรีดยางแบบเจาะบง.....	60
3.3.1	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย .....	60
3.3.2	ปัจจัยที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย.....	60
3.3.3	ค่าชี้ผลในการดำเนินการวิจัย .....	61
3.3.4	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	61
3.4	สรุปวิธีดำเนินการวิจัย .....	61
4	ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล.....	62
4.1	ผลการวิจัย และวิเคราะห์ผลการดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมมีด และมุมเอียงของใบมีดที่เหมาะสม .....	62
4.1.1	แรงที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง และระยะทางที่ใช้ ในการเคลื่อนที่ของใบมีดที่มุมมีด 45 องศา มุมเอียงใบมีด 45 องศา .....	62
4.1.2	พลังงานจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง .....	65
4.2	ผลการวิจัย และวิเคราะห์ผลการดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราการป้อนต่อฟันของใบมีดที่เหมาะสม .....	68
4.2.1	พลังงานจำเพาะที่มุมเอียงใบมีดบวก 45 องศา และลบ 45 องศา.....	68
4.2.2	พลังงานจำเพาะที่จำนวนฟันใบมีด 2, 4 และ 6 ฟัน .....	70
4.2.3	พลังงานจำเพาะที่อัตราป้อน 1, 2 และ 3 มิลลิเมตรต่อฟัน .....	72
4.2.4	พลังงานจำเพาะที่มุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราการป้อนต่อฟันของใบมีดต่างกัน .....	74

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3	ผลการวิจัย และวิเคราะห์ผลการดำเนินการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมีดกรีดขางพารา แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมีดกรีดขางพาราแบบเจาะบง .....	76
4.3.1	คุณภาพของงานกรีด .....	76
4.3.2	ความสิ้นเปลืองเปลือกที่เกิดจากการกรีดขางพาราแต่ละรอยกรีด.....	78
4.3.3	เวลาที่ใช้ในการกรีดขางในแต่ละรอยกรีด.....	80
5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	82
5.1	สรุปผลการวิจัย.....	82
5.1.1	สรุปผลการวิจัยขั้นตอนที่ 1 การดำเนินการวิจัย เพื่อหามุมมีด และมุมเอียงของใบมีดที่เหมาะสม .....	82
5.1.2	สรุปผลการวิจัยขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการวิจัย เพื่อหามุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราการป้อนต่อฟัน ของใบมีดที่เหมาะสม .....	82
5.1.3	สรุปผลการวิจัยขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมีดกรีดขาง แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมีดกรีดขางแบบเจาะบง .....	83
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	83
	รายการอ้างอิง .....	85
	ภาคผนวก	
	ภาคผนวก ก. การคำนวณหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลใบมีด .....	87
	ภาคผนวก ข. ตารางผลการดำเนินการวิจัย.....	93
	ภาคผนวก ค. บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา.....	102
	ประวัติผู้เขียน.....	107

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ปริมาณการผลิตยางทั้งหมดของโลก.....6
2.2	การใช้ยางทั้งหมดของโลก.....6
2.3	พื้นที่ปลูกยางธรรมชาติของโลกปี 2549.....8
2.4	ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของประเทศต่าง ๆ ปี 2547-2549.....9
2.5	ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติของประเทศต่าง ๆ ปี 2547-2549 .....9
2.6	ปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของประเทศต่าง ๆ .....10
2.7	พื้นที่ปลูก และพื้นที่กรีดยางพาราของประเทศไทย และพื้นที่รายจังหวัดปี 2549..... 11
2.8	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ลดลงของปริมาณน้ำยาง ที่กรีดยในช่วงเวลาต่างกัน..... 17
2.9	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสิ้นเปลืองเปลือก เมื่อใช้ระบบกรีดยต่างกัน ..... 18
4.1	แสดงค่าแรงที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง และระยะทางที่ใช้ในการ เคลื่อนที่ของใบมีดที่มุมมีด 45 องศา มุมเอียงใบมีด 45 องศา .....62
4.2	แสดงพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง ที่มุมมีด 30-50 องศา..... 65
4.3	แสดงพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง ที่มุมมีด 55-75 องศา..... 66
4.4	แสดงพลังงานจำเพาะที่มุมเอียงใบมีดบวก 45 องศา และลบ 45 องศา..... 68
4.5	แสดงพลังงานจำเพาะที่จำนวนฟันใบมีด 2, 4 และ 6 ฟัน ..... 70
4.6	แสดงพลังงานจำเพาะที่อัตราป้อน 1, 2 และ 3 มิลลิเมตรต่อฟัน..... 72
4.7	แสดงพลังงานจำเพาะที่มุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราป้อนต่อฟันของใบมีดต่างกัน ..... 74
4.8	เปรียบเทียบคุณภาพของงานกรีดย ..... 76

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.9	เปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเปลือก .....	78
4.10	เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการกรีดยาง .....	80
ข.1	แสดงพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง .....	94
ข.2	แสดงพลังงานจำเพาะที่มุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราการป้อนต่อฟันของใบมีดต่างกัน .....	98
ข.3	เปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเปลือก .....	100
ข.4	เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการกรีดยาง .....	101

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงต้นยางที่ปลูกด้วยเมล็ด (ซ้าย) และต้นยางที่ปลูกด้วยการติดตา (ขวา).....	13
2.2	แสดงโครงสร้างของลำต้นยาง .....	14
2.3	แสดงลักษณะมีดกรีดยาง .....	15
2.4	แสดงทิศทางของการกรีด.....	18
2.5	แสดงแรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการตัดเนื้อ.....	20
2.6	แสดงแรงประกอบของแรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสมีดตัดกับเศษตัด.....	22
2.7	แสดงแผนภาพอิสระแรงที่กระทำระหว่างมีดตัดกับเศษตัด .....	22
2.8	แสดงสมมูลเวกเตอร์ของแรงกิริยา-ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างมีดตัด และเศษตัด .....	23
2.9	แสดงแผนภาพสมมูลแรงที่กระทำบนระนาบการเฉือน .....	24
2.10	แสดงสมมูลเวกเตอร์รวมของแรงภายนอกที่กระทำบนระนาบการเฉือน .....	25
2.11	แสดงกลุ่มแรงประกอบการตัดเนื้อ .....	27
2.12	แสดงพื้นที่รองรับการเฉือน และพื้นที่รองรับความเค้นจากแรงตัดเนื้อ .....	29
2.13	แสดงความสัมพันธ์แรงที่วัดจากไดนาโมมิเตอร์กับแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น .....	33
2.14	แสดงแรงประกอบที่เกิดจากการใช้มีดคัดเตอร์กัดชิ้นงาน.....	34
2.15	แสดงส่วนประกอบแรงลัพธ์งานกลึงตัด .....	35
2.16	การเปรียบเทียบการตัดเนื้อแบบ a) Orthogonal กับแบบ b) Oblique.....	37
2.17	แสดงแรงประกอบในระบบการตัดแบบ Oblique Cutting .....	39
2.18	ลักษณะการตัดเนื้อของคัตเตอร์ ก.การตัดทวน ข.การตัดตาม.....	44
2.19	การตัดตามยาว (90-0 Direction) .....	45
2.20	แสดงมุมประกอบทั้งสามมุม.....	46
2.21	การนิยามของเซลล์เนื้อไม้ล่วงหน้า.....	46
2.22	การแยกตัวของเซลล์เนื้อ ไม้ที่ปลายคมเครื่องมือ .....	47

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.23	เซลล์บริเวณหน้าคมมีดถูกขูดให้แยกออกจากกัน ..... 47
2.24	การตัดขวางเฉียง (0-90 Direction) ..... 48
2.25	การปอก และการกลึงไม้ ..... 48
2.26	การตัดแบบตัดเฉียง (90-90 Direction) ..... 49
2.27	คมเครื่องมือทำให้เกิดรอยแตก ..... 49
2.28	การตัดแบบ 90-90 ..... 50
3.1	แสดงเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย เพื่อหามุมมีด และมุมเอียงของใบมีดที่เหมาะสม ..... 56
3.2	แสดงเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย เพื่อหามุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราการป้อนต่อฟันของใบมีดที่เหมาะสม ..... 58
3.3	แสดงการทดลองมีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมีดกรีดยางแบบเจาะบง ..... 60
4.1	แสดงค่าแรงที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง และระยะทางที่ใช้ ในการเคลื่อนที่ของใบมีดที่มุมมีด 45 องศา มุมเอียงใบมีด 45 องศา ..... 64
4.2	แสดงพลังจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง ..... 67
4.3	แสดงพลังงานจำเพาะที่มุมเอียง ใบมีดบวก 45 องศา และลบ 45 องศา ..... 69
4.4	แสดงพลังงานจำเพาะที่จำนวนฟันใบมีด 2, 4 และ 6 ฟัน ..... 71
4.5	แสดงพลังงานจำเพาะที่อัตราป้อน 1, 2 และ 3 มิลลิเมตรต่อฟัน ..... 73
4.6	แสดงพลังงานจำเพาะที่มุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราป้อนต่อฟันของใบมีดต่างกัน ..... 75
4.7	แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพของงานกรีด ..... 77
4.8	แสดงการเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเปลือก ..... 79
4.9	แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการกรีดยาง ..... 81
ก.1	แสดงค่าความปลอดภัยของใบมีด ..... 90
ก.2	แสดงค่าความเค้นของใบมีด ..... 91
ก.3	แสดงค่าระยะการเคลื่อนตัวของใบมีด ..... 91

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

$A$	มุมหน้าคมมีด
$A_s$	พื้นที่รองรับการเฉือน
$B$	มุมคมมีด
$b$	ความกว้างชิ้นงานขณะตัดเฉือน
$b_c$	ความกว้างเศษตัดหลังตัดเฉือน
$C$	มุมหลังคมมีด
$c$	ระยะจากแกนสะเทินถึงผิว
$D$	ระยะทางในการตัด
$d$	ความกว้างแนวเฉือน
$E$	พลังงาน
$E_s$	พลังงานจำเพาะ
$F$	แรงเสียดทาน
$F_a$	แรงประกอบแนวแกน
$F_c$	แรงตัดเฉือน
$F'_c$	แรงปฏิกิริยาที่เป็นแรงตัดเฉือน
$F_f$	แรงป้อนตัด
$F'_f$	แรงปฏิกิริยาที่เป็นแรงป้อนตัด
$F_l$	แรงประกอบในทิศทางตั้งฉากกับระนาบที่กำหนดจากทิศทางของ $F_c$ และ $F_z$
$F_n$	แรงตั้งฉากระนาบเฉือน
$F_p$	แรงประกอบในทิศทางขนานกับขอบคมมีด
$F_R$	แรงลัพธ์ในงานตัดเฉือนในระบบ 3 แกน
$F_r$	แรงประกอบแนวรัศมี
$F_s$	แรงเฉือน
$F_t$	แรงประกอบสัมผัส
$F_x$	แรงป้อนตัด หรือค่าแรงต้านบนมีดตัดระหว่างกระบวนการตัดเฉือน ในทิศทางการป้อนตัด
$F_y$	แรงตัด หรือค่าแรงต้านบนมีดตัดระหว่างกระบวนการตัดเฉือนในทิศทางเกิดความเร็วตัด



## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

$F_z$	แรงรัศมี หรือค่าแรงต้านบนมิดตัดระหว่างกระบวนการตัดเฉือนในทิศทางรัศมีของวัสดุชิ้นงาน
$f$	ระยะป้อนตัด
$I$	โมเมนต์ที่สองของพื้นที่
$J$	โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้ว
$k$	มุมระหว่างแรงเฉือนกับแรงลัพธ์ที่มีดตัดกระทำต่อเศษตัด
$k_a$	ตัวประกอบผิว
$k_b$	ตัวประกอบของขนาด
$k_c$	ตัวประกอบของแรง
$k_f$	ตัวประกอบความเค้นหนาแน่นจริง
$k_{fs}$	ตัวประกอบความเค้นหนาแน่นของความเค้นเฉือน
$l_s$	ความยาวแนวเฉือน
$M_a$	โมเมนต์ส่วนเปลี่ยน
$M_m$	โมเมนต์เฉลี่ย
$M_{\max}$	โมเมนต์ตัดสูงสุดของเพลลาไบมิด
$M_{\min}$	โมเมนต์ตัดต่ำสุดของเพลลาไบมิด
$N$	แรงตึงฉาก
$n$	จำนวนรอบของเพลลาไบมิด
$P$	กำลังงาน
$R$	แรงลัพธ์ตัดเฉือน
$R_{tc}$	แรงลัพธ์ที่มีดตัดกระทำต่อเศษตัด
$R_{th}$	แรงลัพธ์ที่มีดตัดกระทำต่อวัสดุ
$R_{wm}$	แรงลัพธ์ที่วัสดุกระทำต่อมิดตัด
$R'$	แรงปฏิกิริยาที่เป็นแรงลัพธ์
$r_c$	ระยะระหว่างแรงตัดเฉือนกับศูนย์กลางของไบมิดหมุนตัด
$\dot{r}_c$	อัตราส่วนของเศษตัด
$s_u$	ความเค้นสูงสุดของวัสดุ
$s_y$	ความเค้นที่จุดครากของวัสดุ

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

$T$	แรงบิดของเพลาใบมีด
$T_{\max}$	โมเมนต์บิดสูงสุด
$T_{\min}$	โมเมนต์บิดต่ำสุด
$t$	เวลา
$t_c$	ความหนาของเศษตัดหลังตัดเฉือน
$i$	ความหนาของชิ้นงานขณะตัดเฉือน
$U_p$	กำลังงานต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร
$V_c$	ความเร็วตัด
$W$	งาน
$w$	มุมระหว่างแรงตัดเฉือนกับแรงลัพธ์ตัดเฉือนในกรณีใบมีดหมุนตัด
$\beta$	มุมเสียดทานจลน์
$\gamma$	มุมคายมีดตัด
$\gamma_e$	มุมคายยังผล
$\gamma_n$	มุมคายตั้งฉาก
$\eta_c$	มุมไหลตัวเศษตัด
$\eta_f$	มุมไหลตัวเศษตัดที่เกิดนี้จากแรงตัด
$\eta_w$	มุมไหลตัวเศษตัดจากการวัดความกว้างของเศษตัด
$\theta$	มุมระหว่างแรงตัดเฉือนกับแรงลัพธ์ตัดเฉือน
$\theta_x$	มุมที่แรงตัดลัพธ์กระทำเมื่อวัดจากแนวแกน $x$
$\theta_y$	มุมที่แรงตัดลัพธ์กระทำเมื่อวัดจากแนวแกน $y$
$\theta_z$	มุมที่แรงตัดลัพธ์กระทำเมื่อวัดจากแนวแกน $z$
$\lambda$	มุมเอียงขอบคมตัด
$\mu$	สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน
$v$	ทิศทางการไหลเร็วตัด
$v_c$	ทิศทางการไหลเร็วเศษตัด
$\sigma$	ความเค้นตัด
$\sigma_a$	ความเค้นดัดส่วนเปลี่ยน
$\sigma_m$	ความเค้นดัดเฉลี่ย

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

$\sigma_n$	ความต้านแรงทนทาน
$\tau$	ความเค้นเฉือน
$\tau_a$	ความเค้นเฉือนส่วนเปลี่ยน
$\tau_m$	ความเค้นเฉือนเฉลี่ย
$\phi$	มุมเฉือน
1/2S.2d/3	ระบบกริดยาง กริดครึ่งลำต้น กริด 2 เว้น 1 วัน
HV	Vicker 's Hardness
UTM	Universal Testing Machine

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตรรายงานว่า ในปี 2549 มีการผลิตยางทั่วโลกปริมาณทั้งสิ้น 21.703 ล้านตัน แบ่งเป็นยางสังเคราะห์ 12.515 ล้านตัน และยางธรรมชาติ 9.188 ล้านตัน แนวโน้มการผลิตและการใช้ยางของโลกเป็นไปในทางที่เพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกันกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการเพิ่มขึ้นของประชากร สำหรับสัดส่วนระหว่างยางสังเคราะห์ และยางธรรมชาตินั้นพบว่าสัดส่วนการใช้ยางธรรมชาติมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่ายางสังเคราะห์เล็กน้อย คือจากเดิม 42.82 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปี 2548 เพิ่มขึ้นเป็น 42.51 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2549 ทั้งโลกมีประเทศผู้ปลูกยาง 24 ประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 63.157 ล้านไร่ ส่วนใหญ่ 90 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในทวีปเอเชีย ประเทศอินโดนีเซียมีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด 20.494 ล้านไร่ รองลงมาคือ ประเทศไทย 14.235 ล้านไร่ และประเทศมาเลเซีย 7.813 ล้านไร่ รวมพื้นที่ปลูกยางทั้ง 3 ประเทศเป็น 67.4 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกยางของโลก การผลิตยางธรรมชาติของทุกประเทศทั่วโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเมื่อปี 2547 ผลิตได้ประมาณ 8.654 ล้านตัน เพิ่มขึ้นเป็น 9.188 ล้านตัน เมื่อปี 2549 หรือเพิ่มขึ้น 4.9 เปอร์เซ็นต์ โดยตั้งแต่ปี 2544 เป็นต้นมาปริมาณการผลิตแทบทุกประเทศเพิ่มขึ้น สำหรับผู้ผลิตยางธรรมชาติมากที่สุด 3 อันดับแรกในปี 2549 ได้แก่ ประเทศไทยผลิตได้ 3.137 ล้านตัน หรือคิดเป็น 34.1 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณการผลิตทั้งโลก รองลงมาคือ อินโดนีเซียผลิตได้ 2.515 ล้านตัน ส่วนประเทศมาเลเซียผลิตได้ 1.268 ล้านตัน ปริมาณการผลิตยางทั้ง 3 ประเทศคือ ไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย รวมกันประมาณ 6.921 ล้านตัน คิดเป็น 75.3 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการผลิตทั้งโลก ยางธรรมชาติ 65 เปอร์เซ็นต์ ใช้ในการผลิตยางล้อรถยนต์ ประเทศผู้ใช้อย่างมากที่สุดในโลกคือ จีน เฉลี่ยปีละประมาณ 2.027 ล้านตัน หรือประมาณ 1 ใน 4 ของปริมาณการใช้ยางทั้งโลก ผู้ใช้รายใหญ่รองลงมาคือ สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น คิดเฉลี่ยปีละประมาณ 1.102 ล้านตัน และ 0.846 ล้านตัน ตามลำดับ ประเทศที่ส่งยางออกคือ ประเทศผู้ผลิตยางธรรมชาติที่สำคัญคือ ไทย อินโดนีเซีย มาเลเซีย และเวียดนาม สำหรับประเทศไทยที่มีศักยภาพการผลิตยางธรรมชาติ 3.137 ล้านตัน มีการส่งออกประมาณ 2.772 ล้านตัน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางทั้งสิ้น 14,388,046 ไร่ เพิ่มจากปี 2548 ซึ่งมีพื้นที่ 13,595,818 ไร่ เพิ่มขึ้น 5.46 เปอร์เซ็นต์ โดยภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด 10,955,548 ไร่ รองลงมาคือ ภาคตะวันออกรวมภาคกลาง 1,644,704 ไร่ ภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือ 1,539,623 ไร่ และภาคเหนือ 198,171 ไร่ โดยจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุดคือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี 1,807,643 ไร่ พื้นที่ปลูกยางทั้งหมดของประเทศไทยเป็นพื้นที่เปิดกรีดยางได้แล้ว 10,896,957 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 282 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ทำรายได้ให้กับประเทศไทย และการจ้างแรงงานเป็นจำนวนมาก

หนึ่งในแรงงานที่มีความสำคัญคือ คนงานกรีดยาง เนื่องจากการกรีดยางต้องใช้แรงงานที่มีทักษะ มีความชำนาญ ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณน้ำยางที่กรีด การชั่งการเจริญเติบโตเนื่องจากมีโอกาสที่คมมิดจะไปบาดเยื่อเจริญ ที่อยู่ติดกับบริเวณเปลือกของต้นยางพาราเป็นความเสียหายที่เกิดจากเกศตรกรที่ไม่มีควมชำนาญ และประสบการณ์ กรีดทำลายชั้นของเยื่อเจริญ หรือเกิดบาดแผลที่บริเวณเยื่อเจริญ เนื่องจากเยื่อเจริญเป็นส่วนที่สร้างเนื้อเยื่อใหม่มาทดแทน ถ้าหากถูกทำลาย ก็จะไม่สามารสร้างเปลือกใหม่ในบริเวณนั้นได้ หรือทำให้เปลือกงอกใหม่ไม่เรียบสม่ำเสมอ เป็นรอยตะปุ่มตะป่ำ การเก็บเกี่ยวผลผลิตจากเปลือกงอกใหม่จะไม่สะดวก (สมคิด แก้วทิพย์ปัญญาเวช, 2536) การสิ้นเปลืองของรอยกรีดเนื่องจากมีความหนาในการกรีดในแต่ละครั้งมากเกินไป ทำให้หมดเปลืองยางเร็ว จากการแนะนำวิธีการกรีดที่ถูกต้อง การสิ้นเปลืองเปลือกในแต่ละครั้งกรีดควรอยู่ระหว่าง 1.7-2.0 มิลลิเมตร หรือเดือนละประมาณ 2.5-3.0 เซนติเมตร จากความสูงที่เริ่มเปิดกรีด 150 เซนติเมตรจากระดับพื้นดิน จะทำให้กรีดหมด 1 หน้ากรีดภายใน 4-6 ปี หรือกรีดหมดทั้ง 2 หน้ากรีดภายใน 8-12 ปี จากความจริงที่เกศตรกรปฏิบัติอยู่มักจะกรีดสิ้นเปลืองเปลือกครั้งละ 2.5-3.0 มิลลิเมตร หรือเดือนละประมาณ 5.0-6.0 เซนติเมตร จากความสูงที่เริ่มเปิดกรีด 150 เซนติเมตรจากระดับพื้นดิน จะทำให้กรีดหมด 1 หน้ากรีดภายใน 2-3 ปี หรือกรีดหมดทั้ง 2 หน้ากรีดภายใน 4-6 ปีเท่านั้น (สมคิด แก้วทิพย์ปัญญาเวช, 2536) เกศตรกรที่มีความชำนาญสามารถใช้เวลาในการกรีดยางพารา 15 วินาทีต่อต้น ใน 1 วันจะใช้เวลาเฉพาะการกรีดประมาณ 2 ชั่วโมงถ้ารวมเวลาเดินจากต้นหนึ่งไปอีกต้นหนึ่ง จะใช้เวลาทั้งหมด 2.5-3.0 ชั่วโมง จะกรีดยางได้ 400-500 ต้นต่อคนต่อวัน (กรมวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยยาง, 2538) โดยใช้เครื่องมือเฉพาะที่เรียกว่า มีดกรีดยางเงีะบง การใช้มีดกรีดยางเงีะบง นอกจากผู้ใช้จะต้องมีทักษะ และความชำนาญแล้ว จะต้องสูญเสียพลังงานในการออกแรงกระตุกเพื่อให้คมมิดเนียนเปลือกยางเป็นระยะทางยาวประมาณครึ่งหนึ่งของเส้นรอบวงของต้นยางพารา

จากปัญหาดังกล่าว จึงทำให้เกิดแนวความคิดที่จะออกแบบ และสร้างมีดกรีดยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อลดการสิ้นเปลืองเปลือกที่เร็วเกินไป และลดความเสียหายของน้ำยาง ทดแทนการใช้พลังงานจากคนในการออกแรงกระตุกเพื่อเนียนเปลือกยาง ก็จะทำให้เพิ่มขีดความสามารถในการกรีดยางได้มากกว่า 400-500 ต้นต่อคนต่อวัน และอีกอย่างหนึ่งไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานที่มีทักษะ และความชำนาญมากนัก ก็สามารถเข้าเป็นแรงงานกรีดยางที่มีความต้องการตามปริมาณพื้นที่ปลูก

ยางที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบัน ดังนั้นการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบและสร้างมิดกรีดยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ลดการสิ้นเปลืองเปลือกที่เร็วเกินไป และลดความเสียหายของหน้ายาง ทดแทนการใช้พลังงานจากคนเพื่อลดความเหนื่อยล้าในการกรีดยาง และเพื่อเพิ่มความสามารถในการกรีดยาง เพื่อประโยชน์ของเกษตรกรต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษา ออกแบบ สร้าง ทดสอบ และประเมินผล เครื่องต้นแบบกรีดยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ที่สามารถควบคุมด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ

1.2.2 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับวิธีการที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ต้นยางพาราที่ใช้ในการทดลองจะใช้ต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุไม่น้อยกว่า 6 ปี ที่ปลูกในโครงการยางพาราของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครราชสีมา

1.3.2 การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องต้นแบบกรีดยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมิดกรีดยางแบบเจาะบง จะทำการเก็บข้อมูลในเรื่อง คุณภาพงานกรีดยาง ความสิ้นเปลืองเปลือก และเวลาที่ใช้ในการกรีดยาง จากผู้ที่ยังไม่มีประสบการณ์ในการกรีดยางมาก่อน

## 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษา และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการกรีดยาง

1.4.2 ออกแบบ สร้าง และทดสอบใบมีด ที่มีมุมมีด และมุมเอียงของใบมีดที่แตกต่างกัน

- มุมมีดของใบมีดกรีดยาง วิจัยมุมมีดตั้งแต่ 30 ถึง 75 องศา เพิ่มครั้งละ 5 องศา และมีมุมหลบคางที่ 15 องศา

- มุมเอียงของใบมีดกรีดยาง วิจัยมุมเอียงตั้งแต่ 0 ถึง 45 องศา เพิ่มครั้งละ 5 องศา

1.4.3 ออกแบบ และสร้างชุดทดสอบใบมีดกรีดยางจำนวน 1 ชุด

1.4.4 ทดสอบใบมีดกรีดยาง และเก็บข้อมูลเพื่อหาค่าตัวแปรที่มีผลต่อพลังงานจำเพาะ ได้แก่ มุมเอียงใบมีด อัตราป้อนต่อฟืน และจำนวนฟืนของใบมีด

- มุมเอียงของใบมีด วิจัยมุมเอียงบวก 45 องศา และมุมเอียงลบ 45 องศา

- จำนวนฟืนของใบมีด วิจัยจำนวนฟืน 2, 4 และ 6 ฟืน

- อัตราป้อนต่อฟืน วิจัยอัตราป้อนต่อฟืน 1, 2 และ 3 มิลลิเมตรต่อฟืน

1.4.5 ออกแบบ และสร้างเครื่องต้นแบบกรีดยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าจำนวน 1 เครื่อง

1.4.6 ทดสอบเครื่องต้นแบบกริดขางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า และเก็บข้อมูลเพื่อหาค่าตัวแปร ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการกริดขาง ได้แก่ คุณภาพงานกริด ความสิ้นเปลืองเปลือก และเวลาที่ใช้ในการกริด

1.4.7 นำผลการทดลองมาเปรียบเทียบระหว่างเครื่องต้นแบบกริดขางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมีดกริดขางแบบเจาะบง

## 1.5 สถานที่ทำการวิจัย

- 1.5.1 อาคารเครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- 1.5.2 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
- 1.5.3 ศูนย์ฝึกอบรมภาคสนามหนองระเวียง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้เครื่องต้นแบบกริดขางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ
- 1.6.2 ทำให้เกษตรกรมีทางเลือกในการใช้เครื่องมือในการกริดขางที่เหมาะสม
- 1.6.3 สามารถลดความเสียหาย และอัตราการสิ้นเปลืองเปลือกของต้นขางพาราได้
- 1.6.4 สามารถลดความเหนื่อยล้าในการกริดขางได้
- 1.6.5 สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการกริดขางต่อคนต่อวันได้

## บทที่ 2

### ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะอธิบายถึงข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับยางพารา การกรีดยาง กลศาสตร์การตัด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับยางพารา

##### 2.1.1 การผลิต และการใช้ยางของโลก

ปี 2549 ปริมาณการผลิตยางทั้งหมดของโลกมีทั้งสิ้น 21.703 ล้านตัน แบ่งเป็นยางสังเคราะห์ 12.515 ล้านตัน และยางธรรมชาติ 9.188 ล้านตันดังตารางที่ 2.1 ระหว่างปี 2545-2549 ปริมาณการผลิตยางทั้งหมดของโลกได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยที่อัตราการขยายตัวของการผลิตยางธรรมชาติสูงกว่าการผลิตยางสังเคราะห์ อย่างไรก็ตามสัดส่วนของยางที่ผลิตได้ทั้งหมดของโลกส่วนใหญ่ 60 เปอร์เซ็นต์ เป็นยางสังเคราะห์ ที่เหลือ 40 เปอร์เซ็นต์เป็นยางธรรมชาติ สำหรับการใช้ยางของโลกพบว่า ปี 2549 การใช้ยางของโลกมีทั้งสิ้น 21.573 ล้านตันแบ่งเป็นยางสังเคราะห์ 12.617 ล้านตัน และยางธรรมชาติ 8.956 ล้านตัน การใช้ยางของโลกมีการใช้ยางสังเคราะห์มากกว่ายางธรรมชาติในสัดส่วนประมาณ 60: 40 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 2.2 สัดส่วนการใช้ยางสังเคราะห์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากผู้ใช้งานส่วนใหญ่สามารถผลิต และส่งออกได้ จึงเอื้ออำนวยต่อการบริหารจัดการในเรื่องของสต็อก และวัตถุดิบ ประกอบกับราคายางสังเคราะห์ค่อนข้างมีเสถียรภาพมากกว่ายางธรรมชาติ สำหรับแนวโน้มการผลิต และการใช้ยางของโลกเป็นไปในทิศทางที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกยางธรรมชาติ และยางสังเคราะห์ มีความจำเป็นที่ต้องใช้ร่วมกันในผลิตภัณฑ์หลายชนิดเพื่อประโยชน์ในด้านคุณภาพของสินค้า และในหลายกรณีสามารถใช้ทดแทนกันได้ สภาพการแข่งขันในการผลิตยางสังเคราะห์ และยางธรรมชาตินั้นแตกต่างกันที่การผลิตยางสังเคราะห์เป็นการผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องใช้เงินลงทุนสูง ควบคุมปริมาณการผลิตได้ ส่วนการผลิตยางธรรมชาติเป็นการผลิตในเชิงเกษตรกรรม เกื้อกูลทางด้านสภาพแวดล้อม และให้ผลพลอยได้ทางด้านไม้ใช้สอย หรือมวลชีวภาพที่เป็นประโยชน์แก่มวลมนุษย์ ขณะที่การผลิตยางสังเคราะห์ก่อให้เกิดผลเสียต่อบรรยากาศ และสภาพแวดล้อม โดยทั่วไปการใช้ยางสังเคราะห์ในแต่ละปี มีปริมาณที่ใกล้เคียงกับปริมาณการผลิต และส่วนใหญ่เป็นการใช้ในประเทศผู้ผลิต เพื่อป้อนโรงงานอุตสาหกรรมของตนเองและเป็นหลักประกันมิให้เกิดการขาดแคลนยางขึ้นได้ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น รัสเซีย และเกาหลีใต้



นอกจากการผลิตเพื่อใช้ในประเทศแล้วยังส่งออกไปประเทศอื่น ๆ ที่ไม่มีการผลิตอีกด้วย ยางสังเคราะห์มีแผนการผลิตที่แน่นอน มีการทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้า จึงทำให้การผลิตและการใช้ยางสังเคราะห์มีความสมดุลมากกว่ายางธรรมชาติ ดังนั้นจึงไม่เกิดความผันผวนของราคาซึ่งต่างจากยางธรรมชาติ

ตารางที่ 2.1 ปริมาณการผลิตยางทั้งหมดของโลก

ปี	การผลิตยางของโลก					
	ยางธรรมชาติ		ยางสังเคราะห์		รวม	
	ปริมาณ	เปอร์เซ็นต์	ปริมาณ	เปอร์เซ็นต์	ปริมาณ	เปอร์เซ็นต์
2545	7,302	40.16	10,882	59.84	18,184	100.00
2546	7,975	41.18	11,390	58.82	19,365	100.00
2547	8,654	41.92	11,989	58.08	20,643	100.00
2548	8,777	42.09	12,078	57.91	20,855	100.00
2549	9,188	42.34	12,515	57.66	21,703	100.00

หน่วย: 1000 ตัน

ตารางที่ 2.2 การใช้ยางทั้งหมดของโลก

ปี	การใช้ยางของโลก					
	ยางธรรมชาติ		ยางสังเคราะห์		รวม	
	ปริมาณ	เปอร์เซ็นต์	ปริมาณ	เปอร์เซ็นต์	ปริมาณ	เปอร์เซ็นต์
2545	7,628	41.56	10,724	58.44	18,352	100.00
2546	8,033	41.33	11,404	58.67	19,437	100.00
2547	8,581	41.91	11,894	58.00	20,475	100.00
2548	8,994	42.82	12,010	57.18	21,004	100.00
2549	8,956	41.51	12,617	58.49	21,573	100.00

หน่วย: 1000 ตัน

### 2.1.2 การผลิต การใช้ และการส่งออกยางธรรมชาติ

ปี 2549 มีประเทศที่ปลูกยางทั่วไปรวม 24 ประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 63.157 ล้านไร่ พื้นที่ปลูกยางส่วนใหญ่เกือบ 90 เปอร์เซ็นต์อยู่ในทวีปเอเชีย ส่วนใหญ่เป็นสวนยางขนาดเล็ก และเป็นเกษตรกรรายย่อย โดยประเทศอินโดนีเซียมีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด 20.494 ล้านไร่

รองลงมาคือ ประเทศไทย 14.235 ล้านไร่ และมาเลเซีย 7.813 ล้านไร่ รวมเนื้อที่ปลูกยางทั้ง 3 ประเทศ เป็น 67.4 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกยางของโลก ที่เหลือเป็นพื้นที่ปลูกยางของประเทศอื่น ๆ อีก 21 ประเทศ ดังตารางที่ 2.3 การผลิตยางธรรมชาติของโลกเพิ่มขึ้นจาก 8.654 ล้านตันเมื่อ ปี 2547 เพิ่มขึ้นเป็น 9.188 ล้านตัน เมื่อ ปี 2549 ดังตารางที่ 2.4 ในช่วง ปี 2547-2549 ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของโลกได้ขยายตัวในอัตราเฉลี่ย 4.9 เปอร์เซ็นต์ต่อปี สำหรับประเทศผู้ผลิตยางธรรมชาติมากที่สุด 3 อันดับแรกใน ปี 2549 ได้แก่ ไทย ผลิตได้ 3.137 ล้านตันหรือคิดเป็น 34.1 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณการผลิตทั้งโลก รองลงมา คือ อินโดนีเซีย ผลิตได้ 2.515 ล้านตันส่วนประเทศมาเลเซียผลิตได้ 1.268 ล้านตัน ปริมาณการผลิตยางทั้งสามประเทศ คือ ไทย อินโดนีเซียและมาเลเซีย รวมกันประมาณ 6.921 ล้านตัน คิดเป็น 75.3 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณการผลิตทั้งโลกและยังมีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตได้อีก โดยเฉพาะไทย และอินโดนีเซียมีการขยายพื้นที่ปลูกใหม่อีกจำนวนมาก เช่นเดียวกับเวียดนามที่มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นทั้งการผลิต และการส่งออกในช่วงปี 2547-2549 ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติมีการขยายตัวเฉลี่ยประมาณ 3.7 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ยางธรรมชาติ 65 เปอร์เซ็นต์ ใช้ในการผลิตยางล้อรถยนต์ ประเทศผู้ใช้มากที่สุดในโลก คือ จีน เฉลี่ยปีละประมาณ 2.027 ล้านตัน หรือประมาณ 1 ใน 4 ของปริมาณการใช้ยางทั้งโลก และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอีกตามการขยายตัวของเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้ใช้รายใหญ่รองลงมา คือ สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น เฉลี่ยปีละประมาณ 1.102 ล้านตัน และ 0.846 ล้านตัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.3 พื้นที่ปลูกยางธรรมชาติของโลกปี 2549

ประเทศ	สวนยางขนาดใหญ่	สวนยางขนาดเล็ก	รวมทั้งหมด
1. อินโดนีเซีย	3,200.00	17,29.8	20,493.80
2. ไทย	867.4	13,368.00	14,235.40
3. มาเลเซีย	716.2	7,096.30	7,812.50
4. จีน	-	-	3,750.00
5. อินเดีย	412.5	3,231.30	3,643.80
6. เวียดนาม	-	-	2,906.30
7. ไนจีเรีย	3,806.30	562.5	4,368.80
8. ศรีลังกา	289.3	516.3	805.6
9. ไลบีเรีย	377.5	303.1	680.6
10. บราซิล	-	-	737.5
11. สหภาพพม่า	287.5	367.5	655
12. ไอเวอรีโคสต์	281.2	456.3	737.5
13. ฟิลิปปินส์	-	-	575
14. กัมพูชา	-	-	326.9
15. แคมเมอรูน	225	27.5	252.5
16. บังกลาเทศ	-	-	291.9
17. กัวเตมาลา	-	-	278.1
18. คองโก	15.3	62.5	218.8
19. ปาปัวนิวกินี	32.5	53.8	86.3
20. กานา	100.6	5	105.6
21. กาบอง	62.5	18.8	81.3
22. เม็กซิโก	-	-	70
23. กินี	28.1	9.4	37.5
24. สหภาพแอฟริกา	-	-	6.3
รวม	-	-	63,157.00

หน่วย: 1000 ไร่

ตารางที่ 2.4 ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของประเทศต่าง ๆ ปี 2547-2549

ประเทศ	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	เปอร์เซ็นต์เพิ่ม / ลด	
				ปี 2548	ปี 2549
1. ไทย	2,984.3	2,937.2	3,137.0	-1.58	6.80
2. อินโดนีเซีย	2,066.2	2,271.0	2,515.1	9.91	10.75
3. มาเลเซีย	1,168.7	1,126.0	1,268.4	-3.65	12.65
4. อินเดีย	742.6	771.5	853.1	3.89	10.58
5. จีน	486.0	428.0	483.0	-11.93	12.85
6. เวียดนาม	419.0	468.6	560.0	11.84	19.50
7. กอคดิวัร์	143.0	157.0	156.0	9.79	-0.64
8. ไลบีเรีย	115.0	111.0	100.5	-3.48	-9.46
9. ศรีลังกา	94.7	104.4	114.7	10.24	9.87
10. อื่น ๆ	434.5	402.3	0.2	-7.41	-99.95
<b>รวม</b>	<b>8,654.0</b>	<b>8,777.0</b>	<b>9,188.0</b>	<b>1.42</b>	<b>4.68</b>

หน่วย: 1000 ตัน

ตารางที่ 2.5 ปริมาณการใช้อย่างธรรมชาติของประเทศต่าง ๆ ปี 2547-2549

ประเทศ	ปี 2547	ปี 2548	ปี 2549	เปอร์เซ็นต์เพิ่ม / ลด	
				ปี 2548	ปี 2549
1. จีน	1,865.0	2,045.0	2,170.0	9.65	6.11
2. สหรัฐอเมริกา	1,143.6	1,159.2	1,003.1	1.36	-13.47
3. ญี่ปุ่น	814.8	857.4	865.3	5.23	0.92
4. อินเดีย	745.3	789.2	816.4	5.89	3.45
5. มาเลเซีย	402.8	386.5	378.5	-4.05	-2.07
6. เกาหลีใต้	351.7	369.8	363.6	5.15	-1.68
7. ไทย	302.0	335.0	320.9*	10.93	-4.21
8. ฝรั่งเศส	230.1	230.0	219.6	-0.04	-4.52
9. เยอรมนี	242.3	263.0	272.9	8.54	3.76
10. อื่น ๆ	2,483.4	2,558.9	2,866.6	3.04	12.02
<b>รวม</b>	<b>8,581.0</b>	<b>8,994.0</b>	<b>8,956.0</b>	<b>4.81</b>	<b>-0.42</b>

หน่วย: 1000 ตัน

ประเทศผู้ส่งยางออกยางธรรมชาติรายใหญ่ของโลกอยู่ในแถบเอเชีย ได้แก่ ไทย อินโดนีเซีย มาเลเซีย และเวียดนาม ที่เหลือเป็นการส่งออกจากประเทศในเอเชียอื่น ๆ ละตินอเมริกา และทวีปแอฟริกา ประเทศผู้ส่งออกยางเหล่านี้ ส่วนใหญ่มีการใช้ยางภายในประเทศเพียง 10-35 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณที่ผลิตได้ทั้งหมด ดังตารางที่ 2.6 มาเลเซียเป็นประเทศผู้ผลิต และส่งออกยางธรรมชาติที่ใช้ยางธรรมชาติปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศผู้ผลิต และส่งออกยางธรรมชาติทั้งหมด

ตารางที่ 2.6 ปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของประเทศต่าง ๆ

ประเทศ	2547	2548	2549
1. ไทย	2,637.10	2,632.40	2,771.70
2. อินโดนีเซีย	1,875.10	2,024.10	2,308.60
3. มาเลเซีย	679.9	666	615.9
4. เวียดนาม	340	445	500.5
5. เอเชียอื่น ๆ	210.5	131.9	44.9
6. แอฟริกา	365.5	384	380.5
7. ละตินอเมริกา	52.9	54.6	55.4
<b>รวม</b>	<b>6,161.00</b>	<b>6,338.00</b>	<b>6,677.00</b>
อัตราการเพิ่ม (เปอร์เซ็นต์)	8.74	2.87	5.35

หน่วย: 1000 ตัน

### 2.1.3 พื้นที่ปลูกยางพาราของไทย

ปี 2549 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางทั้งสิ้น 14,338,046 ไร่เพิ่มขึ้นจากปี 2548 ซึ่งมีพื้นที่ 13,595,818 ไร่ เพิ่มขึ้น 5.46 เปอร์เซ็นต์ โดยภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด 10,955,548 ไร่ รองลงมา คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1,644,704 ไร่ ภาคตะวันออก 1,539,623 ไร่ และภาคเหนือ 198,171 ไร่ รวมทั้งสิ้น 60 จังหวัด ดังตารางที่ 2.7 จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด คือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี 1,807,643 ไร่ พื้นที่ปลูกยางทั้งหมดของประเทศเป็นพื้นที่กริดยางได้ 10,896,957 ไร่ ส่วนใหญ่ 85 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ในภาคใต้ ผลผลิตยางทั้งประเทศเฉลี่ย 282 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เท่ากับปี 2548

ตารางที่ 2.7 พื้นที่ปลูก และพื้นที่กรีดยางพาราของประเทศไทย และพื้นที่รายจังหวัด ปี 2549

จังหวัด	พื้นที่ปลูกยาง (ไร่)	
	พื้นที่ปลูก	พื้นที่กรีด
1. กระบี่	602,147	508,651
2. ชุมพร	453,039	396,499
3. ตรัง	1,311,635	1,135,779
4. นครศรีธรรมราช	1,368,042	1,082,729
5. นราธิวาส	995,529	851,221
6. ปัตตานี	287,830	244,954
7. พังงา	650,427	541,029
8. พัทลุง	525,400	487,066
9. ภูเก็ต	109,259	97,640
10. ยะลา	1,026,563	799,411
11. ระนอง	120,625	97,512
12. สงขลา	1,418,927	1,242,394
13. สตูล	282,485	228,588
14. สุราษฎร์ธานี	1,807,643	1,574,452
<b>รวมภาคใต้</b>	<b>10,955,548</b>	<b>9,287,925</b>
15. ประจวบคีรีขันธ์	74,430	31,073
16. กาญจนบุรี	69,218	33,077
17. จันทบุรี	364,786	275,686
18. ฉะเชิงเทรา	112,233	61,655
19. ชลบุรี	174,980	130,185
20. ตราด	216,117	153,284
21. ปราจีนบุรี	4,458	2,551
22. ระยอง	602,547	442,883
23. ราชบุรี	12,264	1,030
24. สระแก้ว	13,671	9,840
<b>รวมภาคตะวันออกและภาคกลาง</b>	<b>1,644,704</b>	<b>1,141,24</b>

ตารางที่ 2.7 พื้นที่ปลูก และพื้นที่กรีดยางพาราของประเทศไทย และพื้นที่รายจังหวัด ปี 2549 (ต่อ)

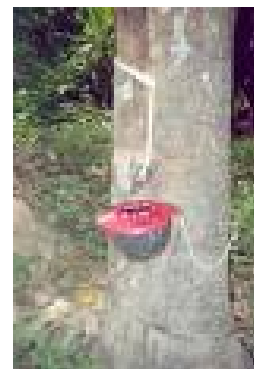
จังหวัด	พื้นที่ปลูกยาง (ไร่)	
	พื้นที่ปลูก	พื้นที่กรีด
25. กาฬสินธุ์	32,480	15,948
26. ขอนแก่น	18,587	7,247
27. ชัยภูมิ	18,415	6,455
28. นครพนม	82,324	27,864
29. นครราชสีมา	12,120	3,409
30. บุรีรัมย์	137,632	61,021
31. มหาสารคาม	2,774	1,600
32. มุกดาหาร	67,757	21,941
33. ยโสธร	32,629	9,698
34. ร้อยเอ็ด	17,131	9,776
35. เลย	195,925	33,715
36. ศรีสะเกษ	105,965	36,303
37. สกลนคร	62,160	18,919
38. สุรินทร์	64,452	24,598
39. หนองคาย	425,216	93,260
40. หนองบัวลำภู	30,969	5,954
41. อำนาจเจริญ	23,197	2,044
42. อุตรธานี	101,986	47,935
43. อุบลราชธานี	107,898	28,379
<b>รวมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</b>	<b>1,539,623</b>	<b>456,066</b>
44. เชียงราย	49,288	910
45. เพชรบูรณ์	9,254	4,345
46. น่าน	8,670	426
47. พะเยา	22,222	606
48. พิษณุโลก	14,531	2,074
49. อุทัยธานี	12,765	2,295
50. ลำปาง	3,032	-

ตารางที่ 2.7 พื้นที่ปลูก และพื้นที่กรีดยางพาราของประเทศไทย และพื้นที่รายจังหวัด ปี 2549 (ต่อ)

จังหวัด	พื้นที่ปลูกยาง (ไร่)	
	พื้นที่ปลูก	พื้นที่กรีดยาง
51. ลำพูน	3,531	-
52. เชียงใหม่	8,716	-
53. แม่ฮ่องสอน	782	-
54. ตาก	8,976	70
55. กำแพงเพชร	28,798	976
56. สุโขทัย	13,558	-
57. แพร่	6,138	-
58. อุตรดิตถ์	2,606	-
59. พิจิตร	1,276	-
60. นครสวรรค์	4,028	-
<b>รวมภาคเหนือ</b>	<b>198,171</b>	<b>11,702</b>
<b>รวมทั้งประเทศ</b>	<b>14,338,046</b>	<b>10,896,957</b>

#### 2.1.4 ลักษณะของลำต้นยางพารา

ลำต้นยางที่เจริญเติบโตจากต้นกล้า หรือเมล็ดโดยตรงจะมีลักษณะเป็นรูปกรวย (Cone) โดยส่วนโคนเหนือพื้นดินจะมีขนาดใหญ่ที่สุด แล้วค่อย ๆ เรียวเล็กไปทางด้านปลายของลำต้น ส่วนลำต้นที่เกิดจากการติดตา จะมีลักษณะเป็นทรงกระบอก (Cylinder) โดยมีขนาดของลำต้นตลอดความสูงไม่แตกต่างกันมากนัก

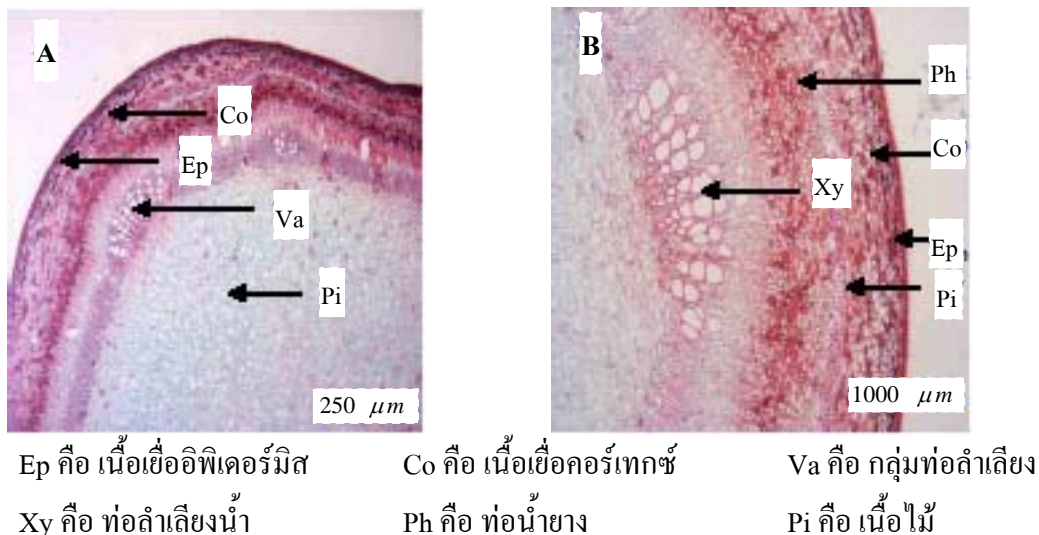


รูปที่ 2.1 แสดงต้นยางที่ปลูกด้วยเมล็ด (ซ้าย) และต้นยางที่ปลูกด้วยการติดตา (ขวา)



## 2.1.5 ส่วนประกอบของลำต้นยางพารา

โครงสร้างของลำต้นยางพารา มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ



รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของลำต้นยางพารา

1) เปลือก (Bark) เป็นส่วนที่อยู่บริเวณนอกสุด แบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ

- เปลือกชั้นนอก หรือเปลือกแข็ง (Hard Bark) จะอยู่บริเวณด้านนอกสุดของต้นยางพารา เป็นส่วนเนื้อเยื่อที่ถูกดันออกมาด้านนอก เมื่อมีการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ขึ้นมาแทนที่เปลือกชั้นใน เปลือกชั้นนี้ท่อน้ำยางจะบิดขาด และไม่สมบูรณ์ทำให้เปลือกค่อนข้างแข็ง ความหนาของเปลือกชั้นนี้ประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์

- เปลือกชั้นใน หรือเปลือกอ่อน (Soft Bark) อยู่บริเวณติดกับเนื้อเจริญ เป็นส่วนที่มีเนื้อเยื่อ และท่อน้ำยางที่สร้างขึ้นมาใหม่ มีจำนวนท่อน้ำยางหนาแน่น และสมบูรณ์ที่สุดมากกว่าเปลือกชั้นนอก ท่อน้ำยางเหล่านี้จะวางตัวจากขวาไปซ้าย ความหนาของเปลือกชั้นนี้ประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ เปลือกค่อนข้างนุ่ม

2) ท่อน้ำยาง (Latex Vessel) ท่อน้ำยางเรียงตัวกันออกมาจากเนื้อเจริญรอบลำต้นตามแนวตั้งเป็นชั้น ๆ โดยทั่วไปอยู่ในลักษณะเอียงไปทางขวาจากแนวตั้งเล็กน้อยประมาณ 2.1-7.1 องศา เมื่อหันหน้าเข้าหาลำต้นยาง ดังนั้นการกรีดยางจึงต้องกรีดเอียงจากซ้ายบนลงมาขวาล่าง เพื่อให้ตัดท่อน้ำยางให้ได้มากที่สุด โดยท่อน้ำยางจะเรียงตัวลงมาเป็นวงรอบลำต้น พันธุ์ยางที่สามารถให้ผลผลิตสูงมักจะมีจำนวนท่อน้ำยางมาก น้ำยางสามารถติดต่อกันได้ภายในวงท่อชั้นเดียวกัน แต่ไม่สามารถติดต่อกันได้ระหว่างวงท่อน้ำยาง ภายในท่อน้ำยางมีน้ำยางบรรจุอยู่ น้ำยางสด

ที่กรีดจากต้นยางมีลักษณะของเหลวสีขาว หรือสีครีม อยู่ในสภาพสารแขวนลอย น้ำยางสดประกอบด้วยสารต่าง ๆ ซึ่งมีปริมาณแปรปรวนอย่างกว้างขวางขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ พันธุ์ยาง อายุของต้นยาง ฤดูกาล และวิธีการกรีด ปกติน้ำยางสด (โดยน้ำหนัก) จะมีส่วนของเนื้อยางแห้งประมาณ 23 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของน้ำประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์ และสารอื่น ๆ ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต่าง ๆ ดังกล่าวจะมองเห็นชัดเจนเมื่อปั่นแยกด้วยเครื่องปั่นแยกความเร็วสูง

## 2.2 การกรีดยาง

### 2.2.1 ลักษณะของมีดกรีดยาง

มีดกรีดยางที่นิยมใช้มี 2 ชนิด คือ มีดเกาจ์ และมีดเง๊ะบงแต่มีดที่นิยมใช้กรีดยางหน้าล่างโดยทั่วไปจะใช้มีดเง๊ะบง เป็นภาษามาลาเลย์ ลักษณะของมีดแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้จับซึ่งเป็นไม้ หรือเหล็กยาวประมาณ 15 เซนติเมตร และส่วนที่เป็นตัวมีด ตัวมีดทำด้วยเหล็กยาวประมาณ 20 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นเส้นตรงต่อจากด้ามมีดแล้วค่อย ๆ โค้งลงไปทางด้านปลายของมีด ตอนปลายสุดของตัวมีดจะพับเข้าหาตัวมีด มีการตกแต่งเป็นเดือยสำหรับกรีดยาง



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะมีดกรีดยาง

ผลการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ของมีดกรีดยาง ปรากฏว่าส่วนใหญ่ใช้วัสดุกลุ่มเหล็กกล้าทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกล และเหล็กกล้าเครื่องมือ ความแข็งแตกต่างกันสูงสุด 858 ร็อกเวล และต่ำสุด 610 ร็อกเวล ส่วนผสมทางเคมีเทียบเท่าเหล็กกล้าชิ้นส่วนเครื่องจักรกล AISI 1035, 1045, 1050 เหล็กกล้าเครื่องมือ L2, L6 และ W1 ในวัสดุชนิดเดียวกันลักษณะ โครงสร้างจุลภาพแตกต่างกัน รวมถึงขนาดรูปทรงก็แตกต่างกันแสดงว่ากระบวนการผลิตไม่เหมือนกัน ทั้งกระบวนการขึ้นรูปและ

กระบวนการชุบแข็ง จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่ากระบวนการผลิตส่วนใหญ่แตกต่างกันทั้งขั้นตอน และเงื่อนไขการผลิต มีดกรีดยางพาราที่มีประสิทธิภาพการกรีดยางน้อยมีสาเหตุมาจากขาดมาตรฐานการผลิต การเลือกวัสดุ การออกแบบ การขึ้นรูป และการชุบแข็ง บทพร่องด้านการควบคุมและการจัดการด้านคุณภาพ เทคโนโลยีแบบเดิม ขาดการพัฒนาทำให้ผลการผลิตแต่ละชิ้นออกมาคุณภาพไม่เท่ากัน ซึ่งส่งผลให้มีจุดอ่อนด้านการตลาด การชุบแข็งที่ไม่เหมาะสมทำให้คมมีดเกิดการเสียหายเร็วกว่าปกติ เช่น แตกหัก และบิ่น เปราะ และคมไม่สม่ำเสมอ เป็นต้น การผลิตมีดกรีดยางมีทั้งอุตสาหกรรมครอบครัว อุตสาหกรรมขนาดเล็ก และอุตสาหกรรมขนาดกลาง พบว่าในสถานประกอบการที่มีระบบค่อยช่างคืนั้น ทำการผลิตมีดกรีดยางหลายยี่ห้อ จำหน่ายหลายราคาเป็นการเพิ่มช่องทางการตลาด อาจส่งผลให้รายย่อย หรือโรงงานขนาดเล็กจำเป็นต้องพัฒนาการผลิต พบว่าการผลิตยังไม่กำหนดรุ่น เบอร์ และขนาดของมีด ให้เหมาะสมกับขนาดต้นยาง และผู้ปฏิบัติงานกรีดยางส่วนรูปทรงเรขาคณิตปรากฏว่าขนาด และรูปทรงเรขาคณิตแตกต่างกัน สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบพิจารณาจากขนาด และการประกอบ ได้แก่ ประกอบด้วยการเชื่อมชิ้นส่วน และยึดติดด้วยสกรู ซึ่งถอยเปลี่ยนใบมีดได้เมื่อคมตัดของใบมีดใช้งานไม่ได้แล้ว

### 2.2.2 วิธีการกรีดยาง

โดยทั่วไปการกรีดยางหน้าล่างโดยใช้มีดเจาะบง มีการกรีด 2 วิธี คือวิธีการดึง หรือใช้ท่อแขนลาก และวิธีการกระตุกมือ

1) *วิธีการดึง หรือใช้ท่อแขนลาก* การกรีดวิธีนี้ไม่ถูกต้อง ต้องใช้แรงทั้งแขนลากลงมาพร้อมกับเดินถอยหลัง จะใช้แรงมากในการกรีด ทำให้มีดบาดลึกถูกเยื่อเจริญได้ เปลือกยางที่กรีดออกมาหนา สิ้นเปลืองเปลืองมาก เปลือกงอกใหม่อาจบาง และเป็นแผลไม่สามารถเปิดกรีดซ้ำหน้าใหม่ได้

2) *วิธีการกระตุกมือ* การกรีดวิธีนี้เป็นการกรีดที่ถูกต้อง โดยการกรีดจะใช้ข้อมือกระตุกพร้อมกับเดินถอยหลัง ใช้แรงน้อยกว่าวิธีใช้ท่อแขนลาก เปลือกยางที่กรีดออกมาสั้น และบาง หากกรีดบาดเนื้อเยื่อเจริญจะเป็นแผลเล็ก ๆ ซึ่งเปลือกยางงอกใหม่มีโอกาสเรียบสม่ำเสมอได้ ไม่ทำให้หน้ายางเสียหาย สามารถกรีดได้เป็นระยะเวลานาน

### 2.2.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกรีดยาง

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกรีดยาง ที่มีผลต่อผลผลิตมีดังนี้

1) *ความลึกของการกรีด* ความหนาแน่นของจำนวนท่อน้ำยางมีมากบริเวณเปลือกชั้นใน และมีมากที่สุดบริเวณเยื่อเจริญ การกรีดยางจะเหลือส่วนของเปลือกชั้นในสูงถึง 1.3 มิลลิเมตร ซึ่งยังคงเหลือวงท่อน้ำยางไว้บนต้น โดยไม่ได้กรีดถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และเป็นท่อน้ำยางที่สมบูรณ์ที่สุด แต่ถ้ากรีดเหลือ 1.0 มิลลิเมตร จากเยื่อเจริญจะกรีดได้ 52 เปอร์เซ็นต์ ของท่อน้ำยาง หรือถ้ากรีดเหลือ 0.5 มิลลิเมตร จะตัดวงท่อน้ำยางได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการกรีดให้ได้ท่อน้ำยางมากจึงควร

กริดให้ใกล้เชื้อเจริญให้ได้มากที่สุด แต่หากกริดลึกลงไปหน้ายางจะเป็นแผล เปลือกงอกใหม่ ขรุขระไม่สามารถกริดต่อไปได้ การกริดจะกริดได้ลึก หรือไม่ขึ้นอยู่กับความชำนาญของคนกริด

2) *ขนาดของงานกริด* หมายถึง จำนวนต้นยางที่คนกริดสามารถกริดได้แต่ละวัน ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของต้นยาง ความยาวรอยกริด ลักษณะของพื้นที่ ความชำนาญของคนกริดและช่วงเวลาการไหลของน้ำยาง ปกติการกริดครั้งลำต้น คนกริดหนึ่งคนสามารถกริดได้ 450-500 ต้นต่อวันและการกริด 1/3 ของลำต้น คนกริดหนึ่งคนสามารถกริดได้ 650-700 ต้นต่อวัน

3) *เวลาที่เหมาะสมสำหรับกริดยาง* ผลผลิตน้ำยางจะขึ้นอยู่กับความแห้งของเซลล์ ซึ่งมีผลต่อความดันภายในท่อน้ำยาง ในช่วงกลางวันความแห้งของเซลล์จะลดต่ำลงสาเหตุมาจากการคายน้ำ โดยจะลดต่ำลงหลังดวงอาทิตย์ขึ้นจนถึงเวลา 13.00-14.00 น. จะลดลงต่ำสุดหลังจากนั้นจะเริ่มเพิ่มขึ้นจนกลับสภาพเดิมเมื่อเวลากลางคืน จากทดลองกริดเวลาต่างกันพบว่ากริดช่วงเวลา 06.00-08.00 น. ใต้น้ำยางน้อยกว่ากริดช่วงเวลา 03.00-06.00 น. เฉลี่ย 4-5 เปอร์เซ็นต์ การกริดช่วงเวลา 08.00-11.00 น. ใต้น้ำยางน้อยกว่ากริดช่วงกลางคืนเฉลี่ยประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์และการกริดช่วงเวลา 11.00-13.00 น. ใต้น้ำยางน้อยกว่ากริดช่วงกลางคืนเฉลี่ย 25 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2.8 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ลดลงของปริมาณน้ำยางที่กริดในช่วงเวลาต่างกัน

ช่วงเวลากริด	เปอร์เซ็นต์ลดลงของปริมาณน้ำยาง
03.00-06.00 น.	-
06.00-08.00 น.	4-5
08.00-11.00 น.	16
11.00-13.00 น.	25

แต่การกริดในช่วงกลางคืนมีข้อเสีย คือ มีโอกาสกริดบาดเชื้อเจริญได้ง่าย เนื่องจากแสงสว่างไม่เพียงพอ อาจทำให้เกิดโรคหน้ายาง สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเนื่องจากต้องใช้ตะเกียงและแก๊ส อาจเป็นอันตรายเนื่องจากสัตว์ร้าย หรือโจรผู้ร้าย และเสียสุขภาพด้วย

4) *ความสิ้นเปลืองเปลือก* การกริดเปลือกหนา หรือบางไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตการกริดยางที่ดีควรกริดให้หนาประมาณ 1.7-2.0 มิลลิเมตรต่อครั้ง ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองเปลือกไม่เกิน 25 เซนติเมตรต่อปี หน้ายางหนึ่ง ๆ จะกริดหมดเปลือกใน 4-6 ปี หรือกริดหมดทั้งสองหน้าประมาณ 8-10 ปี ทำให้เปลือกงอกใหม่หนา และสมบูรณ์ สามารถจะเปิดกริดครั้งต่อไปได้ กรณีกริดยางทุกวัน อัตราสิ้นเปลืองเปลือกของหน้ากริดยางหนึ่ง ๆ ประมาณ 47 เซนติเมตรต่อปี หรือกริดหน้า

ขางหมดทั้งสองหน้าประมาณ 6-7 ปี ความหนาของเปลือกงอกใหม่ยังไม่สมบูรณ์ เมื่อเปิดกรีดซ้ำ หน้ากรีดขางนั้นจะได้น้ำตาลลดลงอย่างรวดเร็ว ถ้าหากความถี่เปลี่ยนเปลือกในรอบปีของการกรีด วันเว้นวันคือ 100 เปอร์เซ็นต์ การกรีดวันเว้น 2 วัน สิ้นเปลืองเปลือก 75 เปอร์เซ็นต์ และการกรีดวันเว้น 3 วันสิ้นเปลืองเปลือก 60 เปอร์เซ็นต์ การกรีด 2 วันเว้นวัน สิ้นเปลืองเปลือก 140 เปอร์เซ็นต์ การกรีด 3 วันเว้นวันสิ้นเปลืองเปลือก 150 เปอร์เซ็นต์ การกรีดทุกวันสิ้นเปลืองเปลือก 190 เปอร์เซ็นต์ โดยปกติแล้วต้นยางที่ได้รับการกรีดที่ดีสามารถกรีดให้น้ำยางได้ประมาณ 25-30 ปี

ตารางที่ 2.9 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสิ้นเปลืองเปลือกเมื่อใช้ระบบกรีดต่างกัน

ระบบการกรีด	เปอร์เซ็นต์การสิ้นเปลืองเปลือก
วันเว้น 3 วัน	60
วันเว้น 2 วัน	75
วันเว้นวัน	100
2 วันเว้นวัน	140
3 วันเว้นวัน	150
ทุกวัน	190

5) ความชัน และทิศทางของรอยกรีด เนื่องจากท่อน้ำยางเอียงทำมุมประมาณ 2.1-7.1 องศา จากแนวตั้งจากบนขวามาล่างซ้าย ดังนั้นถ้าหากกรีดขางจากขวาไปซ้ายจะตัดท่อน้ำยางได้น้อย มีผลทำให้น้ำยางที่กรีดได้ลดลงจากการกรีดที่ถูกต้องประมาณ 8-10 เปอร์เซ็นต์ การกรีดขางให้รอยกรีดเอียงทำมุมจากด้านบนซ้ายลงมาด้านล่างขวา ความชันของรอยกรีดควรทำมุม 30-35 องศา กับแนวระดับเพื่อให้น้ำยางไหลได้สะดวกไม่ไหลออกนอกรอยกรีด ทำให้ได้ผลผลิตเต็มที่



รูปที่ 2.4 แสดงทิศทางของการกรีด

หากเพิ่มความชันของรอยกรีดจาก 30 องศา เป็น 45 องศา จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 2-3 เปอร์เซ็นต์ แต่ความยาวรอยกรีดเพิ่มขึ้นเป็น 22 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สิ้นเปลืองเปลือกและใช้เวลาในการกรีดมากขึ้น ในระยะเวลาเท่ากันทำให้กรีดยางได้จำนวนตันลดลง หากมุมต่ำกว่า 30 องศา จะทำให้น้ำยางไหลออกนอกรอยกรีดสูญเสียผลผลิต

6) *อายุ และขนาดของต้นยาง* โดยทั่วไปหลังจากปลูกยางพารา 5-8 ปีจะสามารถเปิดกรีดได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้นยาง ซึ่งจะพิจารณาจากขนาดของลำต้นยางที่ระดับความสูงของการเปิดกรีด โดยจะต้องมีขนาดของเส้นรอบวงของลำต้นที่ตำแหน่งเปิดกรีดไม่ต่ำกว่า 50 เซนติเมตร

7) *ความสูงของการเปิดกรีด* ท่อน้ำยางส่วนใหญ่กระจายอยู่บริเวณ โคนต้นซึ่งมีเปลือกหนา จำนวนของท่อน้ำยางจะกระจายลดลงตรงบริเวณเปลือกที่บางกว่า และตรงส่วนของลำต้นที่อยู่สูงขึ้นไป ส่วนใหญ่ต้นยางที่ปลูกด้วยการติดตาจะมีความหนาของเปลือกไม่แตกต่างกันนักสามารถเปิดกรีดที่ความสูง 150 เซนติเมตร จากพื้น การเปิดกรีดที่ระดับต่ำกว่า 150 เซนติเมตรแม้ว่าจะให้ผลผลิตในรอบปีแรกสูงกว่าก็ตาม แต่ระยะหลังผลผลิตไม่แตกต่างกันมาก จากการทดลองผลผลิตเฉลี่ย 7 ปี พบว่าการเปิดกรีดที่ระดับความสูง 50-150 เซนติเมตร ให้ผลผลิตต่างกันเพียง 1-6 เปอร์เซ็นต์ โดยการเปิดกรีดระดับต่ำให้ผลผลิตในรอบปีแรกสูง ส่วนการเปิดกรีดระดับสูงให้ผลผลิตในรอบปีหลังสูง ที่สำคัญให้ผลผลิตเป็นระยะเวลานานกว่า หนึ่งหน้ากรีดจะกรีดได้นาน 4-6 ปี และพบว่าการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่ในกรณีที่คนกรีดยังไม่มีความชำนาญ การเปิดกรีดที่ระดับต่ำกว่า 150 เซนติเมตร มีผลดีในระยะแรกเพราะกรีดได้สะดวกกว่า

## 2.3 กลศาสตร์การตัด

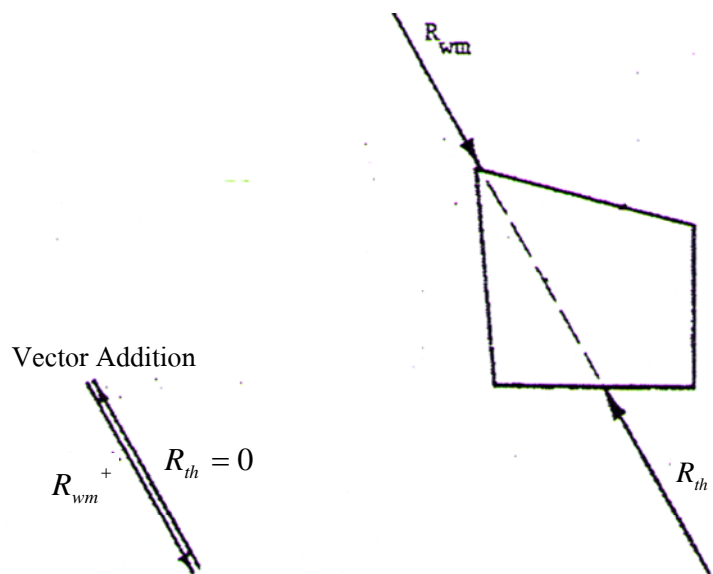
### 2.3.1 หลักการพื้นฐานของการตัดโดยใช้ใบมีด

ในการตัดโลหะแบบธรรมดาที่ใช้กันทั่วไปนั้นอาศัยหลักการขึ้นพื้นฐานที่ว่า ใช้ใบมีดที่มีความแข็งสูงกดลงบนชิ้นงานที่มีความแข็งน้อยกว่าเนื้อชิ้นงานจะเกิดสนามของความเค้น (Stress Field) เมื่อลากคมมีดผ่านเนื้อชิ้นงาน ค่าความเค้นในระนาบหนึ่งบนเนื้อชิ้นงานจะสูงเท่ากับหรือมากกว่าความต้านการเฉือน (Shear Strength) ของเนื้อวัสดุชิ้นงาน เป็นผลให้เกิดการเฉือนของเนื้อชิ้นงาน ชิ้นงานจึงแยกเป็นสองส่วน ๆ แรก คือ ชิ้นส่วนที่จะนำไปใช้งาน ส่วนที่สอง คือ ส่วนซึ่งแยกออกมา มีลักษณะเป็นเส้นยาว ๆ หรือเป็นท่อนสั้น ๆ เรียกว่าฝอย ใบมีดตัด (Cutting Tool) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการตัดวัสดุ ทั้งนี้เพราะการตัดวัสดุเกิดขึ้นที่บริเวณใกล้คมมีด ความแข็งแรง ความทนทานต่อการสึกหรอ และขีดความสามารถอื่น ๆ ของใบมีดจะเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งต่อประสิทธิภาพของการตัด ต่อประสิทธิภาพของการใช้เครื่องจักรกลตัดวัสดุ

### 2.3.2 แรงตัดเฉือน

เมื่อต้องการที่จะวัดแรงที่เกิดขึ้นในกระบวนการตัดเฉือน จะใช้อุปกรณ์วัดแรงที่เรียกว่าไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer) เป็นตัววัดแรงโดยตรงของการตัดเฉือน แรงในแนวตั้งและแรงในแนวระดับในกระบวนการกลึง แรงในแนวตั้งที่วัดได้ในทิศทางของความเร็วตัดเรียกแรงนี้ว่า แรงตัดเฉือน ( $F_c$ ) และแรงในแนวระดับที่วัดได้อยู่ในทิศทางของการป้อนตัดเรียกแรงนี้ว่าแรงป้อนตัด ( $F_f$ ) ผลรวมของแรงตัดเฉือนกับแรงป้อนตัดจะมีค่าเท่ากับแรงลัพธ์ที่มีดตัดใช้กระทำต่อวัสดุชิ้นงาน แรงลัพธ์ตัดเฉือน ( $R$ ) แยกออกเป็นแรงประกอบแรงตัดเฉือน และแรงประกอบแรงป้อนตัด ตามกฎข้อที่สามของนิวตัน

ดังนั้น แรงปฏิกิริยา ( $R'$ ) ที่เป็นแรงลัพธ์ ที่วัสดุชิ้นงานกระทำต่อมีดตัด ที่มีขนาดเท่ากับแรงลัพธ์ ( $R$ ) แต่มีทิศทางตรงข้ามกัน  $R_{wm}$  ในเดียวกัน แรงปฏิกิริยา ( $R'$ ) ก็สามารถแยกเป็นแรงประกอบได้เป็นแรง  $F'_c$  และ  $F'_f$  สิ่งที่น่าสนใจอีกก็คือ การหาขนาด และทิศทางของแรงลัพธ์ที่ได้จากการกระทำระหว่างมีดตัด และวัสดุชิ้นงาน จากการอ่านค่าการวัดแรงประกอบโดยไดนาโมมิเตอร์ เราจะได้ขนาดของแรงตัด และแรงป้อนตัด จากความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตเราสามารถหาขนาด และทิศทางของแรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้จากความสัมพันธ์ของแรงลัพธ์ และแรงประกอบ



รูปที่ 2.5 แสดงแรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการตัดเฉือน

$$F_c = R \cos \theta \quad (2.1)$$

$$F_f = R \sin \theta \quad (2.2)$$

สมการหาแรงลัพธ์

$$|R| = \sqrt{(F_c)^2 + (F_f)^2} \quad (2.3)$$

$$\tan \theta = \frac{F_f}{F_c} \quad (2.4)$$

### 2.3.3 แรงแระหว่างจุดสัมผัสของมีดตัดและวัสดุงาน

ในระหว่างการเกิดกระบวนการตัดเฉือนแรงที่กระทำระหว่างมีดตัด และเศษตัดจะมีขนาดเท่ากับ แรงลัพธ์ที่เกิดจากมีดตัดกระทำต่อวัสดุงานและแรงลัพธ์นี้สามารถแยกออกเป็น 2 แรงประกอบ ดังแสดงในรูป 2.6 คือ ได้แรงประกอบที่ขนานไปกับผิวหน้ามีดตัด และแรงประกอบที่ตั้งฉากกับผิวหน้ามีดตัด แรงประกอบที่ขนานกับผิวหน้ามีดตัดจะบอกถึงขนาดค่าความต้านทานที่ผิวหน้ามีดตัดต่อการไหลตัวของเศษตัดที่ไหลสัมผัสผ่านเรียกแรงประกอบนี้ว่า แรงเสียดทาน ( $F$ ) แรงประกอบที่ตั้งฉากกับผิวหน้าของมีดตัด คือ แรงตั้งฉากที่แสดงถึงค่าแรงกดที่เกิดขึ้นระหว่างมีดตัด และเศษตัดในระหว่างกระบวนการตัดเฉือน

พิจารณาการสัมผัสกันของมีดตัด และเศษตัดขณะเคลื่อนที่ผ่านกัน จะเกิดแรงต้านต่อการไหลตัวขึ้น ซึ่งแรงต้านนี้จะเกิดทั้งบนเศษตัด และบนผิวหน้ามีดตัด แล้วแต่การพิจารณาว่าให้สิ่งใดเป็นตัวเคลื่อนที่ จากการทดลองการวัดแรงเสียดทานที่เกิดจากการไหลตัว พบว่าแรงเสียดทานจะมีความสัมพันธ์กับขนาดแรงตั้งฉาก เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน เขียนในรูปสมการ คือ

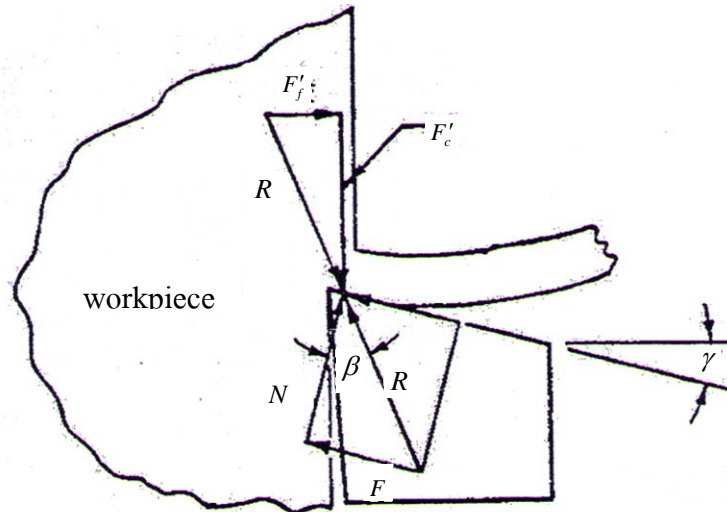
$$\mu = \frac{F}{N} \quad (2.5)$$

หรือ 
$$\mu = \tan \beta = \frac{F}{N} \quad (2.6)$$

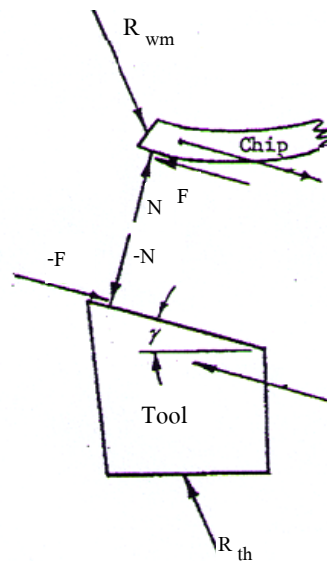
สำหรับการเสียดทานแบบเลื่อนผ่านกัน มุม  $\beta$  นี้ คือ มุมเสียดทานจลน์ ดังแสดงในสมการข้างต้น ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน กำหนดในรูปอัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานกับแรงตั้งฉากในกระบวนการตัดเฉือนอัตราส่วนนี้มีผลมาจากคุณภาพของผิวมีดตัดที่ใช้ และเช่นเดียวกันที่เป็นผลมาจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างเศษตัด และมีดตัด เช่น ความเร็วการไหลผ่านของ



เศษตัดบนผิวหน้ามีดตัดเช่นเดียวกันที่มีผลต่ออุณหภูมิที่เกิดขึ้นในเศษตัดด้วยเมื่อเทียบกับการไหลตัวของเศษตัดที่มีความเร็วต่ำๆ จะมีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่เกิดขึ้น จะมีค่าสูง สาเหตุอันเกิดจากเกิดการล็อคตัวเชื่อมติดของผิววัสดุที่เคลื่อนผ่านกัน การใช้แรงกดสูง ทำงานที่อุณหภูมิสูง และการเกิดเศษพอกที่ปลายมีดตัดก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสูงขึ้น ซึ่งตัวแปรต่างๆ เหล่านี้เมื่อเกิดขึ้นมากแล้วอาจทำให้เกิดการเลื่อนขึ้นในเศษตัดอีกครั้งได้เรียกว่า Secondary Shear

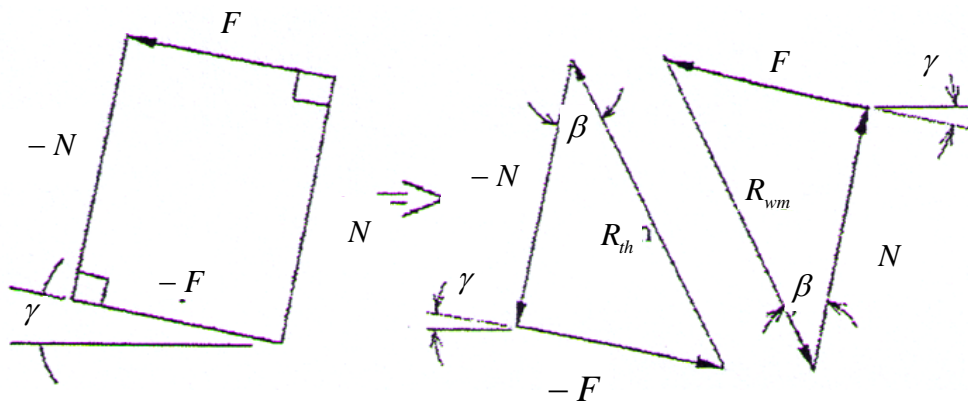


รูป 2.6 แสดงแรงประกอบของแรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสมีดตัดกับเศษตัด



รูปที่ 2.7 แสดงแผนภาพอิสระแรงที่กระทำระหว่างมีดตัด และเศษตัด

พิจารณารูปแสดงความสัมพันธ์ของแรงกิริยา-แรงปฏิกิริยาของแรงเสียดทาน และแรงตั้งฉากที่เกิดขึ้นระหว่างเศษตัด และมิดตัด จากรูปแสดงแรงที่เกิดขึ้นให้เห็นชัด โดยแยกส่วนของ เศษตัดให้ห่างจากมิดตัด ทิศทางของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น กำหนดได้จากการพิจารณาการเคลื่อนที่ ในสิ่งที่สนใจ เช่น ในส่วนของเศษตัด ทิศทางการไหลของเศษตัดเมื่อเทียบกับมิดตัดจะเคลื่อนที่ลาด ลงทางด้านขวา ดังนั้นทิศทางแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางการไหลของ เศษตัด เช่นเดียวกัน เมื่อต้องการหาทิศทางของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในส่วนของมิดตัด ทิศทางการ เคลื่อนที่ของมิดตัดเมื่อเทียบกับเศษตัดจะเคลื่อนที่ลาดขึ้นทางซ้าย ดังนั้นทิศทางแรงเสียดทานที่เกิด จะเกิดขึ้นตรงกันข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของมิดตัด แรงเสียดทาน และแรงตั้งฉากที่เกิดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.7 เป็นแรงภายในที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของมิดตัด และเศษตัด จากรูปแรงลัพธ์ที่ เกิดขึ้นกระทำบนมิดตัดผ่านไปยังวัสดุฐาน และผ่านไปยังชุดจับมิดตัด แรงลัพธ์ หรือเวกเตอร์รวมที่ ได้จะแสดงแทนแรงกิริยา-ปฏิกิริยา ที่กระทำระหว่างมิดตัด และเศษตัด เราสามารถเขียนเวกเตอร์ แสดงแทนแรงที่เกิดขึ้นขณะการตัดเฉือน และเราสามารถเขียนเวกเตอร์แสดงแรงภายนอก หรือแรงลัพธ์ ที่กระทำกับมิดตัด และเศษตัด ดังแสดงในรูปที่ 2.8 นั่นคือ เราสามารถเขียนแรงภายในที่เกิดขึ้นใน กระบวนการในเทอมของแรงลัพธ์ได้เป็น



รูปที่ 2.8 แสดงสมมูลเวกเตอร์ของแรงกิริยา-ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างมิดตัด และเศษตัด

$$N = R \cos \beta \quad (2.7)$$

$$F = R \sin \beta \quad (2.8)$$

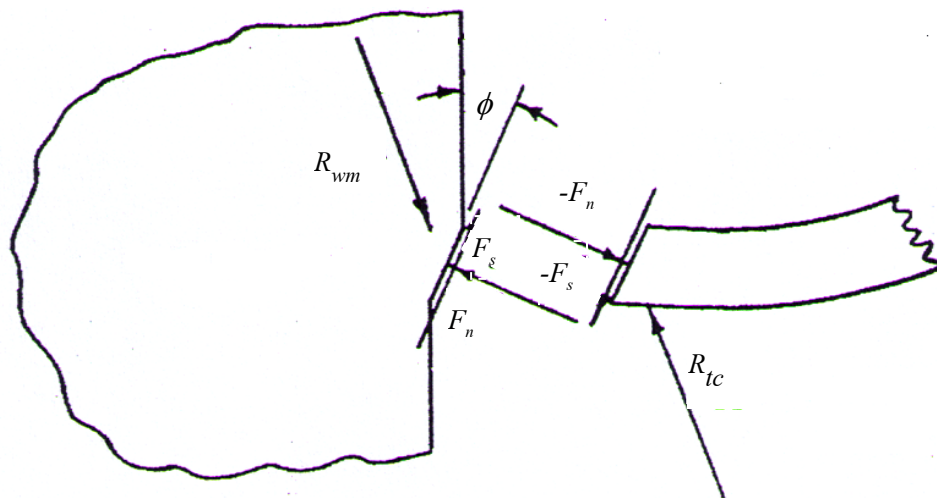
$$|R| = \sqrt{(F)^2 + (N)^2} \quad (2.9)$$

### 2.3.4 แรงบนระนาบการเลื่อน

พิจารณาจุดที่เกิดการเลื่อน แรงลัพธ์ที่วัสดุงานกระทำต่อมิดตัดระหว่างกระบวนการตัดเลื่อน และส่งผ่านไปยังขอบเขตการเลื่อนที่เกิดขึ้นอยู่ระหว่างมิดตัด และเศษตัดแรงลัพธ์จากภายนอก กระทำสามารถแยกเป็นแรงประกอบภายในที่กระทำบนขอบเขตการเลื่อน ดังแสดงในรูปที่ 2.9 แรงประกอบที่ขนานไปกับขอบเขตการเลื่อนเรียกว่า แรงเฉือน ( $F_s$ ) แรงประกอบที่ตั้งฉากกระทำตั้งฉาก ระนาบการเลื่อน เรียกว่า แรงตั้งฉากระนาบเลื่อน ( $F_n$ ) ถ้าพิจารณาวัสดุงานและเศษตัดแยกจากกัน จะพบว่าเกิดแรงเฉือน และแรงตั้งฉากที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้ามกระทำที่ผิวที่ระนาบ การเลื่อน และเช่นเดียวกันเราสามารถเขียนเวกเตอร์สมดุลแรงที่กระทำในส่วนขอบเขตการเลื่อน เขียนความสัมพันธ์ของแรงที่เกิดขึ้นได้เป็น

$$F_s = R \cos K \quad (2.10)$$

$$F_n = R \sin K \quad (2.11)$$

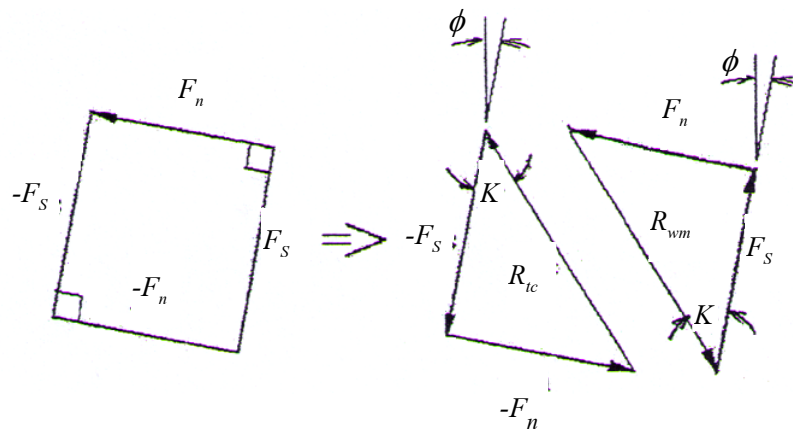


รูปที่ 2.9 แสดงแผนภาพสมดุลแรงที่กระทำบนระนาบการเลื่อน

$$|R| = \sqrt{(F_s)^2 + (F_n)^2} \quad (2.12)$$

### 2.3.5 กลุ่มแรงประกอบการตัดเฉือน

แรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากมิตัดกระทำต่อวัสดุชิ้นงานเราสามารถเขียนอยู่ในรูปของกลุ่มแรงประกอบ ได้ 3 กลุ่ม เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มแล้ว ในแต่ละกลุ่มแรงก็จะให้ขนาด และทิศทางของแรงลัพธ์ที่เท่ากัน ดังนั้นถ้าเราวัดค่าและขนาดของแรงลัพธ์  $R$  ได้ เราก็สามารถหาขนาด และทิศทางของแรงประกอบอื่น ๆ ได้



รูปที่ 2.10 แสดงสมมูลเวกเตอร์รวมของแรงภายนอกที่กระทำบนระนาบการเฉือน

จากรูปที่ 2.11 แสดงแรงขนาดของกลุ่มแรงที่สามารถเขียนให้อยู่ในวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ  $R$  และจากระนาบของผิวหน้ามิตัดที่จุด  $O$  ลากเส้นตัดวงกลมที่จุด  $A$  จะได้สามเหลี่ยมมุมฉาก  $OAB$  ซึ่งขนาดของเส้นประกอบมุมฉากนี้ คือ ขนาดของแรงเฉียดทาน ( $F$ ) และแรงประกอบตั้งฉากแรงเฉียดทาน ( $N$ ) จากจุดปลายมิต  $O$  ลากเส้นตรงในแนวระนาบ  $x$  ตัดกับวงกลมจะได้ขนาดของแรงป้อนตัด ( $F_f$ ) จากจุดนี้ลากเส้นไปที่จุด  $B$  จะได้ขนาดของแรงตัด ( $F_c$ ) กลุ่มของแรงประกอบสุดท้าย จากปลายมิตที่จุด  $O$  ลากเส้นตรงทำมุมกับแนวตั้งเท่ากับขนาดของมุมเฉือน ( $\phi$ ) ตัดวงกลมที่จุด  $D$  จากจุดนี้ลากเส้นตรงต่อไปยังจุด  $B$  ได้สามเหลี่ยมมุมฉาก  $ODB$  ที่ด้าน  $OD$  จะบอกถึงขนาดของแรงเฉือน ด้าน  $DB$  บอกถึงขนาดของแรงตั้งฉากแรงเฉือน เมื่อพิจารณาแรงลัพธ์กับแรงประกอบอื่น ๆ แล้วจะมีความสัมพันธ์ในรูปของมุมประกอบภายใน เช่น มุมเฉียดทานจลน์ ( $\beta$ ) มุมเฉือน ( $\phi$ ) และมุมคายมิต ( $\gamma$ ) โดยปกติแล้วค่าขนาดของแรงตัด ( $F_c$ ) และแรงป้อนตัด ( $F_f$ ) เราสามารถวัดได้จากไคนาโมมิเตอร์ ดังนั้นขนาดของแรงลัพธ์หาได้จากสมการ

$$|R| = \sqrt{(F_c)^2 + (F_f)^2} \quad (2.13)$$

เมื่อได้ขนาดของแรงลัพธ์แล้ว ก็สามารถใช้ความสัมพันธ์กับแรงประกอบอื่น ๆ ต่อไป เช่น มุมคายมิตที่เราเรารู้ค่าก่อนแล้ว เราสามารถนำมาหามุมเสียดทานจลน์ได้จากมุมประกอบระหว่างแรงลัพธ์กับแรงตัด เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้

$$\tan(\beta - \gamma) = \frac{F_f}{F_c} \quad (2.14)$$

ดังนั้นมุมเสียดทานจลน์เขียนเป็นสมการได้คือ

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{F_f}{F_c}\right) + \gamma \quad (2.15)$$

และเมื่อรู้ค่ามุม  $\beta$  แล้วจะนำไปสู่ค่าแรงเสียดทาน และแรงประกอบตั้งฉากเสียดทาน

$$N = R \cos \beta \quad (2.16)$$

$$F = R \sin \beta \quad (2.17)$$

จากไดอะแกรมกลุ่มแรงประกอบการตัดเฉือน แรงเฉือน  $F_s$  และแรงประกอบตั้งฉากแรงตัดเฉือน  $F_n$  จะมีความสัมพันธ์กับแรงลัพธ์  $R$  โดยมีมุมประกอบภายในเท่ากับ  $\phi - \gamma + \beta$  ในการหาค่าประกอบนี้ มุมที่เราต้องการหา คือ มุม  $\phi$  ซึ่งเราสามารถหาได้จากสมการ เมื่อเรารู้อัตราส่วนของเศษตัดที่ได้จากการตัดเฉือน ( $r_c = t/t_c$ ) เพื่อความสะดวกเรากำหนดให้

$$k = \phi - \gamma + \beta \quad (2.18)$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{r_c \cos \gamma}{1 - r_c \sin \gamma}\right) \quad (2.19)$$

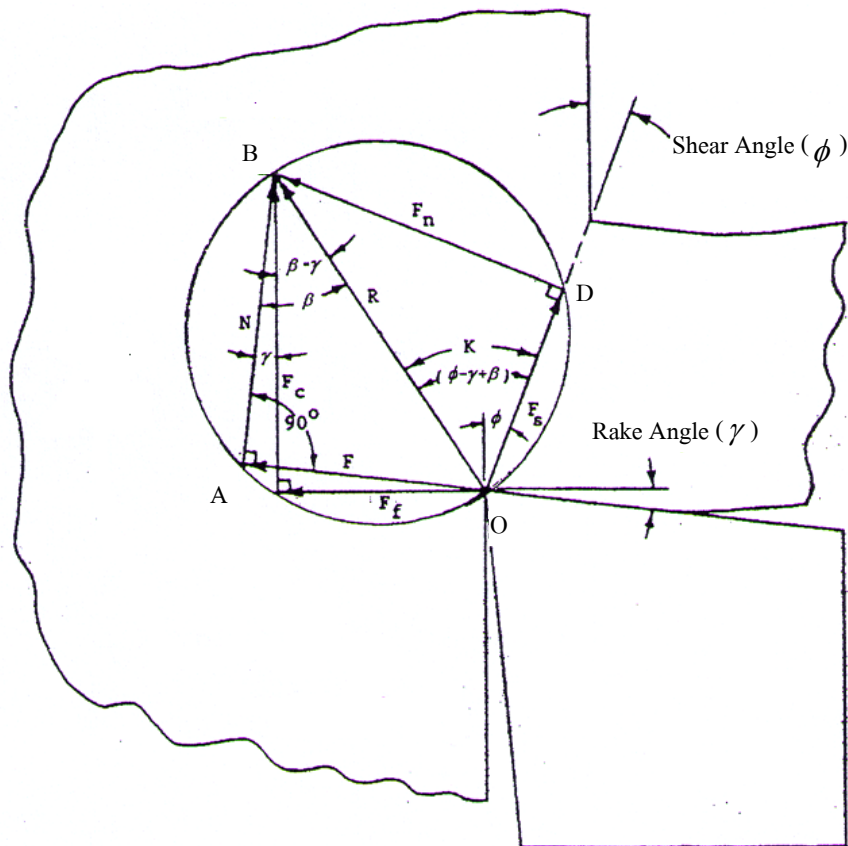
และ

$$\beta = \tan^{-1} \left( \frac{F_f}{F_c} \right) + \gamma \quad (2.20)$$

แทนค่ามุมในสมการ

$$k = \tan^{-1} \left( \frac{r_c \cos \gamma}{1 - r_c \sin \gamma} \right) - \gamma + \tan^{-1} \left( \frac{F_f}{F_c} \right) + \gamma \quad (2.21)$$

$$k = \tan^{-1} \left( \frac{r_c \cos \gamma}{1 - r_c \sin \gamma} \right) + \tan^{-1} \left( \frac{F_f}{F_c} \right) \quad (2.22)$$



รูปที่ 2.11 แสดงกลุ่มแรงประกอบการตัดเฉือน

ซึ่งเมื่อรู้ค่ามุม  $k$  แล้วเราจะสามารถหาค่าแรงเฉือน และแรงประกอบตั้งฉากแรงเฉือนได้ต่อไปจากสมการ

$$F_s = R \cos k \quad (2.23)$$

$$F_n = R \sin k \quad (2.24)$$

### 2.3.6 ความเค้นเฉือน

การวัดค่าความเค้นเฉือนที่เกิดบนระนาบการเฉือนขณะทำการตัดเฉือนในวัสดุ สามารถเขียนอยู่ในเทอมของแรงตัด แรงป้อนตัด ระยะป้อนตัด ความลึกป้อนตัด และมุมเฉือน ดังแสดงในรูปที่ 2.12 แสดงความสัมพันธ์ของแรงเฉือนที่กระทำบนระนาบการเฉือน เขียนในรูปสมการได้

$$\tau_s = \frac{F_s}{A_s} \quad (2.25)$$

เมื่อ  $\tau_s$  คือ ความเค้นเฉือน  
 $F_s$  คือ แรงเฉือน  
 $l_s$  คือ ความยาวแนวเฉือน

ความยาวแนวเฉือนจะมีความสัมพันธ์กับระยะป้อนตัด ดังสมการ

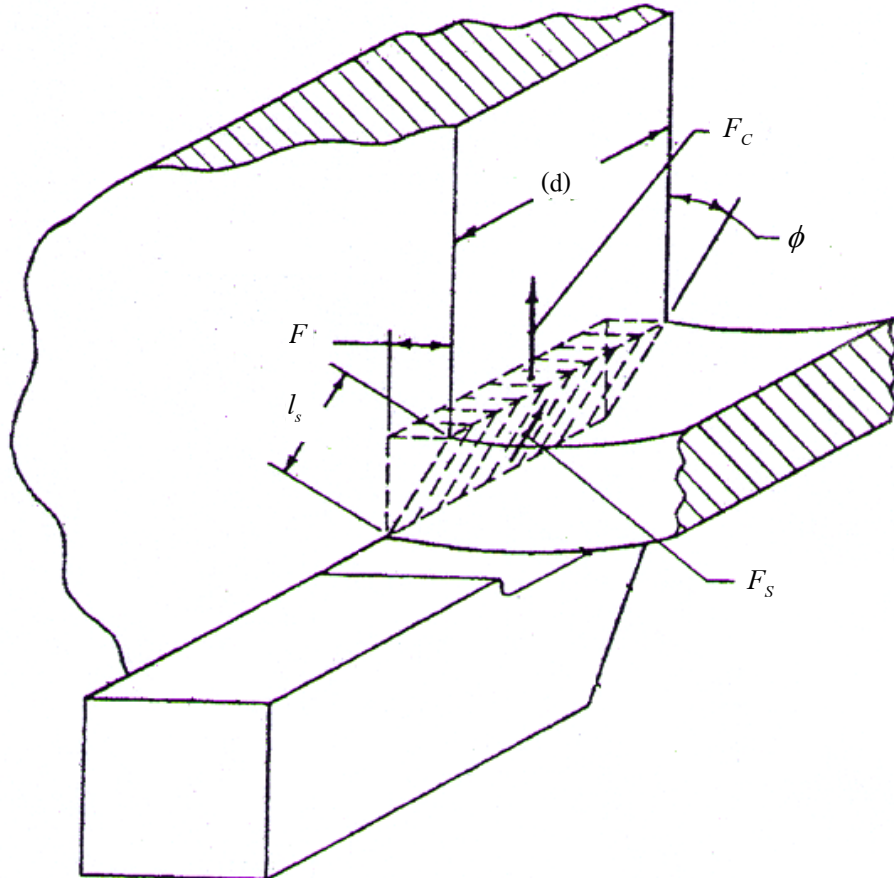
$$l_s = \frac{f}{\sin \phi} \quad (2.26)$$

เมื่อพื้นที่รองรับการเฉือน  $A_s = l_s \times d$  หรือ  $A_s = f \times \frac{d}{\sin \phi}$

ดังนั้นจะสามารถเขียนความเค้นเฉือนอยู่ในรูปสมการ

$$\tau_s = \frac{F_s \sin \phi}{f \times d} \quad (2.27)$$

จากการใช้เครื่องมือวัดแรงตัดที่เราจะรู้ค่าแรงตัด และแรงป้อนตัด ซึ่งจะยังเป็นการสะดวกมากยิ่งขึ้น ถ้าจะเขียนเทอมของความเค้นเฉือนให้อยู่ในรูปของแรงที่วัดได้นี้ ความสัมพันธ์ของแรงตัด แรงป้อนตัด และแรงเฉือนที่เกิดขึ้น และเขียนอยู่ในรูปสมการได้เป็น



รูปที่ 2.12 แสดงพื้นที่รองรับการเฉือน และพื้นที่รองรับความเค้นจากแรงตัดเฉือน

$$F_s = F_c \cos \phi - F_f \sin \phi \quad (2.28)$$

สุดท้ายเราสามารถเขียนสมการความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นบนระนาบการตัดเฉือนได้เป็น

$$\tau_s = \frac{F_c \cos \phi \sin \phi - F_f \sin^2 \phi}{f \times d} \quad (2.29)$$



### 2.3.7 ผลกระทบของมุมเฉือนต่อแรงตัดเฉือน

แรงตัดเฉือนเป็นแรงที่มีทิศทางกระทำต่อชิ้นงานซึ่งสามารถทำให้มีค่าลดลงได้โดยการเพิ่มขนาดของมุมคายบนมีดตัด ผลจากการเพิ่มมุมคายนี้จะเป็นผลให้เพิ่มขนาดมุมเฉือนที่เกิดขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้เศษตัดที่เกิดขึ้นมีขนาดบางลงด้วย เป็นการลดพลังงานที่ใช้ในการตัดเฉือนที่เกิดขึ้น พื้นที่รองรับการเฉือนมีค่าเท่ากับขนาดการป้อนคูณกับความลึกป้อนตัด เมื่อมีการเพิ่มมุมเฉือนจาก  $\phi_1$  เป็น  $\phi_2$  แล้วจะได้พื้นที่รองรับการเฉือนน้อยลงด้วยเมื่อเราคิดว่าค่าความต้านแรงเฉือนในวัสดุมีค่าเท่ากัน ดังนั้นแรงที่ใช้ในการตัดเฉือนบนพื้นที่รองรับที่มีขนาดเล็กกว่าย่อมใช้แรงที่ต่ำกว่าด้วย แรงลัพธ์ที่แยกเป็นกลุ่มแรงประกอบ 2 กลุ่ม โดยการฉายแรงเฉือน และแรงประกอบตั้งฉากแรงเฉือนไปบนระนาบ ที่ขนานกับแรงตัด ทำให้สามารถเขียนความสัมพันธ์ของแรงตัดได้เป็น

$$F_c = F_s \cos \phi + F_n \sin \phi \quad (2.30)$$

จากรูปทำให้สามารถเขียนความสัมพันธ์ของแรงลัพธ์ในรูปของแรงตัด หรือแรงเฉือน ได้เป็น

$$R = \frac{F_c}{\cos(\beta - \gamma)} = \frac{F_s}{\cos(\phi - \gamma + \beta)} \quad (2.31)$$

จากความสัมพันธ์จากสมการข้างบน เราสามารถเขียนความสัมพันธ์แรงตัด และแรงเฉือน ได้

$$F_c = \frac{F_s \cos(\beta - \gamma)}{\cos(\phi - \gamma + \beta)} \quad (2.32)$$

จากสมการความสัมพันธ์ข้างต้น เราสามารถเขียนแรงตัด และแรงป้อนให้อยู่ในรูปสมการความเค้นเฉือน ดังนี้

$$F_c = \frac{\tau_s \times f \times d}{\sin \phi} \frac{\cos(\beta - \gamma)}{\cos(\phi - \gamma + \beta)} \quad (2.33)$$

และ

$$F_f = \frac{\tau_s \times f \times d}{\sin \phi} \frac{\sin(\beta - \gamma)}{\cos(\phi - \gamma + \beta)} \quad (2.34)$$

$$\tau_s = \frac{F_c \times \cos(\phi + \beta - \gamma) \sin \phi}{f \times d} \quad (2.35)$$

เมื่อสมมติว่า มุมเสียดทานจลน์ ( $\beta$ ) มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามค่ามุมเฉือน ( $\phi$ ) สามารถหาค่ามุมเฉือน ที่ทำให้เกิดความเค้นเฉือนต่ำสุด จากการทำ Differentiated สมการ 2.29 เทียบกับมุมเฉือน แล้วให้เท่ากับศูนย์

$$\frac{d\tau_s}{d\phi} = \cos(\phi + \beta - \gamma) \cos \phi - \sin(\phi + \beta - \gamma) \sin \phi = 0 \quad (2.36)$$

สุดท้ายจะได้

$$\phi = 45^\circ + \frac{\gamma}{2} - \frac{\beta}{2} \quad (2.37)$$

สมการ 2.37 เป็นสมการประมาณค่ามุมเฉือน โดยมีข้อสมมติฐานว่ามุมเฉือนที่ได้เป็นมุมที่ให้ค่าแรงเฉือนต่ำสุด มีสมการประมาณค่ามุมเฉือนที่เกิดขึ้นการวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีพลาสติกซิดดี (Slip-line Plasticity) โดยมีสมมติฐานการวิเคราะห์ที่สำคัญ คือ สมมติว่าวัสดุเป็นแบบพลาสติกสมบูรณ์ (Perfectly Plastic) และไม่คิดผลที่เกิดจากอัตราการเปลี่ยนรูป การเพิ่มของอุณหภูมิ แรงเฉือนโดยวิธีการนี้ จะได้สมการประมาณค่าเป็น

$$\phi = 45^\circ + \gamma - \beta \quad (2.38)$$

สมการสำหรับทำนายมุมเฉือนที่เกิดขึ้น ที่สามารถใช้กับวัสดุประเภทเกิดความแข็งจากความเครียด Strain Hardening มีรูปสมการเป็น

$$\cos(\phi_0 - \gamma)\sin \phi_0 = \frac{k_0}{k_1} \left[ \cos\left(45 - \frac{\gamma}{2}\right)\sin\left(45 + \frac{\gamma}{2}\right) \right] \quad (2.39)$$

เมื่อ  $k_0 = s_y / \sqrt{3}$  และ  $k_1 = s_u / \sqrt{3}$   
 $s_y, s_u$  = ความเค้นที่จุดคราก และความเค้นสูงสุดของวัสดุตามลำดับ

### 2.3.8 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

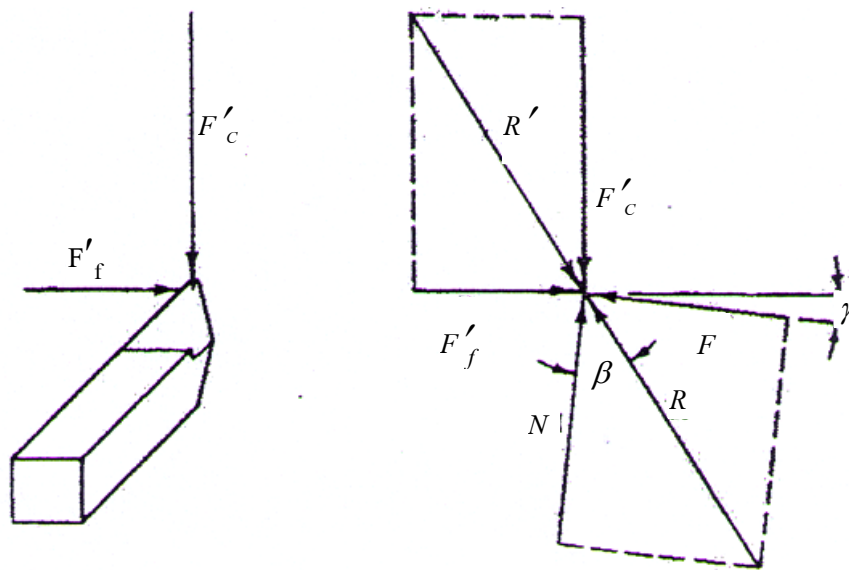
ในระหว่างกระบวนการตัดเฉือนที่ทำให้เกิดเศษจะเกิดการสัมผัสกันของเศษตัดและเม็ดตัดอยู่เสมอ จากการเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน และจะก่อให้เกิดแรงต้านการเคลื่อนที่นี้ขึ้นเรียกว่า แรงเสียดทาน (Friction Force) หมายถึงแรงต้านต่อการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ที่เกิดขึ้น การพิจารณาทิศทางของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นอยู่กับว่าเราพิจารณาว่าเม็ดตัดออกแรงกระทำต่อเศษตัดหรือพิจารณาว่า เศษตัดออกแรงกระทำต่อเม็ดตัด ที่จะทำให้ทิศทางแรงเสียดทานที่สวนทางกัน แต่มีขนาดเท่ากัน ขนาดของแรงเสียดทานที่วัดได้จะบ่งบอกถึง คุณภาพผิวของเม็ดตัดที่ใช้ เม็ดตัดที่ให้แรงเสียดทานต่ำก็จะใช้พลังงานในการตัดเฉือนต่ำไปด้วย ทิศทางการเกิดแรงเสียดทานในกระบวนการตัดเฉือนโดยอ้างอิงกฎกลศาสตร์ของนิวตันจะได้แรงเสียดทานที่เม็ดตัดออกแรงกระทำต่อเศษตัดมีค่าเท่ากับแรงเสียดทานที่เศษตัดออกแรงกระทำต่อเม็ดตัด

การวัดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นนี้ เป็นการบอกถึงคุณสมบัติของเม็ดตัดในการเคลื่อนที่สัมผัสกับเศษตัดที่เรียกว่า สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน ที่มีค่าเท่ากับอัตราส่วนของแรงเสียดทานต่อแรงประกอบตั้งฉากแรงเสียดทาน อย่างไรก็ตามการวัดขนาดของแรงเสียดทาน และแรงประกอบตั้งฉากแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นที่ค่อนข้างยุ่งยากในการวัดโดยตรง ปกติจะทำการวัดขนาดของแรงตัดและแรงป้อนตัดจากไคนาโมมิเตอร์ที่จะให้ขนาดของแรงลัพธ์ ( $R$ ) ที่เม็ดตัดออกแรงกระทำต่อวัสดุงานที่สามารถแยกแรงประกอบเป็น แรงเสียดทานและแรงประกอบตั้งฉากแรงเสียดทาน ความสัมพันธ์ของแรงที่วัดได้จากไคนาโมมิเตอร์ กับแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น เราสามารถเขียนสมการแรงเฉือนในเทอมของ แรงตัด แรงป้อนตัด และมุมคายเม็ดได้เป็น

$$F = F_c \sin \gamma + F_f \cos \gamma \quad (2.40)$$

ในทำนองเดียวกัน สามารถเขียนสมการแรงประกอบตั้งฉากแรงเฉือนได้เป็น

$$N = F_c \cos \gamma + F_f \sin \gamma \quad (2.41)$$



รูปที่ 2.13 แสดงความสัมพันธ์แรงที่วัดจากไดนามิเตอร์กับแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น

แทนค่าในสมการเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

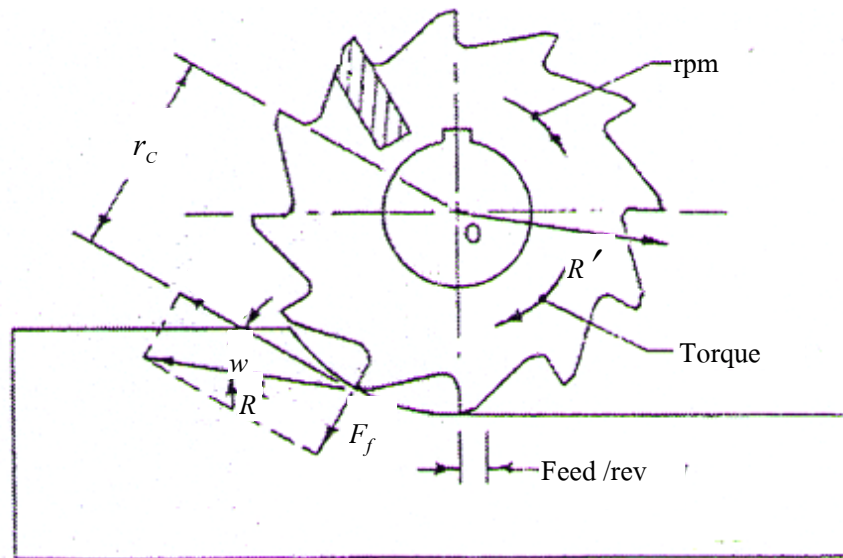
$$\mu = \tan \beta = \frac{F_c \sin \gamma + F_f \cos \gamma}{F_c \cos \gamma + F_f \sin \gamma} \left( \frac{\cos \gamma}{\cos \gamma} \right) \quad (2.42)$$

$$\mu = \tan \beta = \frac{F_f + F_c \tan \gamma}{F_c - F_f \tan \gamma} \quad (2.43)$$

### 2.3.9 การวิเคราะห์กำลังงานในกระบวนการตัดเฉือนโลหะ

ในการประมาณค่าพลังงานที่ถูกใช้ไประหว่างกระบวนการตัดเฉือนนั้น ความเร็วตัด และแรงตัด นับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา งานที่ใช้ในการตัดเฉือน สามารถกำหนดได้จากการถ่ายโอนพลังงานที่เกิดขึ้นในกระบวนการ เมื่อมีการเคลื่อนที่เกิดขึ้น ย่อมทำให้เกิดแรงต้านซึ่งทำให้สามารถคำนวณงาน และพลังงานที่ถูกใช้ไป งาน และพลังงานได้จากทอมของการคูณกันของแรงกับระยะทางการเคลื่อนที่ในทิศทางของแรงที่กระทำ ในหน่วย SI มีหน่วยเป็น นิวตัน-เมตร (Nm) หรือ จูล (J) เขียนเป็นสมการได้เป็น

$$E = W = F \times D \quad (2.44)$$



รูปที่ 2.14 แสดงแรงประกอบที่เกิดจากการใช้มีดกัดเตอร์กัดชิ้นงาน

แรงประกอบที่เกิดจากการใช้มีดกัดเตอร์กัดวัสดุชิ้นงาน เห็นได้ว่าแรงบิดที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับแรงตัดคูณกับรัศมีของมีดกัดเตอร์ที่ใช้ เขียนเป็นสมการได้เป็น  $T = F_c \times r_c$  และแรงลัพธ์ที่ได้จากการกัดงานนี้เป็นผลรวมของแรงตัดกับแรงป้อนตัด ทำให้สามารถเขียนแรงบิดในเทอมของแรงลัพธ์ได้เป็น

$$T = R \times r_c \cos w \quad (2.45)$$

เมื่อ  $F_c = R \cos w$

### 2.3.10 กำลังงานที่ใช้ในงานตัดเฉือน

กำลังงานที่ต้องการในกระบวนการตัดเฉือนในช่วงเวลาที่กำหนด หรืออัตราของงานที่ทำได้ช่วงเวลา สามารถแสดงอยู่ในรูปสมการ

$$P = \frac{W_c}{t} \quad (2.46)$$

เมื่องานมีค่าเท่ากับผลคูณของแรงกับระยะเคลื่อนที่ในทิศทางของแรง

$$P = F_c \times V_c \quad (2.47)$$

$$V_c = \frac{D_c}{t} \quad (2.48)$$

การวัดค่ากำลังงานที่ใช้ในกระบวนการตัดเฉือนเป็นสิ่งที่สำคัญมากที่สามารถนำมาประมาณประสิทธิภาพเครื่องจักรที่จะนำมาทำงานนั้น ๆ ว่าอย่างน้อยต้องมีกำลังเท่าใด แต่เมื่อพิจารณาว่า การวัดกำลังงานจากแรงตัด และแรงบิดนั้นทำได้ไม่สะดวก สามารถประมาณค่ากำลังงานได้ในรูปของ กำลังงานต่อหน่วยปริมาตร (Unit Power) ที่หมายถึง ค่ากำลังงานที่ต้องใช้ในการตัดเฉือนต่อหน่วยปริมาตรของวัสดุงาน เขียนแทนได้ด้วย สัญลักษณ์  $U_p$  ที่มีหน่วยเป็น Kw / cm<sup>3</sup> / sec หรือ hp / in<sup>3</sup> / min สำหรับกำลังงานที่ต้องการในการตัดเฉือนต่อหน่วยปริมาตรของโลหะแต่ละชนิดสามารถหาได้จากการทดลอง หรืออ้างอิงจากข้อมูลที่สรุปไว้แล้ว

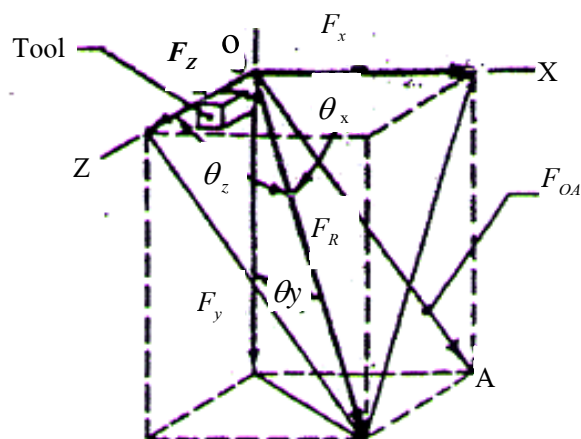
### 2.3.11 การวิเคราะห์แรงตัดลัทธิ

เมื่อพิจารณาแรงประกอบของแรงลัทธิในงานตัดเฉือนในระบบ 3 แกน ที่มีตัดออกแรงทำวัสดุชิ้นงาน

แรง  $F_x$  คือ แรงป้อนตัด หรือค่าแรงต้านบนมิตตัดระหว่างกระบวนการตัดเฉือนในทิศทางการป้อนตัด

แรง  $F_y$  คือ แรงตัด หรือค่าแรงต้านบนมิตตัดระหว่างกระบวนการตัดเฉือนในทิศทางเกิดความเร็วตัด

แรง  $F_z$  คือ แรงรัศมี หรือค่าแรงต้านบนมิตตัดระหว่างกระบวนการตัดเฉือนในทิศทางรัศมีของวัสดุชิ้นงาน



รูปที่ 2.15 แสดงส่วนประกอบแรงลัทธิงานกลึงตัด

จากรูปเมื่อพิจารณา แรงประกอบการตัดเฉือน ที่เกิดจากมีดออกแรงกระทำต่อวัสดุ  
ชิ้นงานซึ่งจะมีขนาดเท่ากับ แรงประกอบการตัดเฉือน ที่เกิดจากวัสดุออกแรงกระทำต่อมีดตัด แต่มี  
ทิศทางตรงกันข้ามกัน ความสัมพันธ์ของแรงประกอบนี้ กับแรงลัพธ์ สามารถเขียนได้เป็นสมการ

$$F_x = F_R \cos \phi_x ; F_y = F_R \cos \phi_y ; F_z = F_R \cos \phi_z \quad (2.49)$$

หรือเขียนได้เป็น

$$\frac{1}{F_R} = \frac{\cos \theta_x}{F_x} = \frac{\cos \theta_y}{F_y} = \frac{\cos \theta_z}{F_z} \quad (2.50)$$

ซึ่งเมื่อพิจารณา ผลรวมของแรง  $F_x$  และแรง  $F_y$  จะได้

$$(F_{oa})^2 = (F_x)^2 + (F_y)^2 \quad (2.51)$$

ในทำนองเดียวกัน เมื่อต้องการหาผลรวมของ  $F_{oa}$  และ  $F_z$  สามารถเขียนได้เป็น

$$(F_R)^2 = (F_{oa})^2 + (F_z)^2 \quad (2.52)$$

สุดท้ายเขียนเป็นสมการแรงดัดลัพธ์ได้เป็น

$$F_R = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2 + (F_z)^2} \quad (2.53)$$

หรือ

$$R = \sqrt{(F_f)^2 + (F_c)^2 + (F_r)^2} \quad (2.54)$$

เมื่อนำมาเขียนในเทอมของมุม Direction Cosines จะได้

$$FR = \sqrt{(F_R)^2 \cos^2 \theta_x + (F_R)^2 \cos^2 \theta_y + (F_R)^2 \cos^2 \theta_z} \quad (2.55)$$

เมื่อ  $\theta_x$ ,  $\theta_y$  และ  $\theta_z$  คือ มุมที่แรงตัดลิฟท์กระทำเมื่อวัดจากแนวแกน  $x$ ,  $y$  และ  $z$  ตามลำดับ

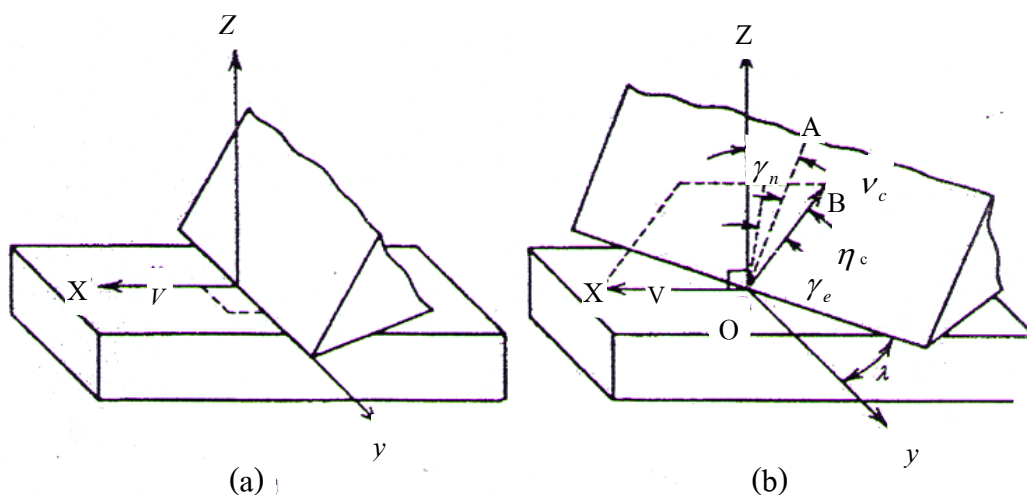
### 2.3.12 กลไกการตัดเฉือนในระบบ 3 มิติ

ทั่วไปในเนื้อหาที่ผ่านมา เราพิจารณาว่าการตัดเฉือนที่เกิดขึ้น เป็นแบบระนาบ 2 มิติ เท่านั้น ด้วยเหตุผลที่ต้องการให้การวิเคราะห์เป็นไปอย่างง่ายและไม่ซับซ้อนยุ่งยากนัก ขณะที่การตัดเฉือนส่วนใหญ่ที่เกิดในกระบวนการผลิตมักเกิดเป็นแบบระนาบ 3 มิติ การเปรียบเทียบรูปแบบการตัดเฉือนทั้ง 2 แบบ จะเห็นว่าในการเฉือนแบบระนาบ 3 มิติ เมื่อขอบคมตัดหลักของมีดตัดทำมุมเอียงกับแกน  $x$  ไม่เท่ากับ 90 องศา แล้วการไหลตัวของเศษตัดก็จะไม่ไหลไปบนผิวหน้ามีดตัดในทิศทางที่ตั้งฉากกับขอบคมตัด (ทิศทาง OA) เหมือนกับการตัดในระนาบ 2 มิติ แต่กลับจะไหลตัวในทิศทาง OB โดยทำมุมเอียงกับทิศทาง OA เราเรียกมุมนี้ว่า มุมไหลตัวของเศษตัด (Chip Flow Angle,  $\eta_c$ ) ซึ่งสามารถประมาณมุมไหลตัวได้จากสมการ

$$\cos \eta_c = \frac{b_c}{b / \cos \lambda} \quad (2.56)$$

เมื่อ  $b_c$  คือ ความกว้างเศษตัดตัดหลังตัดเฉือน

$b$  คือ ความกว้างชิ้นงานขณะตัดเฉือน



รูปที่ 2.16 เปรียบเทียบการตัดเฉือนแบบ (a) Orthogonal กับแบบ (b) Oblique



การพิจารณาวิเคราะห์กลไกการตัดเฉือน ก็คล้ายกับแบบการตัดในระนาบ 2 มิติ โดยวิเคราะห์การไหลในระนาบของทิศทางการเคลื่อนที่ตัด ( $v$ ) และทิศทางการเคลื่อนที่เฉือน ( $v_c$ ) ที่เกิดขึ้น มุม ZOA ถูกเรียกเป็นมุมคานตั้งฉาก (Normal Rake Angle,  $\gamma_n$ ) ซึ่งเป็นมุมของมีดตัดที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเอียงตัดของขอบตัดเฉือน มุมคานยังผล (Effective Rake Angle,  $\gamma_e$ ) ที่เป็นมุมระหว่างทิศทางการเคลื่อนที่  $v_c$  และทิศทางการตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่  $v$  จากความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต ทำให้เขียนเป็นสมการได้เป็น

$$\sin \gamma_e = \sin \eta_c \sin \lambda + \cos \eta_c \cos \lambda \sin \gamma_n \quad (2.57)$$

เมื่อกำหนดให้  $\eta_c = \lambda$  ทำให้ได้สมการ

$$\sin \gamma_e \approx \sin^2 \lambda + \cos^2 \lambda (\sin \gamma_n) \quad (2.58)$$

เมื่อวัด หรือกำหนดค่ามุม  $\lambda$  และ  $\gamma_n$  ก็จะสามารถประมาณค่ามุมคานยังผลได้ซึ่งเราสามารถนำไปคำนวณกับสมการคณิตศาสตร์สำหรับการตัดในระนาบ 2 มิติได้ จากสมการข้างต้นเห็นได้ว่า เมื่อมีการเพิ่มค่ามุมเอียงของขอบคมตัดมากขึ้น จะเหมือนกับเป็นการเพิ่มมุมคานของมีดตัดให้สูงขึ้น เช่นเดียวกัน จึงทำให้สรุปได้ว่าการตัดแบบเอียงของมีด เป็นการลดค่าความเครียดเฉือนที่เกิดขึ้นในเฉือน และเป็นการลดแรงที่ใช้ตัดเฉือนด้วย อีกทั้งเป็นการลดค่ากำลังงานที่ใช้ด้วย พร้อมทั้งลดแนวโน้มการเกิดเศษตัดแบบพอกอีกด้วย ในการพิจารณาส่วนประกอบแรงที่เกิดขึ้นในกระบวนการตัดเฉือนแบบ Oblique Cutting จะใช้ระบบพิกัดตั้งฉากในการพิจารณา การวิเคราะห์โดยทั่วไปแล้ว จะกำหนดแกนของระบบพิกัดแกนหนึ่งขนานไปกับคมตัด หรือขนานไปกับทิศทางการตัด สำหรับในกระบวนการตัดอย่างง่ายแบบ Oblique Cutting และแรงประกอบตัดลัพธ์สามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ของระบบพิกัดนี้ดังแสดงในรูปที่ 2.17

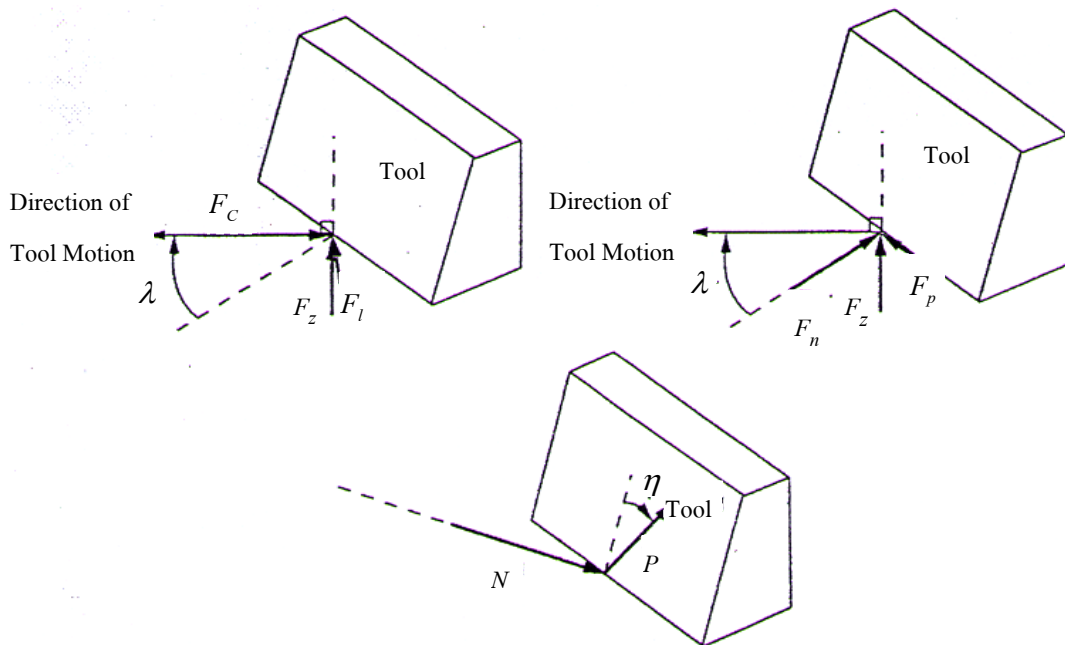
$$F_n = F_c \cos \lambda + F_l \sin \lambda \quad (2.59)$$

$$F_p = -F_c \sin \lambda + F_l \cos \lambda \quad (2.60)$$

$$F_c = -F_n \cos \lambda + F_l \sin \lambda \quad (2.61)$$

$$F_l = -F_n \sin \lambda + F_p \cos \lambda \quad (2.62)$$

- เมื่อให้  $\lambda$  คือ มุมเอียงขอบคมตัด
- $F_n$  คือ แรงประกอบในทิศทางตั้งฉากกับขอบคมมีดตัด
- $F_c$  คือ แรงประกอบในทิศทางขนานไปกับทิศทางการเคลื่อนที่ตัด
- $F_p$  คือ แรงประกอบในทิศทางขนานกับขอบคมมีด
- $F_z$  คือ แรงประกอบในทิศทางตั้งฉากกันระนาบที่กำหนดจากทิศทางของ  $F_n$  และ  $F_p$
- $F_l$  คือ แรงประกอบในทิศทางตั้งฉากกับระนาบที่กำหนดจากทิศทางของ  $F_c$  และ  $F_z$



รูปที่ 2.17 แสดงแรงประกอบในระบบการตัดแบบ Oblique Cutting

เมื่อพิจารณาวิเคราะห์ระบบพิกัดที่อ้างอิงกับมุมคายของมีดตัด ดังแสดงในรูปที่ 2.17 เรามักกำหนดแรงประกอบเป็น  $N$  และ  $P$  ที่เป็นแรงประกอบในทิศทางตั้งฉาก และขนานกับมุมคายมีด โดยสามารถเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้เป็น

$$N = F_n \cos \gamma_n - F_z \sin \gamma_n \quad (2.63)$$

$$P = \frac{F_n \sin \gamma_n + F_z \cos \gamma_n}{\cos \eta_c} \quad (2.64)$$

โดยมุมไหลตัวเศษตัด (Chip Flow Angle,  $\eta$ ) ที่เกิดขึ้นสามารถวัดได้ด้วยกล้องไมโครสโคป หรือกล้องความเร็วสูง มุมไหลตัวเศษตัดที่เกิดขึ้นจากแรงตัดสามารถประมาณโดยใช้สมการ

$$\tan \eta_f = \frac{F_p}{F_n \sin \gamma + F_z \cos \gamma} \quad (2.65)$$

การประมาณมุมไหลตัวเศษตัดที่เกิดขึ้นนี้ จากการวัดความกว้างของเศษตัดโดยใช้สมการ

$$\cos \eta_w = \frac{b_c \cos \lambda}{b} \quad (2.66)$$

โดยทั่วไปแล้ว เรามักสมมติว่ามุมไหลของเศษตัดจะมีค่าเท่ากับ  $\eta = \eta_f = \eta_w$  โดยมีสมมติฐานจากการกำหนดให้แรงเสียดทาน  $P$  ที่เกิดขึ้น ทำในทิศทางของการไหลตัวเศษตัด และเศษตัดมีลักษณะเป็นเส้นตรง และด้วยเหตุที่ว่า การวัดความกว้างของเศษตัดที่ได้มีความแม่นยำค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการประมาณค่ามุมไหลตัวเศษตัดจึงมักคำนวณจากสมการที่ได้มาจากแรงตัด  $F_p$  ดังที่กล่าวมา

$$\eta = \tan^{-1}(c_\eta \tan \lambda) \quad (2.67)$$

เมื่อ  $c_\eta$  มีค่าระหว่าง 0.7-1.2

เราสามารถเขียนความสัมพันธ์ของแรงประกอบในรูปฟังก์ชันของแรง  $N$   $P$  และมุมที่เกี่ยวข้อง

$$F_c = F_{nz} \cos \lambda + F_{pz} \sin \lambda \quad (2.68)$$

$$F_z = P \cos \lambda \cos \gamma + N \sin \gamma \quad (2.69)$$

$$F_l = F_{nz} \sin \lambda - F_{pz} \cos \lambda \quad (2.70)$$

เมื่อ  $F_{nz} = P \cos \eta \sin \gamma + N \cos \gamma$

$$F_{pz} = P \sin \eta$$

เมื่ออ้างถึงการตัดเฉือนเฉพาะอย่างแล้ว แรงประกอบเหล่านี้ มักจะสัมพันธ์กับแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องมือกล เช่น ในกระบวนการกลึง หรือคว้าน แรงประกอบสัมผัส  $F_t$  แรงประกอบแนวแกน  $F_a$  แรงประกอบแนวรัศมี  $F_r$  โดยที่แรงประกอบ  $F_t$  และ  $F_a$  เป็นแรงที่กระทำในทิศทางการตัด และทิศทางการป้อนตัดตามลำดับ สำหรับการวิเคราะห์การตัดเฉือนแบบ Oblique Cutting นี้ได้มีผู้ทำการวิเคราะห์ได้เสนอสมการที่แตกกันออกไป แต่ต่างก็ให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกัน ในหลายๆ แนวทางอาจมีการกำหนดเครื่องหมายทิศทางของแรง และมุมที่ต่างกันออกไป การนำสมการเหล่านี้มาเปรียบเทียบหรือรวมกันต้องใช้ความสังเกตอย่างระมัดระวัง จากสมมติฐานที่ใช้แรงเสียดทานกระทำในทิศทางของการไหลตัวของเศษตัด และแรงเฉือนกระทำในทิศทางการเกิดความเครียดเฉือนแรงตัดในเทอมของความเค้นเฉือน สำหรับการตัดแบบ Oblique คือ

$$F_c = \frac{\tau_s \times a \times b [\cos(\beta - \gamma) \cos \lambda + \sin \beta \sin \lambda \tan \eta]}{\sin \phi \cos(\phi + \beta - \gamma)} \quad (2.71)$$

$$F_z = \frac{\tau_s \times a \times b \sin(\beta - \gamma)}{\sin \phi \cos(\phi + \beta - \gamma)} \quad (2.72)$$

$$F_l = \frac{\tau_s \times a \times b [\cos(\beta - \gamma) \sin \lambda + \sin \beta \cos \lambda \tan \eta]}{\sin \phi \cos(\phi + \beta - \gamma)} \quad (2.73)$$

### 2.3.13 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดเฉือนไม้

การขึ้นรูปตกแต่ง หรือการตัดเฉือนไม้ของเครื่องจักรเครื่องมืออื่น เราจำเป็นต้องได้พิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ในการออกแบบวิธีทำงาน เนื่องจากจะมีผลต่อความเร็วของการทำงาน คุณภาพของผิวงานที่จะได้ และยังทำให้เกิดความปลอดภัยต่อการปฏิบัติงานนั้นด้วย ปัจจัยต่างๆ ที่ควรคำนึงถึงมีดังนี้

1) ผลจากความเร็วในการตัด ความเร็วของใบมีดในการตัด มีผลต่อแรงการตัด (Cutting Force) เพียงเล็กน้อย ถ้าความเร็วไม่เปลี่ยนไปมาก แต่ถ้าหากความเร็วในการตัดลดลงอย่างมาก หรือยิ่งมากขึ้นก็จะมีผลมาก เช่น ถ้าความเร็วในการตัดลดลงจาก 1,000 ฟุตต่อนาที เป็น 7 ฟุตต่อนาที แรงที่ใช้ในการตัดจะเพิ่มขึ้นถึง 2.5 เท่า ซึ่งความเร็วในการตัดจะมีผลดังนี้คือ

- จี้เลื่อย หรือเศษชิ้นไม้ที่ถูกตัดออกจะเพิ่มขึ้น เมื่อความเร็วในการตัดเพิ่มขึ้น และพลังงานที่ใช้ก็จะสูงขึ้น
- ความแข็งของไม้จะเพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มของการเสียดสีรูปคือ เมื่อคมมีดลดลงไปในเนื้อไม้ จะกดให้เนื้อไม้มีความหนาแน่นสูงขึ้น ความแข็งของไม้ก็จะเพิ่มขึ้น
- ความแข็งแรงของไม้จะลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบริเวณเศษชิ้นไม้ส่วนที่ถูกตัดออก
- สัมประสิทธิ์ของความฝืด (Coefficient of Friction) ระหว่างใบมีดกับเศษชิ้นไม้อาจจะเปลี่ยนไปในขณะที่ความเร็วในการตัดเปลี่ยนไป
- ในขณะที่ไม้เปียก หรือมีความชื้นสูง ผลจากแรงดันของน้ำในไม้บริเวณที่ใบมีดที่ตัดอาจจะเปลี่ยนแปลงแรงที่ใช้ในการตัด ขณะที่ความเร็วถูกเปลี่ยนไป

2) ความเร็วในการป้อน และระยะป้อนต่อฟัน ควรจะต้องอยู่ระหว่าง 0.002 และ 0.012 นิ้ว (0.05 และ 0.30 มิลลิเมตร) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ และผลงานที่ต้องการ

3) ผลจากมุมของใบมีด มุมของใบมีดโดยพื้นฐานแล้ว จะมีมุมที่สำคัญต่อการตัดอยู่ 3 มุมด้วยกัน คือ มุมหน้าคมมีด (A) มุมคมมีด (B) และมุมหลังคมมีด (C) ซึ่งมุมแต่ละมุมดังกล่าวนี้ถ้ามีค่าเปลี่ยนไปแล้วจะมีผลที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

- มุมหน้าคมมีด หรือ A (Cutting or Rake Angle) คือ มุมที่เกิดขึ้นระหว่างผิวหน้าของใบมีดกับแนวเส้นตั้งฉากของทิศทางการเคลื่อนที่ของใบมีด มีผลกระทบโดยตรงกับแรงที่ใช้ และคุณภาพของผิวงานที่ผ่านการตัด อย่างไรก็ตามมุมการตัดถ้ายังมีค่ามากขึ้น แรงที่ใช้ก็จะน้อยลง และคุณภาพของผิวงานจะเปลี่ยนไป แล้วแต่ว่าตัดเนื้อไม้ในทิศทางใด
- มุมคมมีด หรือ B (Sharpness Angle) เป็นมุมระหว่างผิวด้านหน้าและด้านหลังของคมมีด มีผลกระทบต่ออัตราการตัดของชิ้นไม้ คือ ถ้ามุมมีดมีค่ายิ่งมาก แรงที่ใช้ในการตัดก็จะมากขึ้น ใบมีดถ้ายิ่งทื่อ หรือสึก แรงที่ใช้ก็จะยิ่งมากขึ้น เพราะค่าของ Rake Angle จะน้อยลง จนถึงอาจจะติดลบได้
- มุมหลังคมมีด หรือ C (Clearance Angle) ไม่มีผลกระทบที่สำคัญต่อแรงที่ใช้ในการตัด ปกติจะมีค่า 15 องศา ค่าลึงที่จะใช้ในการตัดของใบมีดจะสูงขึ้นเป็นลำดับในใบมีดที่ที่ค่า Clearance Angle ก็จะยิ่งลดลง จนอาจจะมีการเป็นลบได้ แรงที่ใช้ในการตัดจะยิ่งสูงขึ้น

คุณภาพของผิวงานที่ได้จะเป็นตำหนิ เช่น เป็นสาเหตุให้เกิด Raised Grain ซึ่งเกิดจากเนื้อไม้ปลายฤดู (Late Wood) ที่ถูกอัดขณะไสโดยใบมีดที่ทื่อ และจะพองตัวขึ้นมากกว่าส่วนของเนื้อไม้ต้นฤดู (Early Wood) ในทำนองเดียวกันหาก Clearance Angle มีค่าสูง และ Rake Angle มีค่าคงที่แล้วใบมีดจะมีลักษณะบอบบาง เป็นผลให้มีการสึกของใบมีดเร็วขึ้น ทำให้ต้องใช้แรงในการตัดสูงขึ้น

#### 4) ผลจากหัวตัด

- ความเร็วในการตัด (Cutting Velocity) ระดับต่ำ 5-20 เมตรต่อวินาที ระดับกลาง 21-60 เมตรต่อวินาที และระดับสูง 61-100 เมตรต่อวินาที
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวตัด (Cutting Cycle Dimeter) ใหญ่ต้องการกำลังมากกว่า และความเร็วรอบสูง ผิวเนื้อไม้จะยิ่งเรียบ
- จำนวนใบมีดตัด (Number of Knife) เมื่อความเร็วการตัดคงที่พลังงานที่ใช้จะแปรตามจำนวนใบมีดตัด
- มุมมีด (Knife Angle) มุมมีดที่เหมาะสม ผิวงานที่ได้จะเรียบ
- Wide of Joint ใบมีดที่ยื่นออกมาไม่เท่ากันแล้วถูกเจียรระโนออกให้เท่ากัน ในขณะที่ติดอยู่กับหัวตัด ซึ่งมีผลทำให้ Clearance Angle น้อย ทำให้ต้องใช้แรงมากขึ้น
- ระยะใบมีดโผล่พ้นเหล็กประกบ (Knife Extension Beyond Face of Gib) ถ้าคมมีดโผล่น้อยลงจะใช้แรงมากขึ้น เช่น ระยะ 0.3 นิ้ว กินลึก 0.09 นิ้ว เปรียบเทียบกับระยะ 0.15 นิ้วกินลึก 0.09 นิ้ว จะใช้แรงมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์
- ลักษณะของเหล็กประกบ (Shape of Gib)

5) ผลจากความกว้างและความลึกของการตัด ถ้าหากความกว้างใบมีดมีค่ามากแรงที่ใช้ในการตัดจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความกว้างของพื้นที่ที่เพิ่มขึ้น

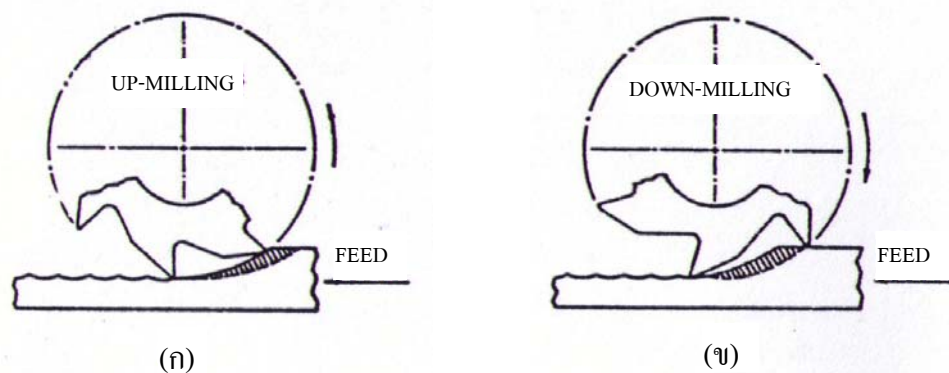
6) ผลจากแฟ็คเตอร์ต่าง ๆ ของไม้ แรงที่ใช้ในการตัดจะมีความสัมพันธ์เป็นบวกกับค่าความถ่วงจำเพาะของไม้ เมื่อทำการเจียรค่าของ Rake Angle Dept of Cut ความหนาของการตัด และความชื้นของเนื้อไม้ทั้งหมด จะได้ผลที่แสดงว่า Late Wood ต้องการแรงที่ใช้ในการตัดต่อความกว้างของใบมีดนั้นมากกว่า Early Wood ซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่า

#### 2.3.14 กรรมวิธีการตัดเนื้อไม้

การนำไม้มาทำเครื่องเรือนนั้น จำเป็นจะต้องนำมาผ่านการไส หรือขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรกลงานไม้ก่อนทั้งสิ้น ซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธีด้วยเครื่องจักรที่แตกต่างกันตามความเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูปเพื่อนำไปทำชิ้นส่วนเครื่องเรือนนั้น โดยทั่วไปลักษณะของผิวไม้จะต้องเรียบ รวมทั้งวิธี และเทคนิค ของการขึ้นรูปจะต้องเป็นวิธีที่ดีที่สุด ดังนั้นก่อนที่จะศึกษา

ถึงรายละเอียดการใช้เครื่องจักรกลงานไม้ และเทคนิคของการทำงานก็ควรจะได้เรียนรู้หลักการของกรรมวิธีการตัดเนื้อไม้ของเครื่องมือ (Machine Tools) ที่กระทำกับเนื้อไม้

1) **ชนิดของการตัด** ลักษณะการตัดชิ้นงานไม้ของคัตเตอร์ของเครื่องจักรกลงานไม้โดยทั่วไป ซึ่งจะเป็นลักษณะของการตัดแนวเส้นรอบวง (Peripheral Cutting) เป็นการตัดที่เศษชิ้นไม้แต่ละชิ้นถูกตัดออกโดยใบมีดที่ติดอยู่รอบ ๆ หัวตัด (Cutterhead) เช่น ใบเลื่อย หรือใบมีดของเครื่องไสไม้ โดยที่แยกเป็นชนิดของการตัดได้ 2 แบบ คือการตัดขึ้น หรือตัดทวน (Up-Milling) และการตัดลง หรือตัดตาม (Down-Milling) ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ลักษณะการตัดเนื้อไม้ของคัตเตอร์ (ก) การตัดทวน (ข) การตัดตาม

- การตัดทวน (Up-Milling) ทิศทางการป้อนไม้จะตรงกันข้ามกับการหมุนของคัตเตอร์ข้อดี คือ จะใช้พลังงานน้อย แต่ผิวงานที่ได้จะหยาบ และฉีกแตกได้ง่ายในขณะเริ่มตัดครั้งแรก การตัดแบบ Up-Milling ใบมีดจะตัดขนานกับเส้นของเนื้อไม้ และมุมการตัดเกือบเป็นแนวตั้งฉากกับเส้น Chip ที่ถูกตัดออกจะมีรูปร่างไม่แน่นอน เนื่องจากจะถูกตัดออกมาจากชิ้นงานตั้งแต่ขนาดเล็กที่สุดเมื่อเริ่มตัดไปจนถึงชิ้นใหญ่ที่สุดเมื่อถูกตัดออกตอนท้าย แต่มีส่วนดีทั่ว ๆ ไปที่ว่าพื้นผิวไม้ส่วนที่ปรากฏให้เห็นเป็นส่วนที่ใบมีดเริ่มตัดครั้งแรก ซึ่งจะเป็นส่วนที่ทำให้ผิวเรียบมากที่สุด

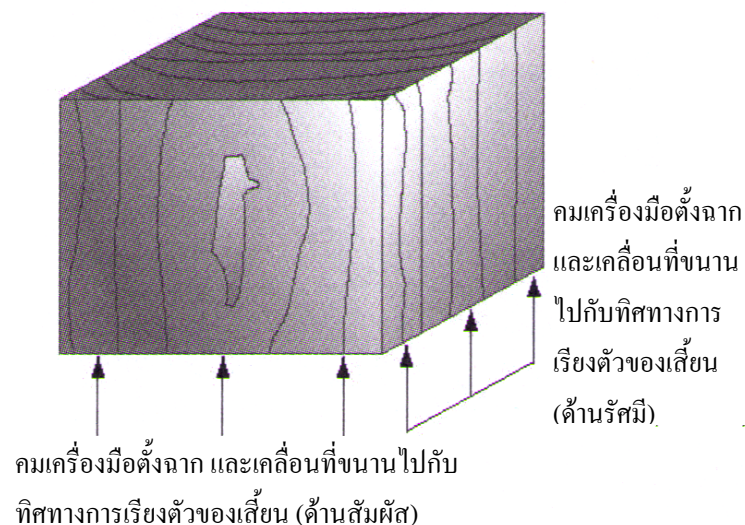
- การตัดตาม (Down-Milling) ทิศทางการตัด และการป้อนเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ข้อเสียของการตัดแบบนี้ คือ ใช้พลังงานสูง แต่มีประโยชน์ คือ Chip มีขนาดสม่ำเสมอป้องกันการขย้อนเสี้ยน ในงานขึ้นรูปไม้เพื่อทำเครื่องเรือนจะไม่ใช้วิธีการตัดแบบนี้กับเครื่องจักรธรรมดา เนื่องจากจะเกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน แต่จะใช้ได้กับเครื่องจักรระบบอัตโนมัติต่าง ๆ เช่น เครื่อง CNC เรพเตอร์ เครื่องประเภท Auto Copy ต่าง ๆ หรือเป็นการทำงานของเครื่องสับชิ้นไม้ (Chipping Heading) เพื่อใช้ในการทำกระดาษ จะเห็นได้ว่าการทำงานของ Down-Milling จะตรงกันข้ามกับ Up-Milling

2) พลังงานที่ใช้ในการตัด พลังงานที่ใช้ในการตัดแบบ Down-Milling จะใช้พลังงานสูงกว่าแบบ Up-Milling

3) ทิศทางการตัด ทิศทางการตัดของใบมีดตัดที่กระทำกับชิ้นไม้ แบ่งออกได้ 2 ลักษณะด้วยกัน

- การตัดตั้งฉากแนวเคลื่อนที่ (Orthogonal Cutting) การตัดตั้งฉากแนวเคลื่อนที่ วิธีนี้ทำได้โดยการที่คมเครื่องมือจะตั้งฉากกับแนวเคลื่อนที่ของคมเครื่องมือสัมพันธ์กับชิ้นงานที่จะทำการแปรรูปไม้ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ การไสไม้ด้วยมือ การแปรรูปตกแต่งไม้โดยวิธีนี้ยังสามารถแบ่งออกโดยยึดถือคุณสมบัติที่แตกต่างกันทั้งสามด้านของเนื้อไม้มาพิจารณาดังนี้คือ

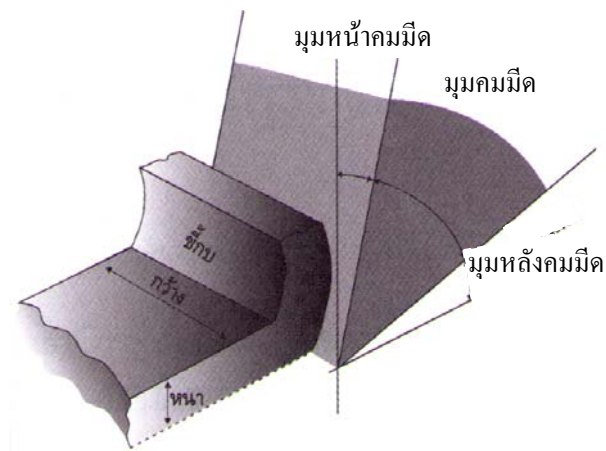
- การตัดตามยาว (90-0 Direction) การแปรรูปไม้ชนิดที่คมของเครื่องมือตั้งฉากกับการเรียงตัวของเส้น และคมของเครื่องมือเคลื่อนที่ขนานไปกับทิศทางการเรียงตัวของเส้น ได้แก่ การแปรรูปไม้ด้วยเครื่องไส (Planer) เครื่องปรับขอบซิด (Jointer) และเครื่องทำบัว (Shaper) เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 การตัดตามยาว (90-0 Direction)

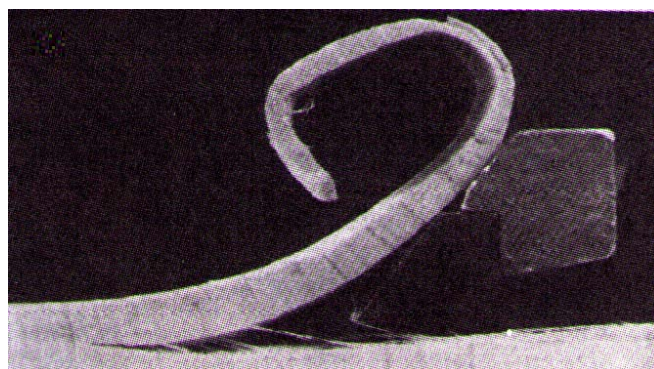
คุณภาพของผิวหน้า และพลังงานที่ใช้นั้นจะแตกต่างกันถ้ามุมประกอบทั้งสาม คือ มุมหน้าคมมีด (Cutting Angle, A) มุมคมมีด (Sharpness Angle, B) และมุมหลังคมมีด (Clearance Angle, C) ที่รวมกันแล้วเท่ากับ 90 องศา นั้นแตกต่างกันไป ดังแสดงในรูปที่ 2.20





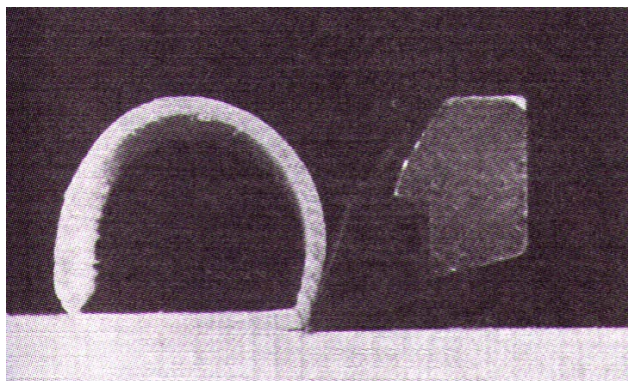
รูปที่ 2.20 แสดงมูมประกอบทั้งสามมูม

ถ้ามูมน้ำคมมิดโต เศษชิ้นไม้ หรือซี่กบที่ออกมาจากเครื่องแปรรูปไม้จะหนาไม่ราบเรียบ เนื่องจากจะเกิดรอยแยกขึ้นล่วงหน้าก่อนที่คมเครื่องมือจะเข้ากระทำ ดังแสดงในรูปที่ 2.21 โดยเฉพาะการแปรรูปไม้ย่อนเสี้ยน ผิวหน้าที่ได้จะมีคุณภาพเลวลงนอกจากนี้แล้วคมของเครื่องมือจะทื่อเร็วขึ้น เกิดขึ้นเนื่องจากมุมของเครื่องมือเล็ก เพราะใช้มูมน้ำคมมิดโตเกินไป จนทำให้ขาดความแข็งแรงที่จะเข้ากระทำต่อเนื้อไม้ บางครั้งปลายคมเครื่องมือทำให้เซลล์เกิดการแยกหักขาดออกจากกันแทนที่จะถูกตัดขาดโดยคมเครื่องมือ



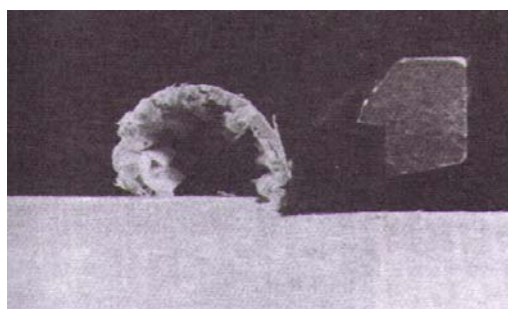
รูปที่ 2.21 การหักขาดของเซลล์เนื้อไม้ล่วงหน้า

ถ้ามุมหน้าคมมีดที่ใช้พอเหมาะ และความหนาของเศษชิ้นไม้ที่ออกมาจากเครื่องแปรรูปไม้หนาพอประมาณ คุณภาพผิวหน้าของไม้ที่ได้จะราบเรียบไม่มีตำหนิเพราะเนื้อไม้ที่จะแยกออกจากกันที่ระนาบตัดนั้น ถูกตัดขาดด้วยคมของเครื่องมือ มิใช่เกิดจากการถูกฉีกขาด ดังแสดงในรูปที่ 2.22



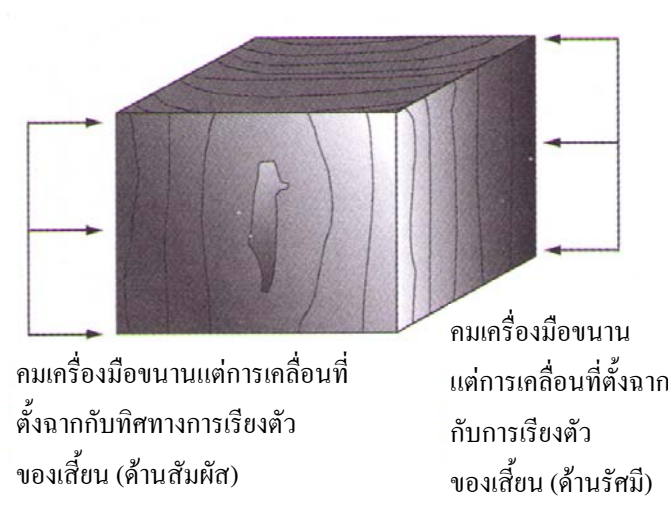
รูปที่ 2.22 การแยกตัวของเซลล์เนื้อไม้ที่ปลายคมเครื่องมือ

ถ้ามุมหน้าคมมีดเล็กเกินไป ผลที่ได้คือ ผิวหน้าของชิ้นไม้จะขรุขระ เนื่องจากเนื้อไม้หน้าคมเครื่องมือจะถูกขูดมากกว่าตัด จึงทำให้เนื้อไม้ม้วนตัวขึ้นข้างบนและอัดกันแน่นอยู่หน้าคมเครื่องมือ และแยกตัวเมื่อแรงที่เข้ากระทำสูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.23

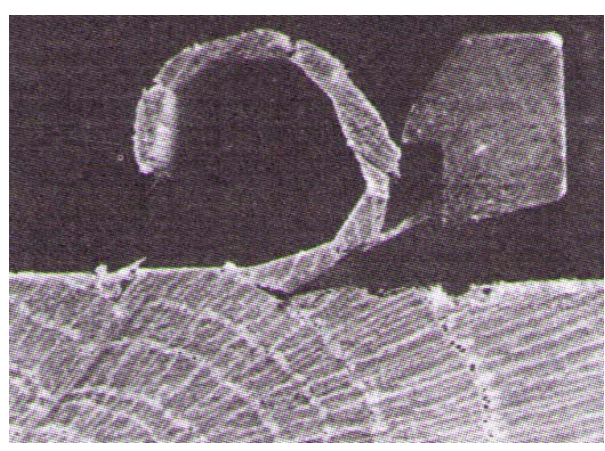


รูปที่ 2.23 เซลล์บริเวณหน้าคมมีดถูกขูดให้แยกออกจากกัน

- การตัดขวางเสี้ยน (Radial & Tangential Cutting or Cutting Perpendicular to Grain, 0-90 Direction) เป็นการแปรรูปไม้โดยที่คมเครื่องมือขนานกับทิศทางการเรียงตัวของเสี้ยน และคมเครื่องมือเคลื่อนที่ตั้งฉากกับการเรียงตัวของเสี้ยน เช่น การทำงานของเครื่องปอกไม้บาง เครื่องฝานไม้บาง เครื่องกลึงไม้ เป็นต้น ในการปอก และฝานไม้บางนั้นมุมหน้าคมมีดนั้นจะสูงกว่าปกติโดยทั่วไป เพื่อเศษชิ้นไม้จะได้เกิดต่อเนื่องกันจนเป็นแผ่นไม้บางได้ถ้ามุมหน้าคมมีดเล็กชิ้นไม้ที่ได้จะแตกกระจายเป็นชิ้นเล็ก ๆ แต่ผิวหน้าไม้ที่ได้จะเรียบ เช่น การกลึงไม้ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.24 และ 2.25

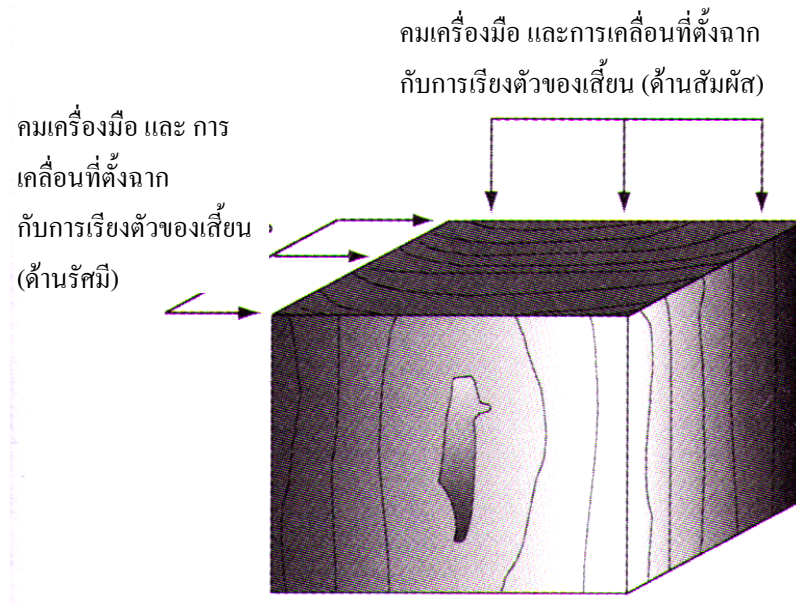


รูปที่ 2.24 การตัดขวางเสี้ยน (0-90 Direction)

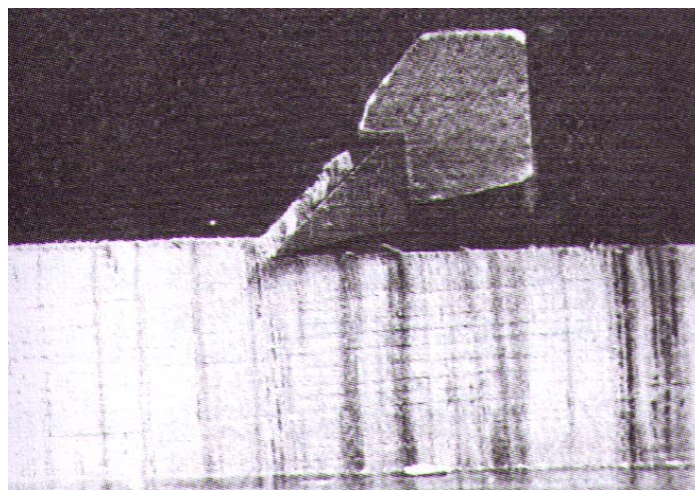


รูปที่ 2.25 การปอก และการกลึงไม้

- การตัดแบบตัดเสี้ยน (End Grain Cutting or Cutting Perpendicular to Grain, 90-90 Direction) ดังแสดงในรูปที่ 2.26 และ 2.27

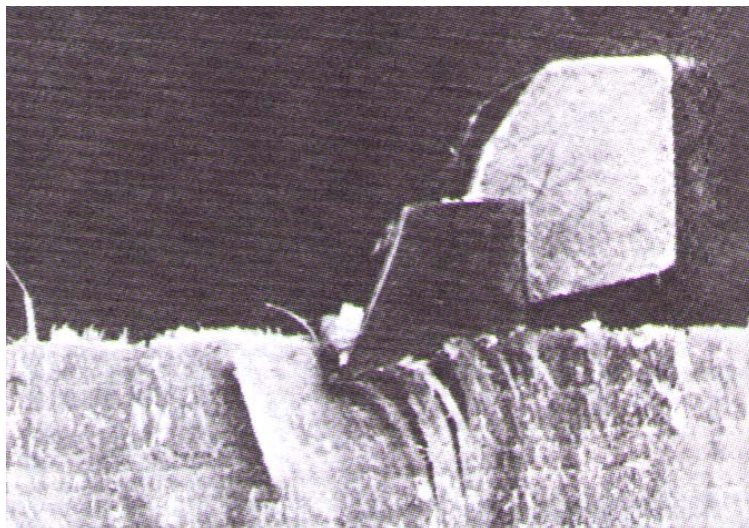


รูปที่ 2.26 การตัดแบบตัดเสี้ยน (90-90 Direction)



รูปที่ 2.27 คมเครื่องมือทำให้เกิดรอยแยก

หลังจากคมเครื่องมือผ่านไปแล้ว เนื้อไม้จะคืนตัวกลับซึ่งการแยกตัวของเซลล์ และการคืนตัวกลับนั้นจะเกิดเป็นช่วงความถี่ และความถี่ก็แตกต่างกันไปดังแสดงในรูปที่ 2.28 คุณภาพของผิวหน้าไม้จะเรียงดีที่สุดในโดยใช้มุมหน้าคมมีดไม่ต่ำกว่า 20 องศา ถ้าต่ำแล้วผิวหน้าที่ได้จะขรุขระมาก



รูปที่ 2.28 การตัดแบบ 90-90

- การตัดหมุนรอบแกน (Peripheral Milling) การตัดหมุนรอบแกนนั้นคุณภาพของผิวหน้าไม้จะดีเลวอย่างไรขึ้นอยู่กับจำนวนรอยใบมีดต่อหน่วยความยาว ถ้ามีรอยถี่มากจะได้ผิวหน้าเรียบกว่า ถ้ามีรอยที่ห่าง และลึก ส่วนการเกิดเศษชิ้นไม้นั้นเหมือนกับการตัดตั้งฉากแนวเคลื่อนที่ โดยให้ค่าของมุมหน้าตัดคมมีดไม่เล็ก หรือโตเกินไป ความชื้นมีส่วนที่จะทำให้ผิวหน้าที่ได้รับแตกต่างกันไปด้วย

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศุภ โขท วิริย โภท และคณะ (2531) ได้ทดลองเพื่อหาสมการของแรงในการตัดเหล็กคาร์บอนต่ำ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองตัดชิ้นงานเหล็กกล้าคาร์บอนโดยใช้เครื่องกลึง จัดใบมีดให้เป็นการตัดฉากโดยใบมีดคมเดียว มุมคายลบ 10 ถึง 40 องศา มุมหลบคงที่ที่ 6 องศา จากการทดลองพบว่าในช่วงมุมคายลบ 10 ถึง 0 องศา ซึ่งฝอยโลหะเป็นแบบประเภทไม่ต่อเนื่อง แรงจะไม่เปลี่ยนแปลงตามมุมคาย แต่จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็ว และอัตราป้อนใบมีดเพิ่มขึ้น ส่วนในช่วงมุมคาย 5 ถึง 25 องศา

ซึ่งฝอยโลหะเป็นแบบประเภทต่อเนื่อง แรงจะลดลงเมื่อมุมคายเพิ่มขึ้น และแรงจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วและอัตราป้อนใบมีดเพิ่มขึ้น

สมคิด แก้วทิพย์ญารุช (2536) ได้ศึกษาถึงความเสียหายจากการใช้อุปกรณ์ในการกรีดยาง สามารถแยกความเสียหายได้ 2 ลักษณะ (1) ความเสียหายที่เกิดจากการกรีดยางที่สิ้นเปลืองเปลือกรากเกินไป จากความจริงที่เกษตรกรปฏิบัติอยู่มักจะกรีดยางที่สิ้นเปลืองเปลือกรากครั้งละ 2.5-3.0 มิลลิเมตร หรือเดือนละประมาณ 5.0-6.0 เซนติเมตร จากความสูงที่เริ่มเปิดกรีด 150 เซนติเมตร จากระดับพื้นดินจะทำให้กรีดหมด 1 หน้ากรีดภายใน 2-3 ปี หรือกรีดหมดทั้ง 2 หน้ากรีดภายใน 4-6 ปีเท่านั้น แต่จากการแนะนำวิธีการกรีดยางที่ถูกต้อง การสิ้นเปลืองเปลือกรากในแต่ละครั้งกรีดควรอยู่ระหว่าง 1.7-2.0 มิลลิเมตร หรือเดือนละประมาณ 2.5-3.0 เซนติเมตร จากความสูงที่เริ่มเปิดกรีด 150 เซนติเมตร จากระดับพื้นดินจะทำให้กรีดหมด 1 หน้ากรีด ภายใน 4-6 ปี หรือกรีดหมดทั้ง 2 หน้ากรีดภายใน 8-12 ปี (2) ความเสียหายที่เกิดจากเกษตรกรที่ไม่มีความชำนาญ และประสบการณ์ กรีดทำลายชั้นของเยื่อเจริญ หรือเกิดบาดแผลที่บริเวณเยื่อเจริญ เนื่องจากเยื่อเจริญเป็นส่วนที่สร้างเนื้อเยื่อใหม่มาทดแทน ถ้าหากถูกทำลาย ก็จะไม่สามารถสร้างเปลือกใหม่ในบริเวณนั้นได้ หรือทำให้เปลือกงอกใหม่ไม่เรียบสม่ำเสมอเป็นรอยตะปุ่มตะป่ำ การเก็บเกี่ยวผลผลิตจากเปลือกงอกใหม่จะไม่สะดวก

ปีทมา ชนะสงคราม และคณะ (2537) ได้ทำการศึกษาโครงสร้างของเปลือก และท่อน้ำยางของต้นยางหลังเปิดกรีดที่ได้รับปุ๋ยระดับต่าง ๆ พบว่าโครงสร้างของเปลือก และท่อน้ำยางจะสามารถสะท้อนถึงความสมบูรณ์ของต้นยาง และความสามารถในการให้ผลผลิตของต้นยางนั้น ๆ ต้นยางพันธุ์ที่ปลูกในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม และการดูแลรักษาดี จะประกอบด้วยเปลือกที่มีความหนาปานกลาง มีความหนาของเปลือกในชั้นของ Hard Bark บาง และ Soft Bark หนา ต้นยางต้นนั้นจะเป็นต้นยางที่สมบูรณ์ และถ้าจำนวนวงของท่อน้ำยางในชั้นของ Soft Bark มากก็จะมีความสามารถในการให้ผลผลิตสูงด้วย ดังนั้นในการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยสูตรต่าง ๆ ให้กับต้นยาง นอกจากจะบันทึกข้อมูลทางด้านผลผลิตแล้ว ก็ควรมีการศึกษาโครงสร้างของเปลือก และท่อน้ำยางด้วยงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใส่ปุ๋ยจำนวน 25 สูตร ที่ประกอบด้วยธาตุ N P และ K ในระดับต่าง ๆ รวมทั้งมีการเติม และไม่เติมธาตุ Mg ทดลองกับต้นยางหลังเปิดกรีดพันธุ์ GT 1 ที่ปลูกที่สถานีทดลองยางคลองท่อม จังหวัดนราธิวาส เจาะเปลือกยางที่ระดับความสูง 155 เซนติเมตร จากพื้นดิน หลังใส่ปุ๋ย 3 เดือน เก็บตัวอย่างปีละครั้ง รวม 3 ครั้ง โดยใช้ 10 ต้นต่อวิธีการ สำหรับผลผลิตที่เก็บเป็นยางก้อนแล้วซึ่งผลผลิต เป็นกรัมต่อต้นต่อครั้งกรีด เดือนละ 2 ครั้ง จากการนำเปลือกยางมาศึกษาโครงสร้าง และท่อน้ำยางพบว่าสูตรปุ๋ยที่ทำให้เปลือกยางหนามาก คือ 30-5-24, 15-10-18+2 และ 15-2-24 โดยความหนาของเปลือกยางในปีสุดท้ายวัดได้ 10.50, 9.65 และ 9.21 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งต้นยางเหล่านี้จะมีเปลือกในชั้นของ Hard Bark หนามากแต่มี Soft Bark บางมาก ซึ่งจะทำให้ต้นยางเหล่านี้มีจำนวนของท่อน้ำยางน้อยมาก เพราะวงท่อน้ำยางจะหนาแน่นมากในชั้นของ Soft Bark

หรือบริเวณใกล้ Cambium มากที่สุดเท่านั้น ส่วนปุ๋ยที่มีผลทำให้ต้นยางมีจำนวนของท่อน้ำยางสูงเด่นชัดจำนวน 5 สูตร คือ 30-5-24, 15-5-18+2, 30-10-18+2, 15-5-24+2 และ 30-10-30 โดยมีจำนวนวงท่อน้ำยางในปีสุดท้ายของการศึกษาเป็น 20.9, 20.1, 19.7, 19.1 และ 18.9 วงตามลำดับ สำหรับความหนาแน่นของท่อน้ำยางในวงเดียวกันต่อความยาว 1 มิลลิเมตร พบว่าใกล้เคียงกันในทุกต้น และทุกสูตรปุ๋ย ประมาณ 25 ท่อต่อมิลลิเมตร

กรมวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยยาง (2538) ได้แนะนำข้อพิจารณาในการกรีดยาง (1) ความลึกของรอยกรีด การกรีดยางให้ได้น้ำยางมากจะต้องกรีดให้ใกล้เยื่อเจริญมากที่สุด โดยปกติจะกรีดให้ห่างเยื่อเจริญประมาณ 1.0 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันมิให้กรีดลึกจนเกิดบาดแผลกับต้นยาง (2) ขนาดของงานกรีดยาง หมายถึงจำนวนต้นยางที่คนงาน 1 คน สามารถกรีดได้ประมาณ 400-500 ต้น แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของสวนยาง ความยาวของรอยกรีด และความชำนาญของผู้กรีด (3) ความถี่เปลี่ยนเปลือก ความถี่เปลี่ยนเปลือกในแต่ละครั้งกรีดควรอยู่ระหว่าง 1.7-2.0 มิลลิเมตร การกรีดถี่เกินไปเปลือกยางจะหมดเร็ว และเปลือกงอกใหม่จะงอกไม่ทัน การกรีดที่ดีควรเปลี่ยนเปลือก 30 เซนติเมตรต่อปี

คุณิต ธรรมแสง (2545) ได้ศึกษาการใช้ใบมีดตัดของกระบวนการการตัดแต่งสำหรับไม้ยางพาราแปรรูป เพื่อปรับวิธีการจัดการใช้ใบมีดตัดของกระบวนการการตัดแต่งไม้ยางพาราแปรรูปของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ โดยการออกแบบการทดลองของตัวแปรที่มีผลต่อการตัด ได้แก่ ความเร็วรอบ ระยะลึกของรอยตัด และอัตราการป้อนงาน โดยจะแสดงผลการทดลองจากการวัดค่าความสึกหรอของใบมีดตัด ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการตัด และค่าความหยาบผิวของชิ้นงาน ใบมีดตัดที่ใช้ในการทดสอบจะใช้ใบมีดคาร์ไบด์ ใบมีดเป็นชนิดฟันตรง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 69 มิลลิเมตร ความสูงของใบมีด 125 มิลลิเมตร ใบมีดชุดหนึ่งจะมีทั้งหมด 6 ฟัน ค่าของมุมตัดเท่ากับ 50 องศา และมุมคายเท่ากับ 20 องศา จากการทดลองครั้งนี้ทำให้ได้ผลลัพธ์ คือ (1) การตัดในสภาวะการตัดแต่งชิ้นงานในปัจจุบันพบว่าสภาวะที่ดีที่สุด ใบมีดตัดจะมีอายุการใช้งานเท่ากับ 16.7 นาที ที่ระยะลึกเฉลี่ย 2.9 มิลลิเมตร อัตราป้อนเฉลี่ย 6.8 เมตรต่อนาที ความเร็วตัดเฉลี่ย 1810 เมตรต่อนาที และอัตราการสึกหรอของใบมีดเท่ากับ 0.23 มิลลิเมตรต่อนาที (2) การทดสอบในสภาวะควบคุมสภาวะที่ดีที่สุดระยะลึกของรอยตัด 3.0 มิลลิเมตร อัตราป้อน 3 เมตรต่อนาที และความเร็วตัด 1712 เมตรต่อนาที จะให้อายุใบมีดตัดเท่ากับ 29.52 นาทีและอัตราการสึกหรอของใบมีดเท่ากับ 0.14 มิลลิเมตรนาที (3) การควบคุมสภาวะการตัด จะทำให้ความหยาบผิวที่ดี และอายุการใช้งานของใบมีดที่ยาวกว่าสภาวะการตัดในปัจจุบัน

อนุสรณ์ แรมลี และ เกษตร แนบสนิท (2545) ได้สำรวจการใช้เทคโนโลยีการกรีดยางในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบการใช้เทคโนโลยีการกรีดยางของเกษตรกรครอบคลุม 9 จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ได้แก่ จังหวัดร้อยเอ็ด สุรินทร์

ศิระเกษ ษ โสธร อุบลราชธานี อำนาจเจริญ บุรีรัมย์ นครราชสีมา และมหาสารคาม สํารวจโดยวิธี สุ่มเลือกแบบหลายขั้นตอน มีแบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประเมินผลโดย วิธีทางสถิติ คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ ค่าความถี่ จากการประเมินการใช้เทคโนโลยีการกรีดยางพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น 81.5 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนแรงงานที่ปฏิบัติงานใน สวนยาง 1-2 คน 72.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีพื้นที่สวนยางอ่อน 62.9 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดแปลงยางเปิดกรีด 1-10 ไร่ 47.2 เปอร์เซ็นต์ ปลุกยางพันธุ์ RRIM 600 100 เปอร์เซ็นต์ ระยะปลูก 2.5 x 7 เมตร 90.0 เปอร์เซ็นต์ เปิดกรีดยาง เมื่ออายุ 8 ปี 50 เปอร์เซ็นต์ เปิดกรีดครั้งแรกต้นยางได้ขนาดเปิดกรีด (เส้นรอบลำต้น 50 เซนติเมตร ที่ระดับเหนือพื้นดิน 150 เซนติเมตร) 47.8 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนต้นยางที่เปิดกรีดมากกว่า 70 ต้น ใน 100 ต้น 81.5 เปอร์เซ็นต์ ความสูงของการเปิดกรีดครั้งแรกที่ระดับ 150 เซนติเมตร เหนือพื้นดิน 91.6 เปอร์เซ็นต์ กรีดระบบครั้งลำต้น 2 วันเว้นวัน (1/2S.2d/3) 42.7 เปอร์เซ็นต์ กรีดยางในเวลา 02.00 น. 50.3 เปอร์เซ็นต์ กรีดหนามากกว่า 2.5 มิลลิเมตร 86.5 เปอร์เซ็นต์ มุมของการกรีด 30-35 องศา 87.1 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาที่ใช้ในการกรีดยาง 2-4 ชั่วโมง 84.3 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนวันกรีดต่อปี 100-110 วัน 36.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีจำนวนวันกรีดสาย และไม่กรีดชดเชย 52.2 และ 53.4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีจำนวนวันหยุดกรีด เพื่อทำนา 87.6 เปอร์เซ็นต์ แรงงานในการกรีดยาง 2 คน 68.5 เปอร์เซ็นต์ กรีดยางด้วยตัวเกษตรกรเอง 82.0 เปอร์เซ็นต์ เริ่มเปิดกรีดยางเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 98.9 เปอร์เซ็นต์ หยุดกรีดหน้ายางเดือน มกราคม 83.0 เปอร์เซ็นต์ ความสั้นเปลือกเปลือก 10-20 เซนติเมตร 73.0 เปอร์เซ็นต์ ได้รับการ ฝึกอบรมหลักสูตรการกรีดยาง 94.4 เปอร์เซ็นต์ มีประสบการณ์ในการกรีดยาง 3-5 ปี 53.4 เปอร์เซ็นต์ รอยแผลต่อปีเนื่องจากการกรีดบาดเข้าไปในเนื้อไม้ 1-2 แผล 82.6 เปอร์เซ็นต์ การเจริญเติบโตของเส้น รอบลำต้นที่ระดับ 170 เซนติเมตร เหนือพื้นดิน สูงกว่า 50 เซนติเมตร 72.5 เปอร์เซ็นต์ และลำต้นมี อาการเปลือกแห้งมากกว่า 0-1 ต้นต่อไร่ 77.5 เปอร์เซ็นต์

ศราวุธ กรุณามิตร (2545) ได้ศึกษาสถานการณ์ปัญหาการใช้มีดกรีดยางในปัจจุบัน ทำการศึกษา และออกแบบมีดกรีดยางใหม่ที่มีความเหมาะสม เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างมีดกรีดยางพารา แบบเดิมกับแบบปรับปรุง และแบบสร้างใหม่ โดยทำการศึกษาในพื้นที่จังหวัดตรัง ใช้ต้นยางอายุ 7 ปี พันธุ์ RRIM 600 เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 375 ต้น ผลการศึกษาพบว่ามีดกรีดยางแบบใหม่จะช่วยลด ปริมาณการทำลายเชื้อเจริญ และลดการสั้นเปลือกเปลือกได้มากกว่ามีดกรีดยางพาราแบบเดิม จากการทดลองใช้มีดกรีดยางพาราแบบเดิมในคนกรีดยางที่มีประสบการณ์ 1-5 ปี สั้นเปลือกเปลือก 439.5 มิลลิเมตรต่อปี มีดกรีดยางพาราแบบปรับปรุง 251.4 มิลลิเมตรต่อปี และมีดกรีดยางแบบ สร้างใหม่ 236.7 มิลลิเมตรต่อปี และจากการนับจำนวนแผลที่ทำลายเชื้อเจริญเมื่อใช้มีดกรีดยางพารา แบบเดิม 69 แผล มีดกรีดยางพาราแบบปรับปรุง 7 แผล และเมื่อใช้คนกรีดยางที่มีประสบการณ์ 6-10 ปี และ 11 ขึ้นไปทดลองกรีด ผลที่ออกมาในทำนองเดียวกัน



Florent E. and et.al (2004) ได้ศึกษาเรื่องความเครียด และแรงตัดที่เกิดขึ้นในไม้ที่ใช้กระบวนการตัดแบบใบมีดหมุน จากการทดสอบตัดที่ความเร็ว 9000 รอบต่อนาที ความลึกการตัด 2.0 มิลลิเมตร ความเร็วการป้อน 4 เมตรต่อนาที ความกว้างในการตัด 9.0 มิลลิเมตร ที่มุมคาย 23 องศา มุมหลบ 15 องศา จำนวนใบมีด 1 ใบ เพื่อทดสอบหาค่าตัวแปรของความแข็ง โมดูลัสของการยืดหยุ่นในการกด การยืดหยุ่นในการเฉือน และความถ่วงจำเพาะที่มีผลต่อแรงตัด จากผลการทดลองแรงที่ใช้ในการกัดจะแปรผันตรงกับความถ่วงจำเพาะ ความแข็ง โมดูลัสการยืดหยุ่นในการกด และเฉือนทั้งนี้ได้นำผลการทดลองไปสร้างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาแรงตัดด้วย

สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ และ สมนึก วัฒนศรียกกุล (2548) ได้ศึกษาสถานะภาพการใช้มีดกรีดยางพาราในเขตจังหวัดภาคใต้ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง ตรัง สงขลา ยะลา นราธิวาส สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช กับสวนยางจำนวน 111 ราย ขนาดตั้งแต่ 5 ไร่ ถึง 35 ไร่ และทำการศึกษาย้อนรอยถึงสมบัติต่าง ๆ จำนวน 14 ตราผลิตภัณฑ์สำรวจราคาจำหน่าย และศึกษากระบวนการผลิตผลการศึกษาพบว่าอายุการใช้งานอยู่ในช่วง 7 ถึง 11 เดือน ปัญหาส่วนใหญ่ คมมีดหักง่าย สึกหรือและเสื่อมสภาพเร็ว พบว่าราคาจำหน่ายต่ำสุด 35 บาท สูงสุด 230 บาท สักส่วนตลาดต่ำสุด 0.5 เปอร์เซ็นต์ สูงสุด 28 เปอร์เซ็นต์ ความแข็ง 610HV ถึง 858HV วัสดุที่ผลิตมีดกรีดยางมีธาตุผสมหลักได้แก่คาร์บอน 0.39-0.70 เปอร์เซ็นต์ ซิลิกอน 0.15-0.25 เปอร์เซ็นต์ แมงกานีส 0.18-0.89 เปอร์เซ็นต์ และธาตุอื่น ๆ หมายถึงผลิตภัณฑ์เหล็กกล้าคาร์บอนทำขึ้นส่วนเครื่องจักรกล ส่วนรูปทรงเรขาคณิตพบว่าขนาดแตกต่างกัน และสามารถแบ่งได้ 2 แบบ ผลการวิจัยสรุปได้ว่ามีดกรีดยางพาราราคาเฉลี่ย 93 บาท อายุการใช้งานเฉลี่ย 9 เดือน พบว่าวัสดุผสมมีดมีส่วนผสมคาร์บอนต่ำ ความแข็งต่ำเช่นกัน และโครงสร้างจุลภาพไม่สม่ำเสมอ แสดงว่าการควบคุมการผลิตการชุบแข็งไม่ได้มาตรฐาน เป็นสาเหตุหนึ่งของการสึกหรอ และแตกหักง่าย จากการตรวจสอบยังไม่พบมาตรฐานในประเทศในการกำหนดคุณลักษณะของมีดกรีดยางพารา

Jeremie B. and et.al (2007) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของมุมเอียง และความหนาแน่นที่มีผลต่อแรงตัดของไม้ โดยทำการทดลองจริงเพื่อนำผลที่ได้ไปสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ในการทดลองจริงจะใช้มีดที่มีจำนวนฟัน 3 ฟัน ความเร็วของใบมีด 1000 รอบต่อนาที มุมคาย 25 องศา ความลึกในการตัด 2.0 มิลลิเมตร ความเร็วป้อน 2.43 มิลลิเมตรต่อฟัน ผลจากการทดลองจริงปรากฏว่าที่มุมเอียง 30 องศา จะใช้แรงตัดทั้ง 3 ทิศทาง และเกิดแรงกดที่หน้าใบมีดน้อยที่สุด

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

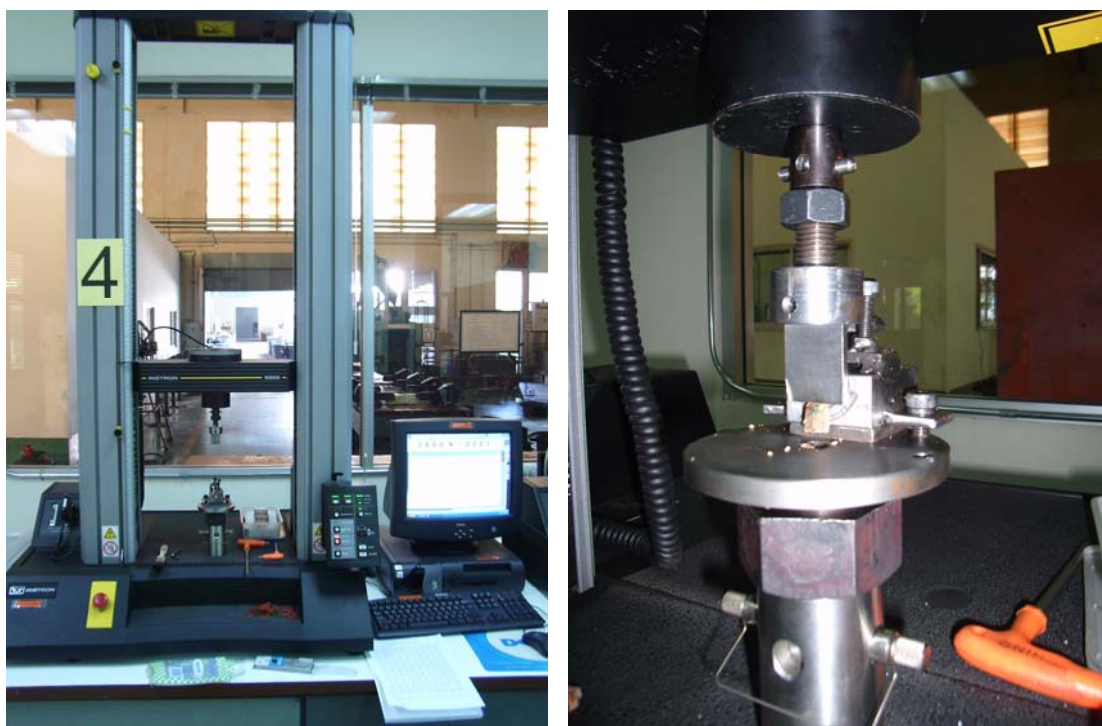
ในบทนี้จะอธิบายวิธีดำเนินการวิจัย ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 จะดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมมิด และมุมเอียงของไบมิดที่เหมาะสม เพราะวัสดุแต่ละชนิดใช้มุมมิด และมุมเอียงของไบมิดในการตัดแตกต่างกัน หลังจากนั้นจะดำเนินการวิจัยขั้นตอนที่ 2 เพื่อหามุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราการป้อนต่อฟันของไบมิดที่เหมาะสม เพื่อประหยัดพลังงานจากแบตเตอรี่ ที่จะใช้เป็นแหล่งพลังงานของมิดกรีดยาง และสุดท้ายจะนำผลการวิจัยจากขั้นตอนที่ 1-2 มาสร้างมิดกรีดยางต้นแบบใช้ในการวิจัยในขั้นตอนที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมิดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมิดกรีดยางแบบจับะบง

#### 3.1 วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมมิดและมุมเอียงของไบมิดที่เหมาะสม

##### 3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ได้แก่

- 1) เครื่องทดสอบแรงกดประตงค์ ขนาด 500 นิวตัน ยี่ห้อ Instron รุ่น Merlin Series 5500
- 2) ปากกาจับไบมิด
- 3) ไบมิดที่มีมุมมิดตั้งแต่ 30 ถึง 75 องศา เพิ่มครั้งละ 5 องศา และมีมุมหลบคงที่ที่ 15 องศา
- 4) ปากกาจับเปลือกยางพารา
- 5) เวอร์เนียคาร์ลิเปอร์แบบดิจิตอล ความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.1 แสดงเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยเพื่อหาความชื้นและความหนาแน่นของไม้ชนิดที่เหมาะสม

### 3.1.2 ปัจจัยที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

ปัจจัยที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยคือ

1) ความชื้นของไม้ชนิดครีดยาง วิจัยความชื้นตั้งแต่ 30 ถึง 75 องศา เพิ่มครั้งละ 5 องศาและมีมุมหลบคองที่ 15 องศา

2) ความหนาแน่นของไม้ชนิดครีดยาง วิจัยความหนาแน่นตั้งแต่ 0 ถึง 45 องศา เพิ่มครั้งละ 5 องศา

### 3.1.3 ค่าชี้ผลในการดำเนินการวิจัย

ค่าชี้ผลที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยคือ พลังงานจำเพาะ (จุดต่อตารางมิลลิเมตร)

พลังงานจำเพาะ = (แรงที่ใช้ในการตัดเปลือกยางพารา × ระยะในการเคลื่อนที่ของไม้ชนิดที่ใช้ในการตัด) / พื้นที่ของเปลือกยางพาราที่ถูกตัด(3.1)

### 3.1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

- 1) แรงที่ใช้ในการตัดเปลือกยางพารา
  - ตัดเปลือกยางพาราด้วยเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (UTM)
  - นำค่าแรงที่ใช้ในการตัดเปลือกยางพารา และค่าระยะในการเคลื่อนที่ของใบมีดที่ใช้ในการตัด ที่ได้จากเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงที่ใช้ในการตัดเปลือกยางพารา และค่าระยะในการเคลื่อนที่ของใบมีดที่ใช้ในการตัด
    - คำนวณพื้นที่ใต้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงที่ใช้ในการตัดเปลือกยางพารา และค่าระยะในการเคลื่อนที่ของใบมีดที่ใช้ในการตัด (ค่าระยะในการเคลื่อนที่ของใบมีดที่ใช้ในการตัด ให้ใช้ค่าจากหัวข้อย่อย 2) เนื่องจากเปลือกยางสด จะมีน้ำยาง ทำให้แรงไม่เป็นศูนย์เมื่อตัดเปลือกยางขาดแล้ว)
- 2) ระยะในการเคลื่อนที่ของใบมีดที่ใช้ในการตัด
  - วัดความกว้าง และความหนาของเปลือกยางพาราในตำแหน่งที่จะทำการตัด ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิเปอร์แบบดิจิทัล
  - นำค่าความกว้าง และความหนาของเปลือกยางพาราในตำแหน่งที่จะทำการตัด ไปเขียนแบบในโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป พร้อมกำหนดค่ามุมเอียงของใบมีดกรีดยางที่จะทำการตัดด้วย
  - วัดระยะในการเคลื่อนที่ของใบมีดที่ใช้ในการตัด จากรูปที่เขียนในโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป
- 3) พื้นที่ของเปลือกยางพาราที่ถูกตัด
  - วัดความกว้าง และความหนาของเปลือกยางพาราในตำแหน่งที่จะทำการตัด ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิเปอร์แบบดิจิทัล
  - นำค่าความกว้าง และความหนาของเปลือกยางพาราในตำแหน่งที่จะทำการตัดคูณกัน ก็จะได้พื้นที่ของเปลือกยางพาราที่ถูกตัด

## 3.2 วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมเอียง จำนวนฟันและอัตราการป้อนต่อฟันของใบมีดที่เหมาะสม

### 3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

- 1) แขนกล 6 แกน ยี่ห้อ Panasonic รุ่น VR 006
- 2) ใบมีดที่มีมุมมีดบวก 45 องศา มีมุมเอียงของใบมีดบวก 45 องศา และลบ 45 องศา และมีจำนวนฟัน 2, 4 และ 6 ฟัน

- 3) ดีซีมอเตอร์ ขนาด 12 โวลต์ แรงบิดสูงสุด 21 นิวตันเมตร ที่ 350 รอบต่อนาที
- 4) เครื่องปรับรอบมอเตอร์ ยี่ห้อ Daiwa รุ่น PC-304
- 5) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ Tektronic รุ่น DMM157
- 6) ดิจิตอลแคลมป์มัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ Uni-T รุ่น UT204
- 7) กล้องดิจิตอล ยี่ห้อ Sony รุ่น Cyber-Shot
- 8) เวอร์เนียร์คาร์ลิเปอร์แบบดิจิตอลความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.2 แสดงเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราการป้อนต่อฟันของใบมีดที่เหมาะสม

### 3.2.2 ปัจจัยที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

ปัจจัยที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยคือ

- 1) มุมเอียงของใบมีด วิจัยมุมเอียงใบมีดบวก 45 องศา และลบ 45 องศา
- 2) จำนวนฟันของใบมีด วิจัยจำนวนฟัน 2, 4 และ 6 ฟัน
- 3) อัตราป้อนต่อฟัน วิจัยอัตราป้อนต่อฟัน 1, 2 และ 3 มิลลิเมตรต่อฟัน

### 3.2.3 ค่าชี้ผลในการดำเนินการวิจัย

ค่าชี้ผลที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย คือ พลังงานจำเพาะ (จุดต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร)

$$\text{พลังงานจำเพาะ} = \frac{[(\text{แรงเคลื่อนไฟฟ้า} \times \text{กระแสไฟฟ้า}) / \text{เวลาที่ใช้ในการตัด}] / \text{ปริมาณของเปลือกยางพาราที่ถูกตัด}}{\quad} \quad (3.2)$$

### 3.2.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

#### 1) พลังงานไฟฟ้า

- ใช้คิวิตอลมัลติมิเตอร์วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของคิซิมอเตอร์ โดยต่อหัววัดของคิวิตอลมัลติมิเตอร์ที่ขั้วของคิซิมอเตอร์โดยตรง
- ใช้คิวิตอลแคลมป์มัลติมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าของคิซิมอเตอร์
- ใช้กล่องคิวิตอลบันทึกค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของคิวิตอลมัลติมิเตอร์และกระแสไฟฟ้าของคิวิตอลแคลมป์มัลติมิเตอร์ ตลอดเวลาที่คิซิมอเตอร์ทำการตัดเปลือกยาง
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้ ซึ่งจะมี 2 ช่วง คือ ช่วงที่คิซิมอเตอร์หมุนตัวเปล่ากับช่วงที่คิซิมอเตอร์หมุนตัดเปลือกยาง นำมาลบกันก็จะได้ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการตัดเปลือกยางจริง ๆ ส่วนค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะคงที่ตลอดเวลา ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- นำค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการตัดเปลือกยางจริง คูณกับแรงเคลื่อนไฟฟ้า ก็จะได้ออกพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการตัดเปลือกยางในแต่ละกรณี

#### 2) เวลาที่ใช้ในการกรีดยาง

เนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนที่ของแขนกลถูกตั้งไว้ที่ 25.0 มิลลิเมตรต่อวินาที หรือ 1.5 เมตรต่อวินาที เพื่อให้มีคิกรีดยางแบบใหม่สามารถกรีดยางได้เร็วกว่ามีคิกรีดยางแบบเงาะบง ซึ่งมีความเร็วในการเคลื่อนที่ 19.2 มิลลิเมตรต่อวินาที หรือ 1.2 เมตรต่อวินาที และสามารถทราบความยาวของเปลือกยางที่จะวิจัยจากการวัดโดยตรง

#### 3) ปริมาณของเปลือกยางพาราที่ถูกตัด

- แบ่งระยะทางที่ใช้ในการตัดออกเป็น 9 ตำแหน่ง โดยให้ตำแหน่งที่ 1 อยู่ที่ตำแหน่งที่ใบมีดเริ่มตัดเปลือกยาง ส่วนตำแหน่งที่ 9 เป็นตำแหน่งสุดท้ายที่ใบมีดจะตัดเปลือกยาง
- วัดความลึกของเปลือกยางทั้ง 9 ตำแหน่ง หลังจากใบมีดตัดเปลือกยางแล้ว เหตุที่ต้องวัดความลึก 9 ตำแหน่ง เนื่องจากต้นยางไม่ได้มีลักษณะกลมแต่แขนกลสามารถเคลื่อนที่ได้เฉพาะเป็นเส้นตรงและเป็นส่วนโค้งของวงกลมเท่านั้น ส่งผลทำให้ความหนาที่ตัดได้ในแต่ละตำแหน่งไม่เท่ากัน
- นำค่าความลึกของเปลือกยางทั้ง 9 ตำแหน่ง และระยะทางที่ใช้ในการตัด มาคำนวณพื้นที่ที่ถูกตัดทั้งหมด
- ความหนาในการตัด สามารถตั้งได้จากแขนกล ซึ่งสามารถตั้งได้ละเอียดสุด 0.1 มิลลิเมตร

- นำพื้นที่ที่ถูกตัดทั้งหมดคูณกับความหนาในการตัด ก็จะได้ปริมาณของเปลือกยางพาราที่ถูกตัด

### 3.3 วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์

#### ไฟฟ้ากับมีดกรีดยางแบบจะบัง

##### 3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

- 1) มีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า
- 2) มีดกรีดยางแบบจะบัง
- 3) ต้นยางพารา
- 4) นาฬิกาจับเวลา
- 5) เวอร์เนียคาร์ลิเปอร์แบบดิจิตอล ความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.3 แสดงการทดสอบมีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมีดกรีดยางแบบจะบัง

##### 3.3.2 ปัจจัยที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

ปัจจัยที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยคือ ชนิดของมีดกรีดยาง ได้แก่ แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับแบบจะบัง

### 3.3.3 ค่าชี้ผลในการดำเนินการวิจัย

ค่าชี้ผลที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ได้แก่

- 1) คุณภาพของงานกริด
- 2) ความสิ้นเปลืองเปลือกที่เกิดจากการกริดขางพาราแต่ละรอยกริด
- 3) เวลาที่ใช้ในการกริดขางในแต่ละรอยกริด

### 3.3.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

- 1) คุณภาพของงานกริด

- ให้ผู้ที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการกริดขางพารา ทำการกริดขางพารา
- ให้ผู้เชี่ยวชาญจากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางประเมิน

คุณภาพของงานกริด โดยดูความลึกของรอยกริดที่เหมาะสม และจำนวนแผลที่บาดเยื่อเจริญแล้วให้คะแนนเป็นเปอร์เซ็นต์

- 2) ความสิ้นเปลืองเปลือกที่เกิดจากการกริดขางพาราแต่ละรอยกริด

▪ แบ่งระยะทางที่ใช้ในการกริดออกเป็น 5 ตำแหน่ง โดยให้ตำแหน่งที่ 1 อยู่ที่ตำแหน่งที่เริ่มกริดเปลือกขาง ส่วนตำแหน่งที่ 5 เป็นตำแหน่งสุดท้ายที่จะกริดเปลือกขาง

- วัดระยะทางจากแนวเส้นอ้างอิงถึงตำแหน่ง ทั้ง 5 ตำแหน่ง
- ให้ผู้ที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการกริดขางพารา ทำการกริดขางพารา
- วัดระยะทางจากแนวเส้นอ้างอิงถึงตำแหน่งใหม่ ของทั้ง 5 ตำแหน่ง
- นำระยะที่วัด ได้ครั้งแรกกลับกับระยะทางที่วัดได้ครั้งที่สอง ก็จะเป็นความ

หนาของเปลือกขางพาราที่ถูกกริดออกไป

- 3) เวลาที่ใช้ในการกริดขางในแต่ละรอยกริด

- ให้ผู้ที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการกริดขางพารา ทำการกริดขางพารา
- จับเวลาที่เริ่มกริดจนถึงสิ้นสุดการกริด ในแต่ละรอยกริด

### 3.4 สรุปวิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 จะดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมมิดและมุมเอียงของใบมิดที่เหมาะสม มุมมิดที่ใช้ในการวิจัยตั้งแต่ 30 ถึง 75 องศา เพิ่มครั้งละ 5 องศา และมีมุมหลบคางที่ 15 องศา ส่วนมุมเอียงของใบมิดตั้งแต่ 0 ถึง 45 องศา เพิ่มครั้งละ 5 องศา ขั้นตอนที่ 2 เพื่อหามุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราการป้อนต่อฟันของใบมิดที่เหมาะสม มุมเอียงของใบมิดที่ใช้ในการวิจัยบวก 45 องศา และลบ 45 องศา จำนวนฟันของใบมิด 2, 4 และ 6 ฟัน และอัตราป้อนต่อฟัน 1, 2 และ 3 มิลลิเมตรต่อฟัน และขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของมิดกริดขางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมิดกริดขางแบบเจ้ะบง



## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล

ในบทนี้จะอธิบายผลการวิจัย และวิเคราะห์ผล ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 เพื่อหามุมมิด และมุมเอียงของใบมิดที่เหมาะสม ขั้นตอนที่ 2 เพื่อหามุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราการป้อนต่อฟันของใบมิดที่เหมาะสม ขั้นตอนที่ 1 และ 2 จะใช้ค่าพลังงานจำเพาะเป็นค่าชี้ผล ตัวปัจจัยใดที่ใช้พลังงานจำเพาะน้อยก็จะเป็นตัวปัจจัยที่เหมาะสม ส่วนขั้นตอนที่ 3 จะเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของมิดกรีดขางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมิดกรีดขางแบบเจ๊ะบง โดยใช้คุณภาพของงานกรีด ความสิ้นเปลืองเปลือกที่เกิดจากการกรีดขางพาราแต่ละรอยกรีด และเวลาที่ใช้ในการกรีดขางในแต่ละรอยกรีดเป็นค่าชี้ผล มิดที่มีประสิทธิภาพ จะมีคุณภาพของงานกรีดสูง ความสิ้นเปลืองเปลือกที่เกิดจากการกรีดขางพาราแต่ละรอยกรีดน้อย และเวลาที่ใช้ในการกรีดในแต่ละรอยกรีดน้อย

#### 4.1 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผลการดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมมิดและมุมเอียงของใบมิดที่เหมาะสม

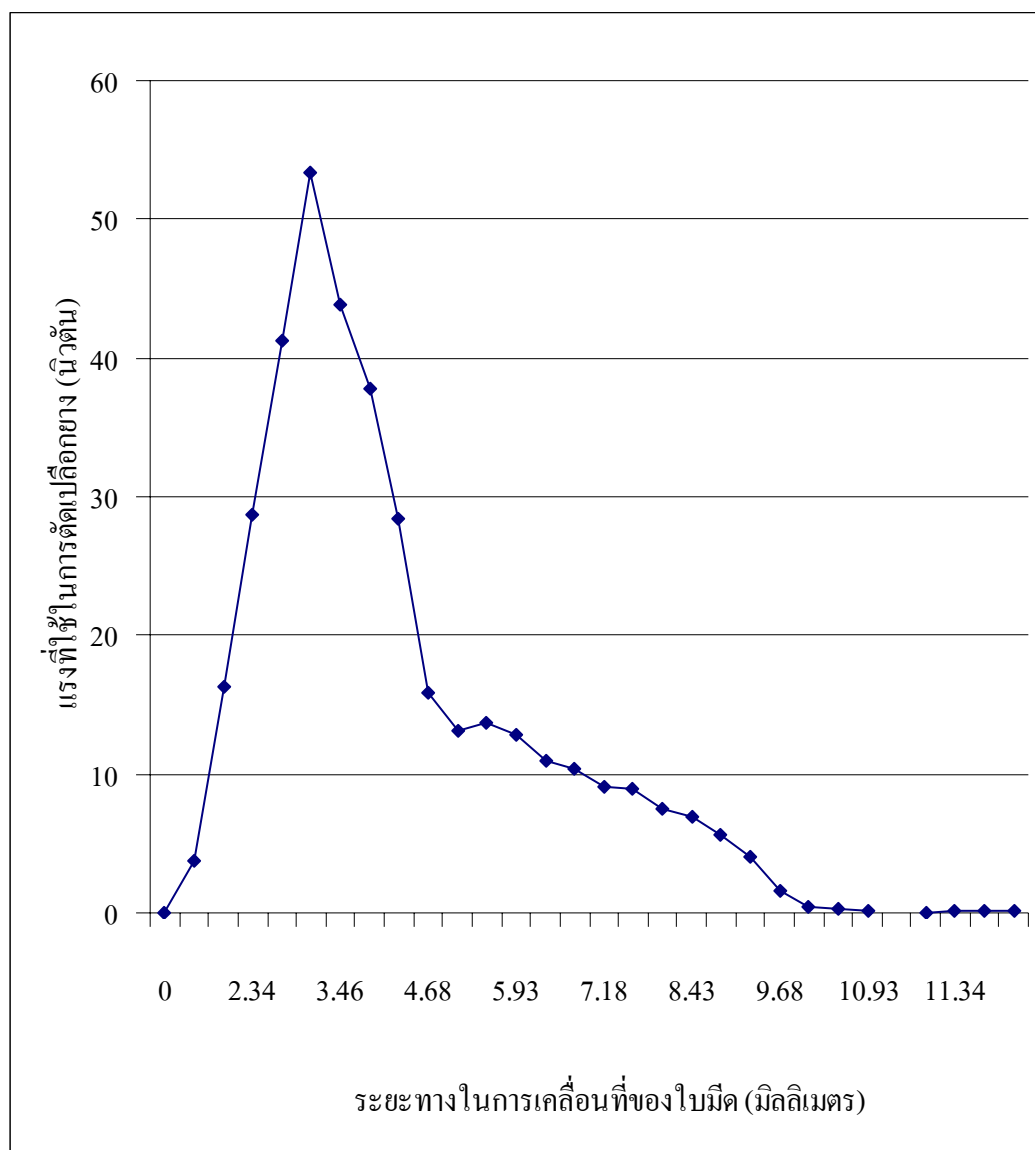
##### 4.1.1 แรงที่ใช้ในการตัดเปลือกขางและระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของใบมิดที่มุมมิด 45 องศา มุมเอียงใบมิด 45 องศา

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าแรงที่ใช้ในการตัดเปลือกขาง และระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของใบมิดที่มุมมิด 45 องศา มุมเอียงใบมิด 45 องศา

ระยะทางในการเคลื่อนที่ของใบมิด (มิลลิเมตร)	แรงที่ใช้ในการตัดเปลือกขาง (นิวตัน)
0.00	0.00
1.67	3.71
2.07	16.24
2.34	28.76
2.63	41.28
3.05	53.42

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าแรงที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง และระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของใบมีดที่  
มุมมีด 45 องศา มุมเอียงใบมีด 45 องศา (ต่อ)

ระยะทางในการเคลื่อนที่ของใบมีด (มิลลิเมตร)	แรงที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง (นิวตัน)
3.46	43.81
3.88	37.77
4.30	28.39
4.68	15.86
5.09	13.16
5.51	13.76
5.93	12.81
6.34	10.99
6.76	10.44
7.18	9.05
7.59	8.97
8.01	7.50
8.43	6.93
8.84	5.57
9.26	4.08
9.68	1.52
10.09	0.44
10.51	0.28
10.93	0.20
11.34	0.14
11.76	0.11
12.00	0.15



รูปที่ 4.1 แสดงค่าแรงที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง และระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของใบมิด  
ที่มุมมิด 45 องศา มุมเอียงใบมิด 45 องศา

จากกราฟผลการวิจัยที่มุมมิด 45 องศา และมุมเอียงใบมิด 45 องศา จะเห็นว่าในช่วงแรกใบมิดจะเริ่มสัมผัสกับเปลือกยางแล้วกดเปลือกให้ยุบตัวเป็นระยะทาง 1.67 มิลลิเมตร โดยใบมิดยังไม่ตัดเปลือกยาง แรงจะเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงจาก 0 นิวตัน เป็น 3.71 นิวตัน หลังจากนั้นใบมิดเริ่มตัดเปลือกยาง หลังจากเคลื่อนที่ได้มากกว่า 1.67 มิลลิเมตร แรงจะเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงอีกครั้งจาก 3.71 นิวตัน เป็น 53.42 นิวตัน ซึ่งเป็นแรงสูงสุดที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง หลังจากนั้นใบมิดยังเคลื่อนที่ต่อไปแต่แรงที่ใช้ตัดเปลือกยางกลับลดลง เนื่องจากมุมมิด 45 องศาที่เคลื่อนที่เข้าไปใน

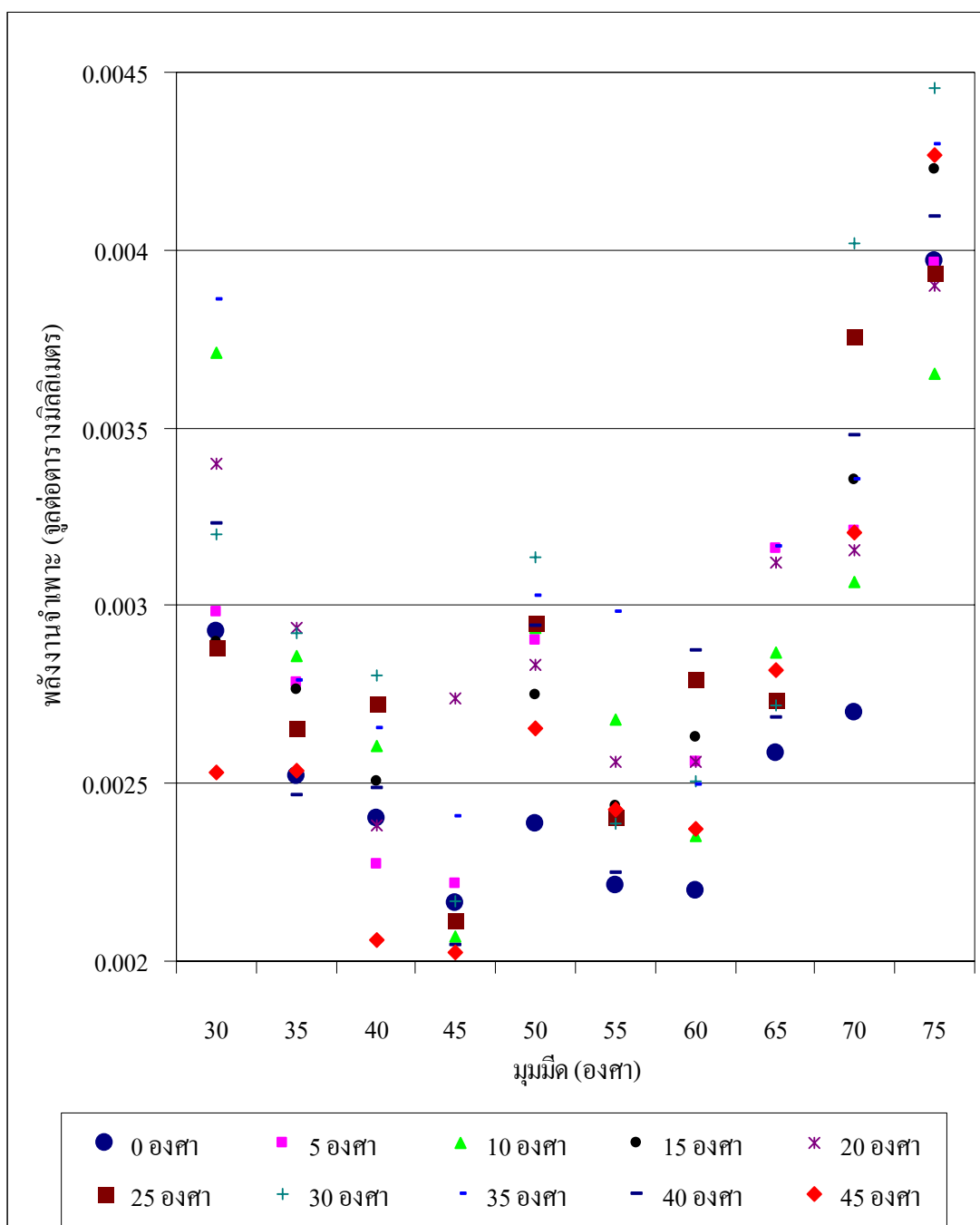
เปลือกยางเป็นระยะทาง 3.05 มิลลิเมตร ทำให้เปลือกยางร้าวเนื่องจากเซลล์ที่ประกอบเป็นเปลือกยางมีลักษณะเปราะ หลังจากนั้นแรงจะเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ดังแสดงในรูป 4.1 ที่เป็นเช่นนี้เพราะคมมีดไม่ได้ตัดลงไปในช่วงงาน เพียงแต่ดันชิ้นงานให้หัก หลังจากนั้นใบมีดจะเคลื่อนลงไปที่ชิ้นงานที่เหลือให้ขาดจากกัน จากรูปจะสังเกตพบว่าแรงสุดท้ายเมื่อเปลือกยางขาดแล้วแต่แรงไม่เป็นศูนย์เนื่องจากเปลือกยางสดยังมีน้ำยาง ทำให้เครื่องทดสอบเอนกประสงค์อ่านค่าแรงดึงของน้ำยางได้

#### 4.1.2 พลังงานจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง

ตารางที่ 4.2 แสดงพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือกยางที่มมมีด 30-50 องศา

มุมเอียงใบมีด (องศา)	พลังงานจำเพาะ (จุดต่อตารางมิลลิเมตร)				
	30	35	40	45	50
0	0.00293	0.00252	0.00240	0.00217	0.00239
5	0.00298	0.00279	0.00227	0.00222	0.00290
10	0.00371	0.00286	0.00261	0.00207	0.00294
15	0.00290	0.00277	0.00251	0.00210	0.00275
20	0.00340	0.00294	0.00238	0.00274	0.00283
25	0.00288	0.00266	0.00273	0.00212	0.00295
30	0.00320	0.00292	0.00280	0.00217	0.00314
35	0.00386	0.00279	0.00265	0.00241	0.00303
40	0.00323	0.00246	0.00249	0.00204	0.00294
45	0.00253	0.00254	0.00206	0.00202	0.00266





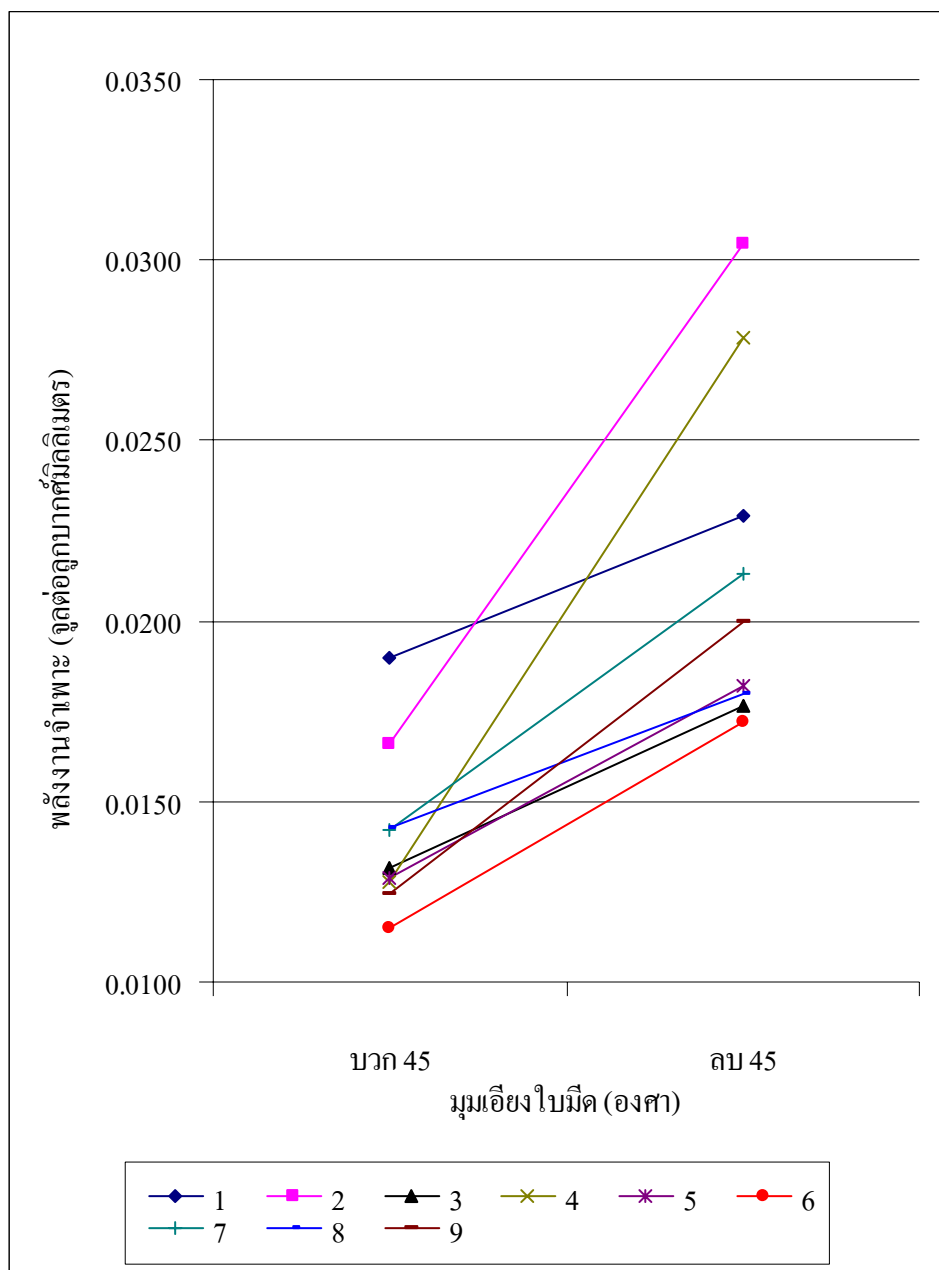
รูปที่ 4.2 แสดงพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือยกวาง

## 4.2 ผลการวิจัย และวิเคราะห์ผลการดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราการป้อนต่อฟันของใบมีดที่เหมาะสม

### 4.2.1 พลังงานจำเพาะที่มุมเอียงใบมีดบวก 45 องศา และลบ 45 องศา

ตารางที่ 4.4 แสดงพลังงานจำเพาะที่มุมเอียงใบมีดบวก 45 องศา และลบ 45 องศา

จำนวนใบมีด และอัตราป้อนต่อฟัน	รหัสการทดลอง	พลังงานจำเพาะ (จุดต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร)	
		บวก 45	ลบ 45
จำนวนใบมีด 2 ฟัน และอัตราป้อน 1 มิลลิเมตรต่อฟัน	1	0.0190	0.0229
จำนวนใบมีด 2 ฟัน และอัตราป้อน 2 มิลลิเมตรต่อฟัน	2	0.0166	0.0304
จำนวนใบมีด 2 ฟัน และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน	3	0.0132	0.0177
จำนวนใบมีด 4 ฟัน และอัตราป้อน 1 มิลลิเมตรต่อฟัน	4	0.0128	0.0279
จำนวนใบมีด 4 ฟัน และอัตราป้อน 2 มิลลิเมตรต่อฟัน	5	0.0129	0.0182
จำนวนใบมีด 4 ฟัน และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน	6	0.0115	0.0172
จำนวนใบมีด 6 ฟัน และอัตราป้อน 1 มิลลิเมตรต่อฟัน	7	0.0142	0.0213
จำนวนใบมีด 6 ฟัน และอัตราป้อน 2 มิลลิเมตรต่อฟัน	8	0.0143	0.0180
จำนวนใบมีด 6 ฟัน และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน	9	0.0124	0.0200



รูปที่ 4.3 แสดงพลังงานจำเพาะที่มุมเอียงใบมีดบวค 45 องศา และลบ 45 องศา

จากตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.3 พบว่าที่มุมเอียงใบมีดบวค 45 องศา จำนวนใบมีด และอัตราป้อนทุก ๆ ค่า ใช้พลังงานจำเพาะน้อยกว่าที่มุมเอียงใบมีดลบ 45 องศา ที่จำนวนใบมีด และอัตราป้อนทุก ๆ ค่า จากการวิจัยพบว่าที่มุมเอียงใบมีดบวค 45 องศา จำนวนใบมีด 4 ฟัน และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟันใช้พลังงานจำเพาะน้อยที่สุดเท่ากับ 0.0115 จูลต่อลูกบาศก์ มิลลิเมตร

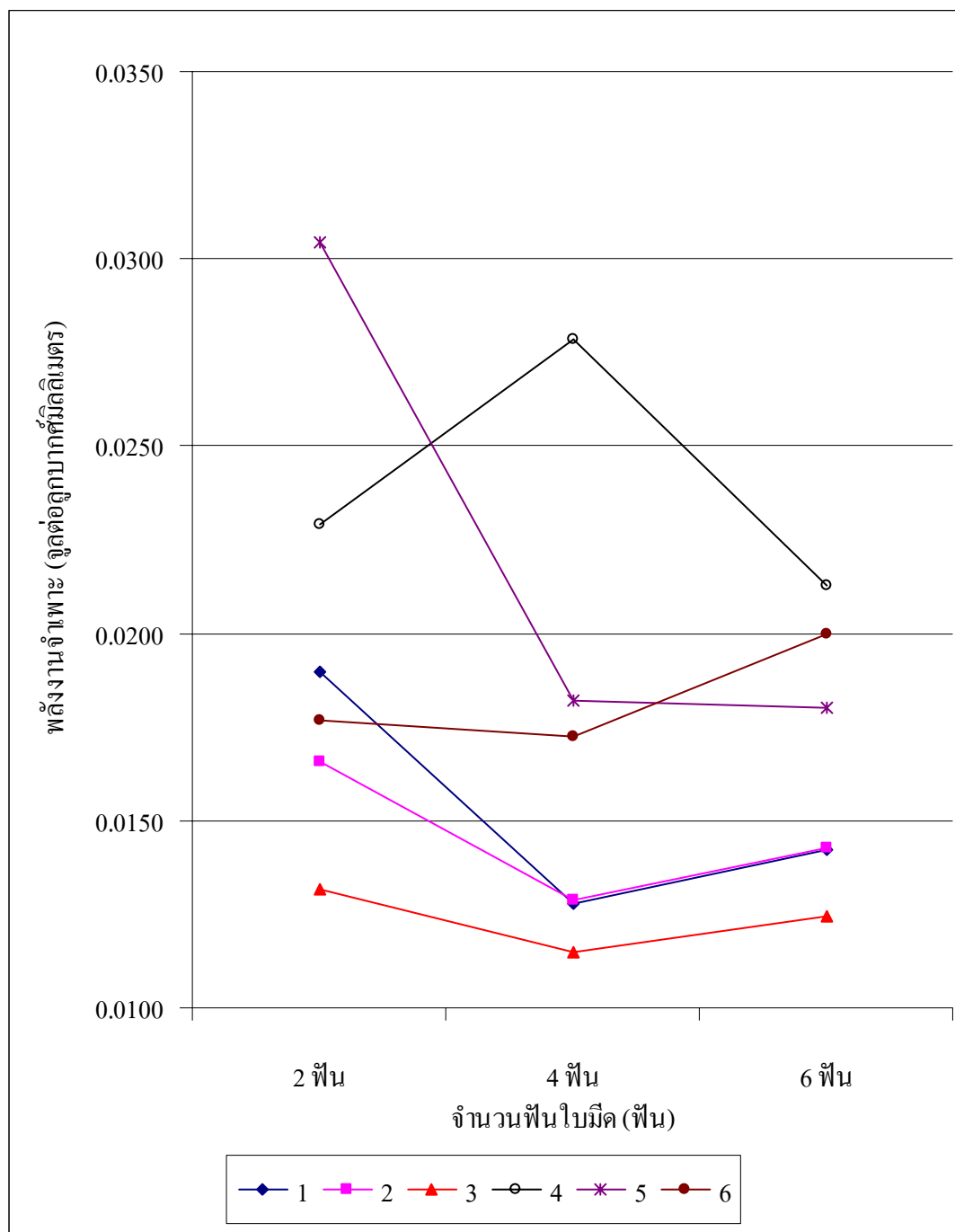


#### 4.2.2 พลังงานจำเพาะที่จำนวนฟันใบมีด 2, 4 และ 6 ฟัน

ตารางที่ 4.5 แสดงพลังงานจำเพาะที่จำนวนฟันใบมีด 2, 4 และ 6 ฟัน

มุมเอียงใบมีด และอัตราป้อนต่อฟัน	รหัสการทดลอง	พลังงานจำเพาะ (จุดต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร)		
		2 ฟัน	4 ฟัน	6 ฟัน
มุมเอียงใบมีดบวก 45 องศา และอัตราป้อน 1 มิลลิเมตรต่อฟัน	1	0.0190	0.0128	0.0142
มุมเอียงใบมีดบวก 45 องศา และอัตราป้อน 2 มิลลิเมตรต่อฟัน	2	0.0166	0.0129	0.0143
มุมเอียงใบมีดบวก 45 องศา และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน	3	0.0132	0.0115	0.0124
มุมเอียงใบมีดลบ 45 องศา และอัตราป้อน 1 มิลลิเมตรต่อฟัน	4	0.0229	0.0279	0.0213
มุมเอียงใบมีดลบ 45 องศา และอัตราป้อน 2 มิลลิเมตรต่อฟัน	5	0.0304	0.0182	0.0180
มุมเอียงใบมีดลบ 45 องศา และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน	6	0.0177	0.0172	0.0200

จากตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.4 จะพบว่าที่จำนวนฟันใบมีด 4 ฟัน มุมเอียงใบมีดเป็นบวกจะใช้พลังงานจำเพาะน้อยกว่าที่จำนวนฟันใบมีด 4 ฟัน มุมเอียงใบมีดเป็นลบ จากการวิจัยพบว่าที่จำนวนฟันใบมีด 4 ฟัน มุมเอียงใบมีดบวก 45 องศา และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน จะใช้พลังงานจำเพาะน้อยที่สุดเท่ากับ 0.0115 จุดต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร

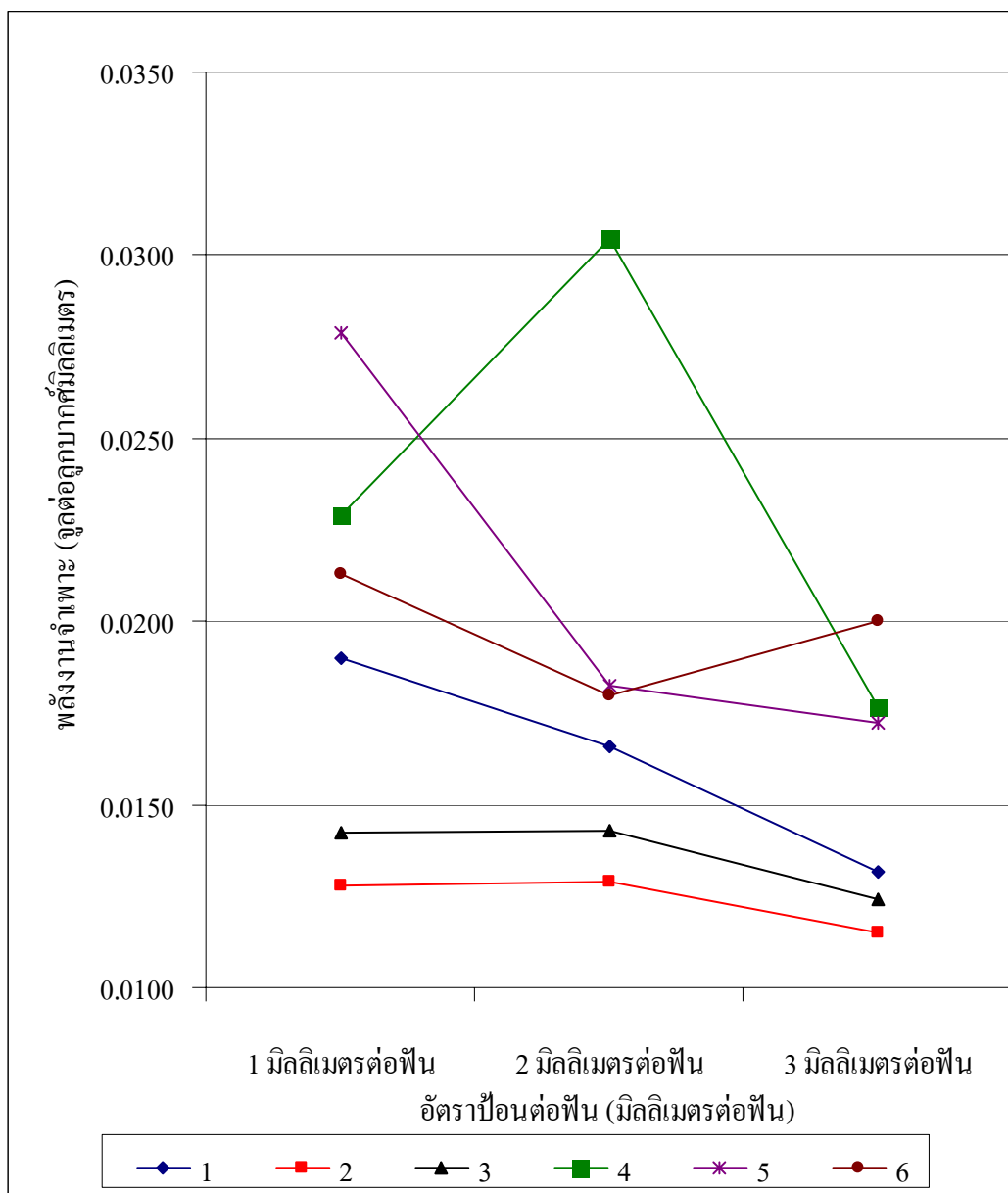


รูปที่ 4.4 แสดงพลังงานจำเพาะที่จำนวนฟันใบมีด 2, 4 และ 6 ฟัน

#### 4.2.3 พลังงานจำเพาะที่อัตราป้อน 1, 2 และ 3 มิลลิเมตรต่อฟัน

ตารางที่ 4.6 แสดงพลังงานจำเพาะที่อัตราป้อน 1, 2 และ 3 มิลลิเมตรต่อฟืน

มูมเอียงใบมีด และจำนวนฟืน	รหัส การ ทดลอง	พลังงานจำเพาะ (จุดต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร)		
		1 มิลลิเมตรต่อฟืน	2 มิลลิเมตรต่อฟืน	3 มิลลิเมตรต่อฟืน
มูมเอียงใบมีดบวก 45 องศา และจำนวนฟืนใบมีด 2 ฟืน	1	0.0190	0.0166	0.0132
มูมเอียงใบมีดบวก 45 องศา และจำนวนฟืนใบมีด 4 ฟืน	2	0.0128	0.0129	0.0115
มูมเอียงใบมีดบวก 45 องศา และจำนวนฟืนใบมีด 6 ฟืน	3	0.0142	0.0143	0.0124
มูมเอียงใบมีดลบ 45 องศา และจำนวนฟืนใบมีด 2 ฟืน	4	0.0229	0.0304	0.0177
มูมเอียงใบมีดลบ 45 องศา และจำนวนฟืนใบมีด 4 ฟืน	5	0.0279	0.0182	0.0172
มูมเอียงใบมีดลบ 45 องศา และจำนวนฟืนใบมีด 6 ฟืน	6	0.0213	0.0180	0.0200



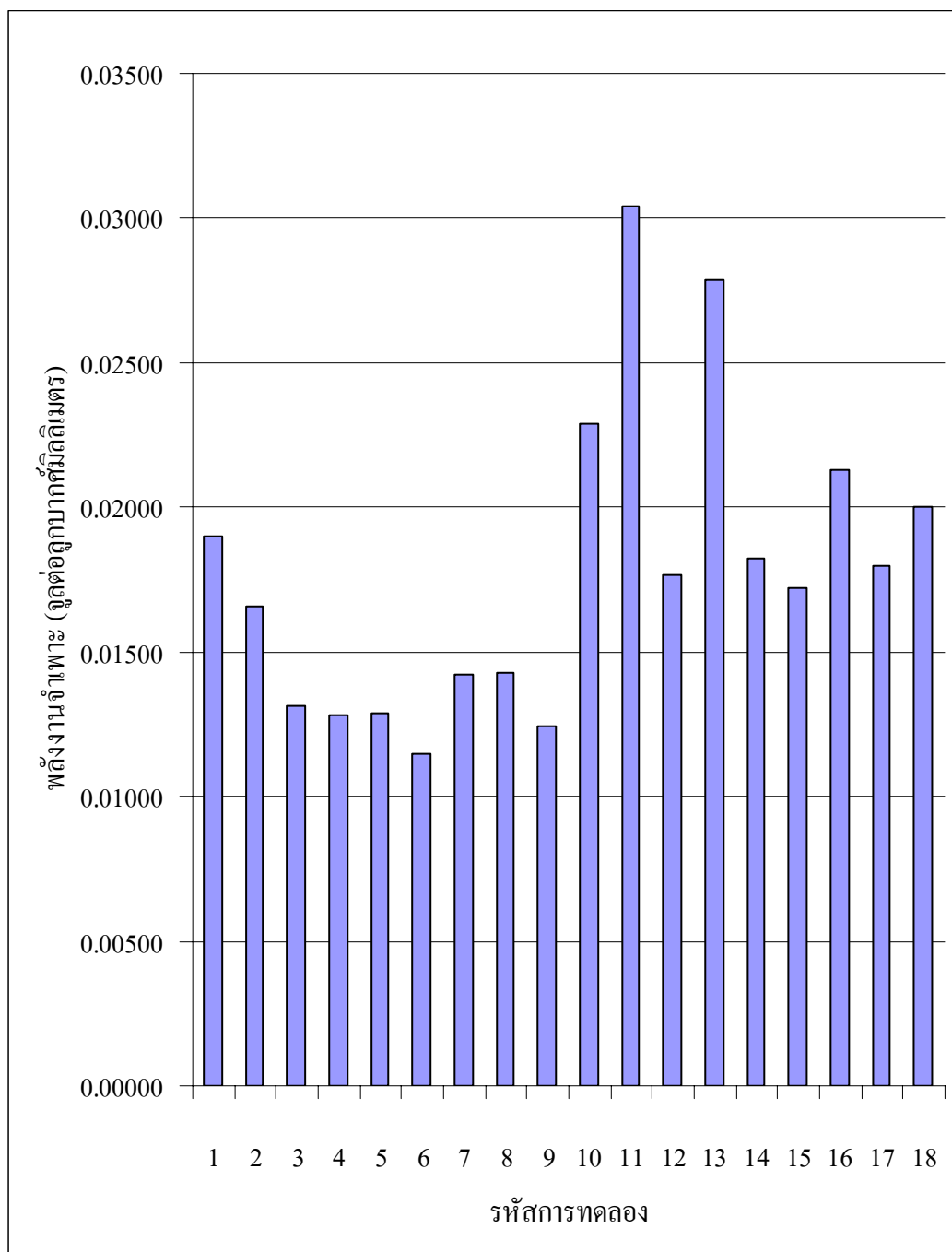
รูปที่ 4.5 แสดงพลังงานจำเพาะที่อัตราป้อน 1, 2 และ 3 มิลลิเมตรต่อฟืน

จากตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.5 พบว่าที่อัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟืน มุมเอียงใบมีดเป็นบวก จะใช้พลังงานจำเพาะน้อยกว่าที่อัตราการป้อน 1 และ 2 มิลลิเมตรต่อฟืน จากการวิจัยพบว่าที่อัตราการป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟืน มุมเอียงบวก 45 องศา และจำนวนฟันใบมีด 4 ฟัน จะใช้พลังงานจำเพาะน้อยที่สุด เท่ากับ 0.0115 จุดต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร

#### 4.2.4 พลังงานจำเพาะที่มูมเอียง จำนวนฟัน และอัตราป้อนต่อฟันของใบมีดต่างกัน

ตารางที่ 4.7 แสดงพลังงานจำเพาะที่มูมเอียง จำนวนฟัน และอัตราป้อนต่อฟันของใบมีดต่างกัน

มูมเอียงใบมีด จำนวนฟันใบมีด และอัตราป้อนต่อฟัน	รหัสการทดลอง	พลังงานจำเพาะ (จุดต่อลูกบาศก์ มิลลิเมตร)
มูมเอียงบวก 45 องศา จำนวนฟัน 2 ฟัน และอัตราป้อน 1 มิลลิเมตรต่อฟัน	1	0.0190
มูมเอียงบวก 45 องศา จำนวนฟัน 2 ฟัน และอัตราป้อน 2 มิลลิเมตรต่อฟัน	2	0.0166
มูมเอียงบวก 45 องศา จำนวนฟัน 2 ฟัน และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน	3	0.0132
มูมเอียงบวก 45 องศา จำนวนฟัน 4 ฟัน และอัตราป้อน 1 มิลลิเมตรต่อฟัน	4	0.0128
มูมเอียงบวก 45 องศา จำนวนฟัน 4 ฟัน และอัตราป้อน 2 มิลลิเมตรต่อฟัน	5	0.0129
มูมเอียงบวก 45 องศา จำนวนฟัน 4 ฟัน และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน	6	0.0115
มูมเอียงบวก 45 องศา จำนวนฟัน 6 ฟัน และอัตราป้อน 1 มิลลิเมตรต่อฟัน	7	0.0142
มูมเอียงบวก 45 องศา จำนวนฟัน 6 ฟัน และอัตราป้อน 2 มิลลิเมตรต่อฟัน	8	0.0143
มูมเอียงบวก 45 องศา จำนวนฟัน 6 ฟัน และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน	9	0.0124
มูมเอียงลบ 45 องศา จำนวนฟัน 2 ฟัน และอัตราป้อน 1 มิลลิเมตรต่อฟัน	10	0.0229
มูมเอียงลบ 45 องศา จำนวนฟัน 2 ฟัน และอัตราป้อน 2 มิลลิเมตรต่อฟัน	11	0.0304
มูมเอียงลบ 45 องศา จำนวนฟัน 2 ฟัน และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน	12	0.0177
มูมเอียงลบ 45 องศา จำนวนฟัน 4 ฟัน และอัตราป้อน 1 มิลลิเมตรต่อฟัน	13	0.0279
มูมเอียงลบ 45 องศา จำนวนฟัน 4 ฟัน และอัตราป้อน 2 มิลลิเมตรต่อฟัน	14	0.0182
มูมเอียงลบ 45 องศา จำนวนฟัน 4 ฟัน และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน	15	0.0172
มูมเอียงลบ 45 องศา จำนวนฟัน 6 ฟัน และอัตราป้อน 1 มิลลิเมตรต่อฟัน	16	0.0213
มูมเอียงลบ 45 องศา จำนวนฟัน 6 ฟัน และอัตราป้อน 2 มิลลิเมตรต่อฟัน	17	0.0180
มูมเอียงลบ 45 องศา จำนวนฟัน 6 ฟัน และอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน	18	0.0200



รูปที่ 4.6 แสดงพลังงานจำเพาะที่มุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราป้อนต่อฟันของใบมีดต่างกัน

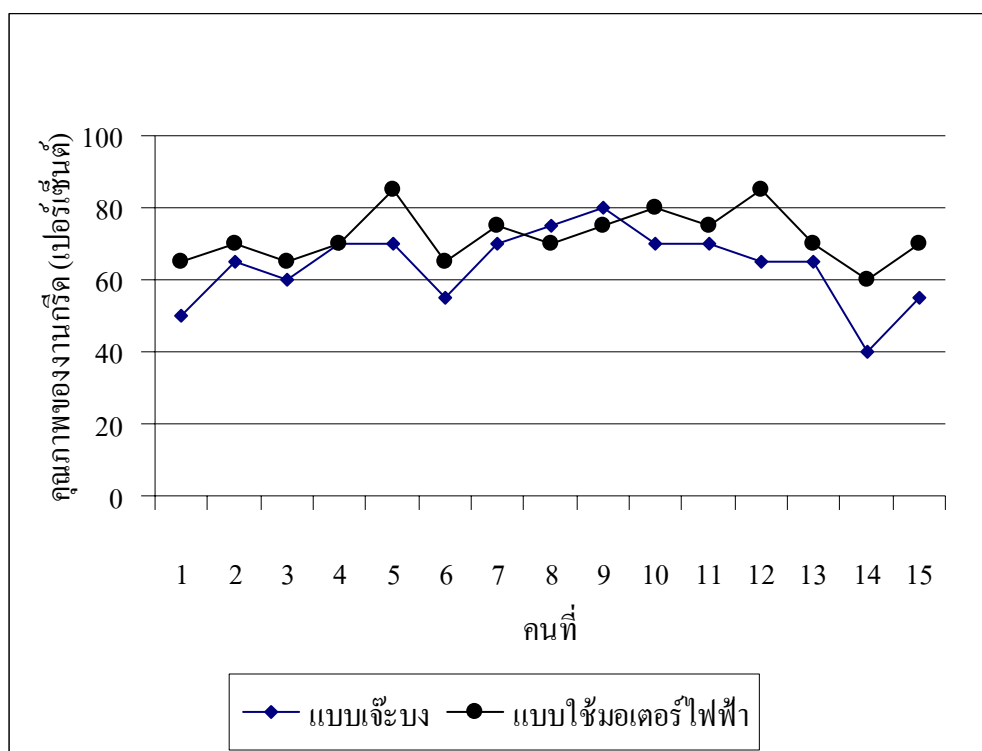
จากตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.6 พบว่าที่มุมเอียงใบมีดบวก 45 องศา จำนวนฟันใบมีด 4 ฟันและอัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน ใช้พลังงานจำเพาะน้อยที่สุดเท่ากับ 0.0115 จูลต่อลูกบาศก์ มิลลิเมตร

### 4.3 ผลการวิจัย และวิเคราะห์ผลการดำเนินการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมิดคริตยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมิดคริตยางแบบเจาะบง

#### 4.3.1 คุณภาพของงานกรีด

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบคุณภาพของงานกรีด

คนที่	คุณภาพของงานกรีด (เปอร์เซ็นต์)	
	แบบเจาะบง	แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า
1	50	65
2	65	70
3	60	65
4	70	70
5	70	85
6	55	65
7	70	75
8	75	70
9	80	75
10	70	80
11	70	75
12	65	85
13	65	70
14	40	60
15	55	70
ค่าเฉลี่ย	64	72



รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพของงานกริด

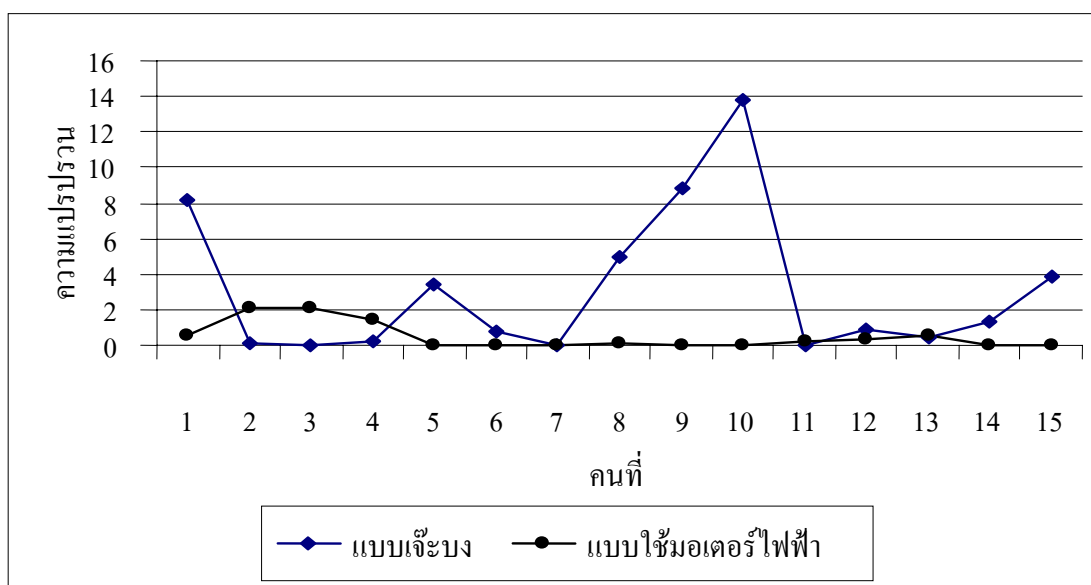
จากผลการวิจัย พบว่าคุณภาพของงานกริดเมื่อใช้มีดกริดยางแบบเจาะจงกับมีดกริดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ามีความแตกต่างกัน คุณภาพงานกริดนี้จะให้ผู้เชี่ยวชาญจากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง เป็นผู้ประเมินให้คะแนน โดยพิจารณาจากระยะความลึกที่กริดว่ากริดลึกตามที่กำหนดหรือไม่ และพิจารณาจากจำนวนบาดแผลที่บาดเชื้อเจริญ ในจำนวนผู้ทำการทดสอบทั้งหมด 15 คน จะมีผู้ทำการทดสอบจำนวน 12 คน หรือคิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผู้ทำการทดสอบ เมื่อใช้มีดกริดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแล้วมีคุณภาพงานกริดดีกว่าใช้มีดกริดยางแบบเจาะจงมีผู้ทำการทดสอบจำนวน 1 คน หรือคิดเป็น 6.67 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผู้ทำการทดสอบเมื่อใช้มีดกริดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแล้วมีคุณภาพงานกริดเท่ากันกับการใช้มีดกริดยางแบบเจาะจงและมีผู้ทำการทดสอบจำนวน 2 คน หรือคิดเป็น 13.33 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผู้ทำการทดสอบเมื่อใช้มีดกริดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า แล้วมีคุณภาพงานกริดน้อยกว่าใช้มีดกริดยางแบบเจาะจงจากค่าเฉลี่ยของคุณภาพงานกริดพบว่าเมื่อใช้มีดกริดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับ มีดกริดยางแบบเจาะจงมีค่าเฉลี่ยของคุณภาพงานกริดเท่ากับ 72 และ 64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าคุณภาพงานกริดเมื่อใช้มีดกริดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ดีกว่าคุณภาพงานกริดยางเมื่อ ใช้มีดกริดยางแบบเจาะจงเท่ากับ 8 เปอร์เซ็นต์



#### 4.3.2 ความสิ้นเปลืองเปลือกที่เกิดจากการกรีดยางพาราแต่ละรอยกรีด

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเปลือก

คนที่	ความหนาของเปลือก (มิลลิเมตร)		ความแปรปรวน	
	แบบเจาะบง	แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	แบบเจาะบง	แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า
1	4.85	2.72	8.12	0.52
2	1.75	3.43	0.06	2.04
3	2.01	3.45	0.00	2.10
4	1.59	3.18	0.17	1.39
5	3.86	2.09	3.46	0.01
6	1.1	1.90	0.81	0.01
7	2.02	2.05	0.00	0.00
8	4.24	1.70	5.02	0.09
9	4.97	1.90	8.82	0.01
10	5.71	2.13	13.76	0.02
11	1.87	2.42	0.02	0.18
12	1.09	1.47	0.83	0.28
13	2.66	2.74	0.44	0.55
14	3.15	2.19	1.32	0.04
15	3.96	2.13	3.84	0.02
ความแปรปรวนเฉลี่ย			4.17	0.74



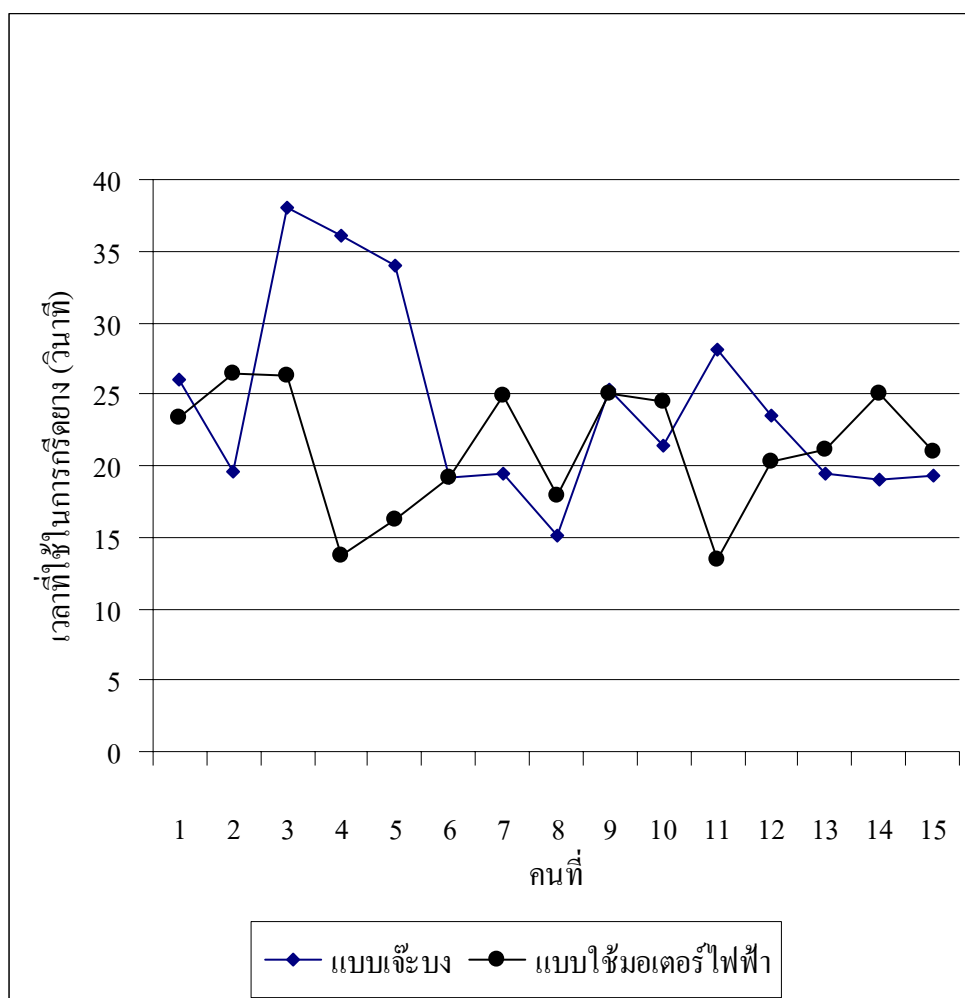
รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบความลื่นเปลือยเปลือก

จากผลการวิจัยพบว่าความลื่นเปลือยเปลือกยางเมื่อใช้มีดกรีดยางแบบเจาะบง กับมีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ามีความแตกต่างกัน ความลื่นเปลือยเปลือกยางนี้วัดความหนาเฉลี่ยของเปลือกที่ถูกกรีดออกไปเทียบกับความหนาที่ต้องการให้กรีด ตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยางคือ 2.00 มิลลิเมตร ในจำนวนผู้ทำการทดสอบทั้งหมด 15 คน จะมีผู้ทำการทดสอบจำนวน 9 คนหรือคิดเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผู้ทำการทดสอบ เมื่อใช้มีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแล้วมีความลื่นเปลือยเปลือกยางใกล้เคียง 2.00 มิลลิเมตร มากกว่าใช้มีดกรีดยางแบบเจาะบงและมีผู้ทำการทดสอบจำนวน 6 คน หรือคิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผู้ทำการทดสอบ เมื่อใช้มีดกรีดยางแบบเจาะบงแล้วมีความลื่นเปลือยเปลือกยางใกล้เคียง 2.00 มิลลิเมตร มากกว่าใช้มีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า จากค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของความลื่นเปลือยเปลือกยางพบว่า เมื่อใช้มีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมีดกรีดยางแบบเจาะบง จะมีค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของความลื่นเปลือยเปลือกยางเท่ากับ 0.74 และ 4.17 ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของความลื่นเปลือยเปลือกยาง เมื่อใช้มีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าน้อยกว่าค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของความลื่นเปลือยเปลือกยางเมื่อใช้มีดกรีดยางแบบเจาะบงเท่ากับ 3.43

### 4.3.3 เวลาที่ใช้ในการกรีดยางในแต่ละรอยกรีด

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการกรีดยาง

คนที่	เวลาที่ใช้ในการกรีดยาง (วินาที)	
	แบบเจาะบง	แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า
1	26.00	23.37
2	19.60	26.48
3	38.04	26.35
4	36.11	13.70
5	33.94	16.29
6	19.21	19.22
7	19.51	24.92
8	15.16	17.84
9	25.32	24.99
10	21.36	24.46
11	28.15	13.40
12	23.44	20.23
13	19.47	21.18
14	19.08	25.05
15	19.30	20.99
ค่าเฉลี่ย	24.25	21.23



รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการกรีดยาง

จากผลการวิจัย พบว่าเวลาที่ใช้ในการกรีดเมื่อใช้มีดกรีดยางแบบเงาะบงกับมีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ามีความแตกต่างกัน เวลาที่ใช้ในการกรีดนี้จะจับเวลาตั้งแต่เริ่มกรีดจนถึงสุดการกรีดในระยะทางเท่ากับ 231 มิลลิเมตร ในจำนวนผู้ทำการทดสอบทั้งหมด 15 คน จะมีผู้ทำการทดสอบจำนวน 7 คน หรือคิดเป็น 46.67 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผู้ทำการทดสอบ เมื่อใช้มีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแล้วใช้เวลาในการกรีดน้อยกว่าใช้มีดกรีดยางแบบเงาะบง และมีผู้ทำการทดสอบจำนวน 8 คนหรือคิดเป็น 53.33 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผู้ทำการทดสอบ เมื่อใช้มีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแล้วใช้เวลาในการกรีดมากกว่าใช้มีดกรีดยางแบบเงาะบง จากค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการกรีดพบว่าเมื่อใช้มีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมีดกรีดยางแบบเงาะบง มีค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการกรีดเท่ากับ 21.23 และ 24.25 ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าเวลาที่ใช้ในการกรีดเมื่อใช้มีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าน้อยกว่าเวลาที่ใช้ในการกรีดยางเมื่อใช้มีดกรีดยางแบบเงาะบงเท่ากับ 3.02 วินาที

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะอธิบายการสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ ที่ได้จากการดำเนินการวิจัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกได้แก่ส่วนสรุปผลการวิจัย เป็นการสรุปปัจจัยต่าง ๆ ที่เลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และส่วนที่ 2 ได้แก่ส่วนข้อเสนอแนะ ใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยต่อไป เพื่อปรับปรุง และพัฒนามีดกรีดยางพาราให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยทั้ง 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การดำเนินการวิจัยเพื่อหาummมมิด และummเอียงของใบมิดที่เหมาะสม ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการวิจัยเพื่อหาummเอียง จำนวนฟัน และอัตราป้อนต่อฟันของใบมิดที่เหมาะสม และขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมิดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมิดกรีดยางแบบเจ๊ะบง สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

##### 5.1.1 สรุปผลการวิจัยขั้นตอนที่ 1 การดำเนินการวิจัยเพื่อหาummมมิด และummเอียงของใบมิดที่เหมาะสม

- 1) ที่ummมมิด 45 องศา ใช้พลังงานจำเพาะน้อยที่สุดเท่ากับ 0.00202 จูลต่อตารางมิลลิเมตร
- 2) ที่ummเอียงใบมิด 45 องศา ใช้พลังงานจำเพาะน้อยที่สุดเท่ากับ 0.00202 จูลต่อตารางมิลลิเมตร

##### 5.1.2 สรุปผลการวิจัยขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการวิจัยเพื่อหาummเอียง จำนวนฟัน และอัตราป้อนต่อฟันของใบมิดที่เหมาะสม

- 1) ที่ummเอียงใบมิดบวก 45 องศา ใช้พลังงานจำเพาะน้อยที่สุดเท่ากับ 0.0115 จูลต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร
- 2) ที่จำนวนฟันใบมิด 4 ฟัน ใช้พลังงานจำเพาะน้อยที่สุดเท่ากับ 0.0115 จูลต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร
- 3) ที่อัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน ใช้พลังงานจำเพาะน้อยที่สุดเท่ากับ 0.0115 จูลต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร

### 5.1.3 สรุปผลการวิจัยขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมอเตอร์ยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมอเตอร์ยางแบบเจี๊บบง

- 1) คุณภาพงานกริด เมื่อใช้มอเตอร์ยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าดีกว่าคุณภาพงานกริดเมื่อใช้มอเตอร์ยางแบบเจี๊บบงเท่ากับ 8 เปอร์เซ็นต์
- 2) ความแปรปรวนเฉลี่ยของความสิ้นเปลืองเปลือกยางเมื่อใช้มอเตอร์ยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าน้อยกว่าความแปรปรวนเฉลี่ยของความสิ้นเปลืองเปลือกยางเมื่อใช้มอเตอร์ยางแบบเจี๊บบงเท่ากับ 3.43
- 3) เวลาที่ใช้ในการกริด เมื่อใช้มอเตอร์ยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าน้อยกว่าเวลาที่ใช้ในการกริดยาง เมื่อใช้มอเตอร์ยางแบบเจี๊บบงเท่ากับ 3.02 วินาที

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัยทั้ง 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมมิดและมุมเอียงของใบมิดที่เหมาะสม ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราป้อนต่อฟันของใบมิดที่เหมาะสม และขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมอเตอร์ยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมอเตอร์ยางแบบเจี๊บบง สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะได้ดังนี้

- ในการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 การดำเนินการวิจัยเพื่อหามุมมิด และมุมเอียงของใบมิดที่เหมาะสม มุมมิดที่เลือกใช้จะเริ่มตั้งแต่มุมมิด 30-75 องศา โดยเพิ่มครั้งละ 5 องศา และมุมเอียงใบมิดที่เลือกใช้จะเริ่มตั้งแต่มุมเอียง 0-45 องศา โดยเพิ่มครั้งละ 5 องศา มุมมิด และมุมเอียงใบมิดค่าอื่น ๆ น่าจะให้ค่าพลังงานจำเพาะที่แตกต่างจากการวิจัยในครั้งนี้
- ในการวัดค่ากำลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้าจากการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 เป็นการวัดทางอ้อม โดยวัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในขณะที่ตัดเปลือกยาง และไม่ทราบค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์ ทำให้ค่ากำลังงานที่มอเตอร์ใช้สูงกว่ากำลังงานที่ใช้ตัดเปลือกยางจริง ๆ ถ้าต้องการทราบค่ากำลังงานที่ใช้ตัดเปลือกยางจริง ๆ น่าจะใช้ Torque Transducer ขนาดเล็กต่อที่ปลายแกนมอเตอร์โดยตรง
- มอเตอร์ยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ มีน้ำหนัก 1.1 กิโลกรัมหนักกว่ามอเตอร์ยางแบบเจี๊บบง 3 เท่า ซึ่งน่าจะพัฒนาให้มีน้ำหนักเบา และมีขนาดกะทัดรัดกว่านี้ โดยเฉพาะตัวมอเตอร์ซึ่งมีน้ำหนัก 0.7 กิโลกรัม ถ้าสามารถออกแบบการส่งกำลังจากมอเตอร์ไปจับใบมิด จะทำให้สามารถลดน้ำหนักได้มากกว่า 63.64 เปอร์เซ็นต์ ตลอดจนถึงส่วนต่าง ๆ ที่ทำจากเหล็ก สามารถใช้วัสดุอย่างอื่นทดแทนได้

- ไบมัดที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ใช้ไบมัดที่ทำจากเหล็ก S45C ซึ่งมีความแข็งแรงสูง สามารถชุบแข็งได้ ทนต่อการสึกหรอ จึงสามารถใช้งานได้นาน แต่เนื่องจากใช้เหล็ก S45C ทำไบมัดทั้งใบ ทำให้มีต้นทุนสูง ถ้าสามารถออกแบบไบมัดที่มีความแข็งแรง ทนการสึกหรอเฉพาะบริเวณที่เป็นคมตัดเท่านั้น และสามารถเปลี่ยนคมตัดได้ เมื่อใช้งานไปเป็นระยะเวลาานาน ๆ จะทำให้สามารถลดต้นทุนในการทำไบมัดลงได้

## รายการอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร, ศูนย์วิจัยยาง. (2550). การผลิต การใช้ และการส่งออกยางธรรมชาติของประเทศต่าง ๆ [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.rubberthai.com/information/wichakan 50/02 pdf>
- กรมวิชาการเกษตร, ศูนย์วิจัยยาง. (2550). การผลิต และการใช้ยางของโลก [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.rubberthai.com/information/wichakan 50/01 pdf>
- กรมวิชาการเกษตร, ศูนย์วิจัยยาง. (2550). พื้นที่ปลูกยางพาราของประเทศ [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.rubberthai.com/information/wichakan 50/07 pdf>
- กรมวิชาการเกษตร, ศูนย์วิจัยยาง. (2550). เศรษฐกิจและการตลาดยางของไทย [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.rubberthai.com/information/wichakan 50/05 pdf>
- ดุสิต ชรรณแสง. (2545). การใช้ใบมีดตัดของกระบวนการการตัดแต่งสำหรับไม้ยางพาราแปรรูป วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นฤทธิ์ คชฤทธิ์. (ม.ป.ป.). ทฤษฎีการตัดปาดผิวโลหะ และการประยุกต์ใช้งาน. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม : ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปทุมธานี.
- ปัทมา ชนะสงคราม, ภัทราวุธ จิวตระกูล, โชดชัย อนนทชัย และ นุชนารถ กังพิศดาร. (2537). โครงสร้างของเปลือก และท่อน้ำยางของต้นยางหลังเปิดกรีดที่ได้รับปุ๋ยระดับต่าง ๆ [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.rubberthai.com/research/37/31.htm>.
- สมนึก วิสุทธิแพทย์. (2540). เทคโนโลยีเครื่องจักรกลงานไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. ศูนย์ผลิตตำราเรียน : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุพรรณันท์ วงษ์ศรีษะ และสมนึก วัฒนศรีกุล. (2548). การศึกษาสถานะภาพการใช้งานและการผลิต มีดกรีดยางพาราในเขตจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย. ในการประชุมสัมมนาทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 21 (น.67-76). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังสี. (2547). การผลิตยางธรรมชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักวิทยบริการ : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี.
- ศุภโชค วิริยโกศล. (2542). การตัดวัสดุ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ศรายุทธ กรุณามิตร. (2545). การพัฒนาเครื่องมือในการกรีดยางพารา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหิดล.



- อนุสรณ์ แรมที และเกษตร นานสนิท. (2544). **สำรวจการใช้เทคโนโลยีการกรีดยางในภาค  
ตะวันออกเฉียงเหนือ (ตอนล่าง) [ออนไลน์].** ได้จาก: <http://www.rubberthai.com/research/37/31.html>
- อำไพ เปี่ยมอรุณ. (2549). **การแปรรูปไม้. ชุดความรู้การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มศักยภาพการ  
แข่งขันของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไม้. ศูนย์บริหารจัดการเทคโนโลยี: สำนักงานพัฒนา  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.**
- Florent Eyma, Pierre-Jean Meausoone, and Patrick Martin. (2004). Strains and cutting forces involved in  
the solid wood rotating cutting process [ 6 paragraphs]. **Materials processing technology.**
- Sverker Persson. (1987). **Mechanics of cutting plant material (Vols.7).** ASAE Monograph  
Michigan: American society of agricultural engineers.

ภาคผนวก ก

การคำนวณหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลลาใบมีด

### ก.1 การคำนวณหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลลาไบมีด

$$\text{จากสมการ} \quad P = \frac{2\pi Tn}{60}$$

$$\text{เพราะฉะนั้น} \quad T = \frac{60P}{2\pi n} = \frac{(60)(15.92w)}{(2)(\pi)(150rpm)} = 1.0134Nm$$

หมายเหตุ จากการทดลองในขั้นตอนที่ 2 ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ที่ 137.5 รอบต่อนาทีแต่ในการทดลองในขั้นตอนที่ 3 เลือกใช้มอเตอร์ที่ความเร็วรอบคงที่โดยไม่ต้องใช้เครื่องควบคุมความเร็วรอบที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที

$$\text{จากสมการ} \quad T = Rxr$$

$$\text{เพราะฉะนั้น} \quad R = \frac{T}{r}$$

ไบมีดที่ใช้ในการทดลองขั้นตอนที่ 2 มีรัศมี ( $r$ ) = 0.0375 m

$$\text{แทนค่า} \quad R = \frac{1.0134Nm}{0.0375m} = 27.0240N$$

แต่ไบมีดที่ใช้ในการทดลองในขั้นตอนที่ 3 มีรัศมี ( $r$ ) = 0.0250 m

$$T = (27.0240N)(0.0250m) = 0.6756Nm$$

จากสมการ 2.1 และ 2.2

$$F_c = R \cos \theta = (27.0240N)(\cos 45) = 19.1089N$$

$$F_f = R \sin \theta = (27.0240N)(\sin 45) = 19.1089N$$

ดังนั้น โมเมนต์คัตของเพลลาไบมีด

$$\text{โมเมนต์คัตสูงสุด} \quad M_{\max} = (19.1089N)(0.005m) = 0.0955Nm$$

$$\text{โมเมนต์คัตต่ำสุดของเพลลาไบมีด} = 0 Nm$$

โมเมนต์คัตส่วนเปลี่ยน

$$M_a = \frac{M_{\max} - M_{\min}}{2} = \frac{0.0955Nm - 0Nm}{2} = 0.0478Nm$$

โมเมนต์คัตเฉลี่ย

$$M_m = \frac{M_{\max} + M_{\min}}{2} = \frac{0.0955Nm + 0Nm}{2} = 0.0478Nm$$

จากสมการความเค้นคัต

ความเค้นคัตส่วนเปลี่ยน

$$\sigma_a = \frac{M_a c}{I} = \frac{64M_a}{\pi d^3} = \frac{(64)(0.0478Nm)}{(\pi)(d^3)} = \frac{0.9738Nm}{d^3}$$

ความเค้นดัดเฉลี่ย

$$\sigma_m = \frac{M_m c}{I} = \frac{64M_m}{\pi d^3} = \frac{(64)(0.0478Nm)}{(\pi)(d^3)} = \frac{0.9738Nm}{d^3}$$

โมเมนต์บิดของเพลลาไบมิด

โมเมนต์ส่วนเปลี่ยน

$$T_a = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{2} = \frac{0.6756Nm - 0Nm}{2} = 0.3378Nm$$

โมเมนต์เฉลี่ย

$$T_m = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} = \frac{0.675Nm + 0Nm}{2} = 0.3378Nm$$

ความเค้นเฉือน

ความเค้นเฉือนส่วนเปลี่ยน

$$\tau_a = \frac{T_a r}{J} = \frac{32T_a}{\pi d^3} = \frac{(32)(0.3378Nm)}{(\pi)(d^3)} = 1.7204Nm$$

ความเค้นเฉือนเฉลี่ย

$$\tau_m = \frac{T_m r}{J} = \frac{32T_m}{\pi d^3} = \frac{(32)(0.3378Nm)}{(\pi)(d^3)} = 1.7204Nm$$

วัสดุที่ใช้ทำเพลลาไบมิด ใช้เหล็กเพลลาขาว ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

$$\sigma_U = 402.21MN/m^2$$

$$\sigma_Y = 245.25MN/m^2$$

$$\text{ให้ } \sigma'_n = 0.5\sigma_U = (0.5)(402.21MN/m^2) = 201.11MN/m^2$$

ค่าความต้านแรงทนทานเนื่องจากโมเมนต์ดัด

$$\text{เลือกใช้ค่าตัวประกอบผิว } K_a = 0.85$$

$$\text{เลือกใช้ค่าตัวประกอบของขนาด } K_b = 1$$

$$\text{เลือกใช้ค่าตัวประกอบของแรง } K_c = 1$$

$$\text{เพราะฉะนั้น } \sigma_n = (0.85)(1)(1)(201.11MN/m^2) = 170.94MN/m^2$$

ค่าความต้านแรงทนทานเนื่องจากโมเมนต์บิด

$$\text{เลือกใช้ค่าตัวประกอบผิว } K_a = 0.85$$

$$\text{เลือกใช้ค่าตัวประกอบของขนาด } K_b = 1$$

$$\text{เลือกใช้ค่าตัวประกอบของแรง } K_c = 0.6$$

$$\text{เพราะฉะนั้น } \sigma_n = (0.85)(1)(0.6)(201.11MN/m^2) = 102.57MN/m^2$$

$$\tau_Y = 0.5\sigma_Y = (0.5)(245.25MN/m^2) = 122.62MN/m^2$$

จากสมการ

$$\frac{1}{N} = \left[ \left( \frac{\sigma_m}{\sigma_Y} + K_f \frac{\sigma_a}{\sigma_n} \right)^2 + \left( \frac{\tau_m}{\tau_Y} + K_{fs} \frac{\tau_a}{\tau_n} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{3} = \left[ \left( \frac{0.9738}{(245.25 \times 10^6)(d^3)} + (1) \frac{0.9738}{(170.94 \times 10^6)(d^3)} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$+ \left[ \left( \frac{1.7204}{(122.2 \times 10^6)(d^3)} + (1) \frac{1.7204}{(102.57 \times 10^6)(d^3)} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{3} = \left[ \frac{9.3456 \times 10^{-17}}{d^3} + \frac{9.4882 \times 10^{-16}}{d^3} \right]^{\frac{1}{2}}$$

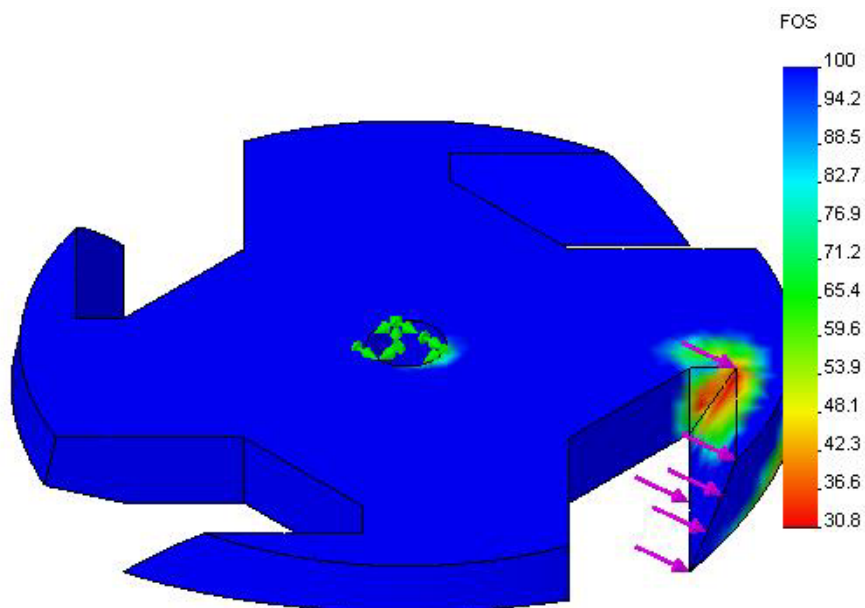
$$\frac{1}{3} = \frac{3.2284 \times 10^{-8}}{d^3}$$

$$d^3 = 9.853 \times 10^{-8}$$

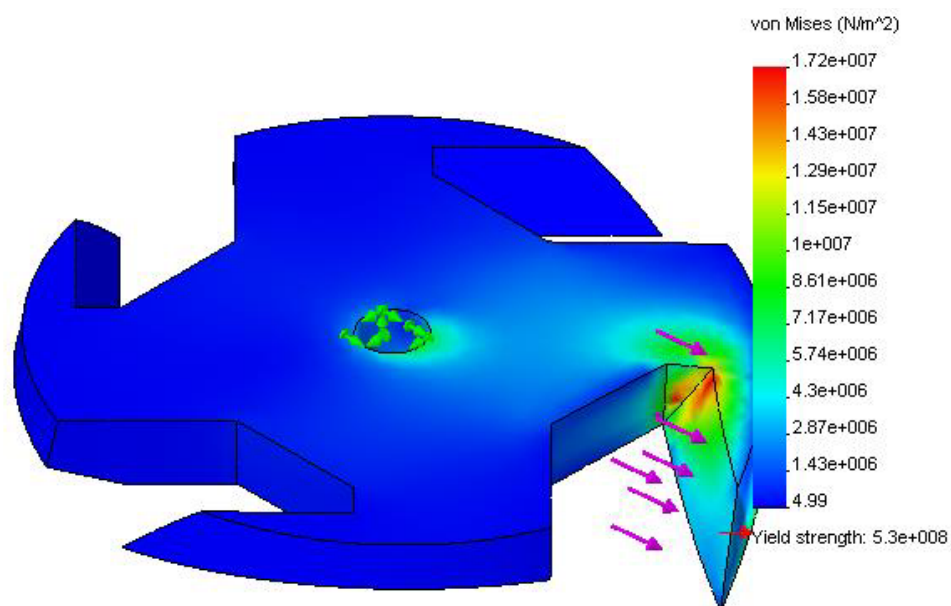
$$d = 0.0045924m = 4.5924mm$$

เลือกใช้เพลานีโอมิตขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร

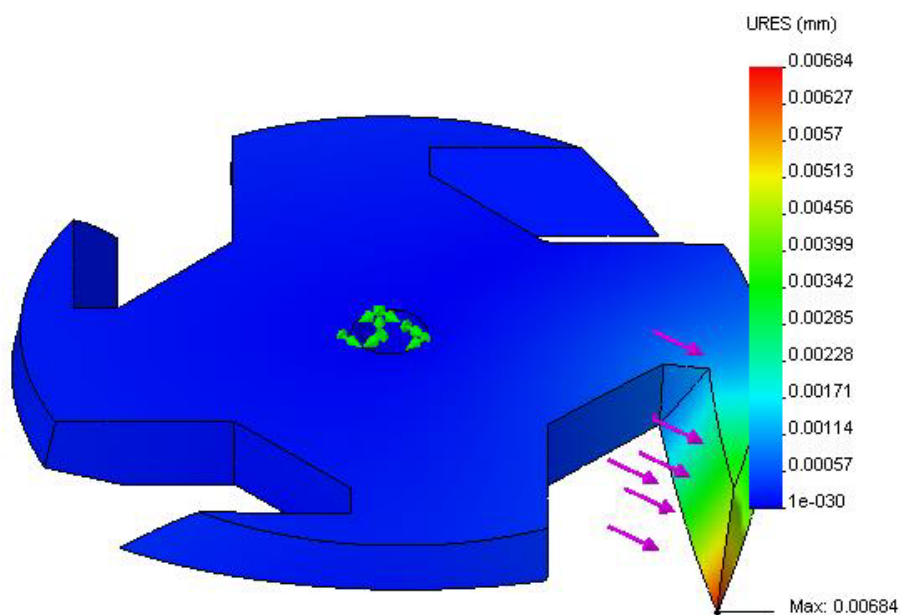
## ก.2 การคำนวณทางด้านกลศาสตร์ของใบมีด



รูปที่ ก.1 แสดงค่าความปลอดภัยของใบมีด

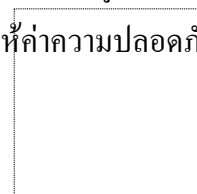


รูปที่ ก.2 แสดงค่าความเค้นของไบบิด



รูปที่ ก.3 แสดงค่าระยะการเคลื่อนตัวของไบบิด

เนื่องจากรูปร่างลักษณะของไบบิดมีความซับซ้อน จึงต้องใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการคำนวณทางด้านกลศาสตร์ต่าง ๆ แทน จากผลการคำนวณด้วยโปรแกรม จะให้ค่าความปลอดภัยของ



ไบมัดเท่ากับ 30.8 ค่าความเค้นสูงสุดของไบมัดเท่ากับ  $17.2 \text{ MN/m}^2$  และค่าระยะการเคลื่อนตัวของไบมัดที่ตำแหน่งปลายมัดเท่ากับ 0.0084 มิลลิเมตร สาเหตุที่ทำให้มีค่าความปลอดภัย และค่าความเค้นของไบมัดสูง เนื่องจากในการใช้งานจริงจะต้องตัดเปลือกยางที่ความหนาครั้งละ 1.7-2.0 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่านี้น้อยมาก เพราะฉะนั้นปลายไบมัดจะต้องมีระยะการเคลื่อนตัวน้อย มิฉะนั้นแล้วจะทำให้ความหนาในการตัดเปลือกยางในแต่ละครั้งไม่ได้ตามที่ต้องการ

ภาคผนวก ข

ตารางผลการดำเนินการวิจัย



ข.1 พลังงานจำเพาะจากการทดลองขั้นตอนที่ 1 พลังงานจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง

ตารางที่ ข.1 แสดงพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง

มุมมีด (องศา)	มุมเอียงใบมีด (องศา)	พลังงานจำเพาะ (จุลต่อตารางมิลลิเมตร)				
		ซ้้าที่ 1	ซ้้าที่ 2	ซ้้าที่ 3	ซ้้าที่ 4	เฉลี่ย
30	0	0.00380	0.00286	0.00282	0.00225	0.00293
	5	0.00350	0.00273	0.00297	0.00273	0.00298
	10	0.00340	0.00317	0.00473	0.00354	0.00371
	15	0.00331	0.00246	0.00339	0.00243	0.00290
	20	0.00358	0.00243	0.00396	0.00363	0.00340
	25	0.00308	0.00209	0.00242	0.00394	0.00288
	30	0.00258	0.00307	0.00333	0.00383	0.00320
	35	0.00324	0.00360	0.00437	0.00422	0.00386
	40	0.00322	0.00331	0.00285	0.00353	0.00323
	45	0.00271	0.00227	0.00240	0.00274	0.00253
35	0	0.00183	0.00196	0.00391	0.00238	0.00252
	5	0.00205	0.00280	0.00354	0.00275	0.00279
	10	0.00191	0.00280	0.00332	0.00340	0.00286
	15	0.00224	0.00339	0.00304	0.00240	0.00277
	20	0.00298	0.00224	0.00271	0.00382	0.00294
	25	0.00192	0.00217	0.00283	0.00370	0.00266
	30	0.00271	0.00195	0.00337	0.00365	0.00292
	35	0.00210	0.00211	0.00262	0.00433	0.00279
	40	0.00214	0.00224	0.00194	0.00353	0.00246
	45	0.00178	0.00320	0.00251	0.00265	0.00254

ตารางที่ ข.1 แสดงพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง (ต่อ)

มมมิด (องศา)	มมมเอียงใบมิด (องศา)	พลังงานจำเพาะ (จุดต่อตารางมิลลิเมตร)				
		ซ้้าที่ 1	ซ้้าที่ 2	ซ้้าที่ 3	ซ้้าที่ 4	เฉลี่ย
40	0	0.00206	0.00214	0.00311	0.00228	0.00240
	5	0.00149	0.00194	0.00291	0.00275	0.00227
	10	0.00205	0.00293	0.00288	0.00256	0.00261
	15	0.00169	0.00228	0.00212	0.00393	0.00251
	20	0.00184	0.00275	0.00230	0.00265	0.00238
	25	0.00187	0.00231	0.00299	0.00374	0.00273
	30	0.00174	0.00214	0.00430	0.00304	0.00280
	35	0.00205	0.00224	0.00298	0.00335	0.00265
	40	0.00183	0.00244	0.00249	0.00319	0.00249
	45	0.00180	0.00269	0.00185	0.00190	0.00206
45	0	0.00276	0.00196	0.00149	0.00244	0.00217
	5	0.00275	0.00188	0.00228	0.00197	0.00222
	10	0.00214	0.00199	0.00181	0.00233	0.00207
	15	0.00207	0.00261	0.00189	0.00185	0.00210
	20	0.00217	0.00324	0.00194	0.00361	0.00274
	25	0.00205	0.00192	0.00183	0.00266	0.00212
	30	0.00190	0.00251	0.00174	0.00252	0.00217
	35	0.00235	0.00281	0.00196	0.00252	0.00241
	40	0.00178	0.00247	0.00186	0.00207	0.00204
	45	0.00187	0.00239	0.00187	0.00197	0.00202
50	0	0.00192	0.00194	0.00289	0.00279	0.00239
	5	0.00322	0.00207	0.00318	0.00315	0.00290
	10	0.00382	0.00270	0.00285	0.00237	0.00294
	15	0.00358	0.00252	0.00297	0.00192	0.00275

ตารางที่ ข.1 แสดงพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง (ต่อ)

มูมมีด (องศา)	มูมเอียงไป มีด(องศา)	พลังงานจำเพาะ (จุดต่อตารางมิลลิเมตร)				
		ซ้้าที่ 1	ซ้้าที่ 2	ซ้้าที่ 3	ซ้้าที่ 4	เฉลี่ย
50	20	0.00327	0.00226	0.00301	0.00280	0.00283
	25	0.00298	0.00253	0.00284	0.00347	0.00295
	30	0.00316	0.00322	0.00272	0.00344	0.00314
	35	0.00274	0.00290	0.00307	0.00341	0.00303
	40	0.00252	0.00291	0.00293	0.00341	0.00294
	45	0.00268	0.00268	0.00226	0.00301	0.00266
55	0	0.00178	0.00265	0.00226	0.00216	0.00221
	5	0.00224	0.00249	0.00309	0.00181	0.00241
	10	0.00232	0.00264	0.00375	0.00201	0.00268
	15	0.00267	0.00284	0.00256	0.00168	0.00244
	20	0.00248	0.00281	0.00271	0.00224	0.00256
	25	0.00235	0.00233	0.00230	0.00265	0.00241
	30	0.00211	0.00260	0.00219	0.00265	0.00239
	35	0.00225	0.00294	0.00378	0.00295	0.00298
	40	0.00193	0.00235	0.00255	0.00215	0.00225
	45	0.00273	0.00259	0.00244	0.00196	0.00243
60	0	0.00196	0.00216	0.00255	0.00213	0.00220
	5	0.00333	0.00224	0.00282	0.00186	0.00256
	10	0.00307	0.00244	0.00222	0.00167	0.00235
	15	0.00306	0.00267	0.00261	0.00218	0.00263
	20	0.00280	0.00332	0.00209	0.00204	0.00256
	25	0.00287	0.00251	0.00346	0.00233	0.00279
	30	0.00269	0.00296	0.00208	0.00230	0.00251
	35	0.00269	0.00347	0.00186	0.00197	0.00250

ตารางที่ ข.1 แสดงพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง (ต่อ)

มมมิด (องศา)	มมมิด (องศา)	พลังงานจำเพาะ (จุดต่อตารางมิลลิเมตร)				
		ซ้ที่ 1	ซ้ที่ 2	ซ้ที่ 3	ซ้ที่ 4	เฉลี่ย
60	40	0.00344	0.00328	0.00231	0.00246	0.00287
	45	0.00267	0.00260	0.00219	0.00202	0.00237
65	0	0.00260	0.00265	0.00283	0.00227	0.00259
	5	0.00361	0.00329	0.00330	0.00245	0.00316
	10	0.00335	0.00299	0.00298	0.00215	0.00287
	15	0.00321	0.00284	0.00268	0.00219	0.00273
	20	0.00415	0.00306	0.00266	0.00260	0.00312
	25	0.00276	0.00288	0.00296	0.00234	0.00274
	30	0.00306	0.00302	0.00261	0.00220	0.00272
	35	0.00241	0.00400	0.00386	0.00239	0.00317
	40	0.00202	0.00403	0.00204	0.00264	0.00268
	45	0.00261	0.00268	0.00212	0.00385	0.00282
70	0	0.00193	0.00291	0.00293	0.00304	0.00270
	5	0.00409	0.00299	0.00270	0.00306	0.00321
	10	0.00358	0.00298	0.00247	0.00324	0.00307
	15	0.00405	0.00352	0.00286	0.00298	0.00335
	20	0.00360	0.00368	0.00246	0.00289	0.00316
	25	0.00438	0.00443	0.00261	0.00362	0.00376
	30	0.00387	0.00508	0.00224	0.00489	0.00402
	35	0.00302	0.00414	0.00302	0.00324	0.00336
	40	0.00314	0.00431	0.00339	0.00308	0.00348
	45	0.00349	0.00336	0.00276	0.00321	0.00320

ตารางที่ ข.1 แสดงพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการตัดเปลือกยาง (ต่อ)

มมมิด (องศา)	มมมเอียงไป มิด(องศา)	พลังงานจำเพาะ (จุดต่อตารางมิลลิเมตร)				
		ซ้าที่ 1	ซ้าที่ 2	ซ้าที่ 3	ซ้าที่ 4	เฉลี่ย
75	0	0.00434	0.00353	0.00427	0.00374	0.00397
	5	0.00487	0.00389	0.00323	0.00385	0.00396
	10	0.00415	0.00391	0.00284	0.00370	0.00365
	15	0.00393	0.00398	0.00347	0.00553	0.00423
	20	0.00305	0.00360	0.00369	0.00526	0.00390
	25	0.00425	0.00379	0.00358	0.00411	0.00393
	30	0.00502	0.00407	0.00443	0.00430	0.00446
	35	0.00441	0.00402	0.00355	0.00521	0.00430
	40	0.00409	0.00439	0.00336	0.00454	0.00409
	45	0.00380	0.00499	0.00269	0.00560	0.00427

**ข.2 พลังงานจำเพาะจากการทดลองชั้นตอนที่ 2 พลังงานจำเพาะที่มุมเอียง จำนวนฟันและอัตรา  
การป้อนต่อฟันของใบมีดต่างกัน**

ตารางที่ ข.2 แสดงพลังงานจำเพาะที่มุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราการป้อนต่อฟันของใบมีดต่างกัน

รหัสการ ทดลอง	พลังงานจำเพาะ (จุดต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร)				
	ซ้าที่ 1	ซ้าที่ 2	ซ้าที่ 3	ซ้าที่ 4	เฉลี่ย
WII1T1F1	0.0218	0.0218	0.0154	0.0170	0.0190
WII1T1F2	0.0158	0.0195	0.0141	0.0170	0.0166
WII1T1F3	0.0102	0.0163	0.0117	0.0146	0.0132
WII1T2F1	0.0123	0.0136	0.0117	0.0135	0.0128
WII1T2F2	0.0112	0.0138	0.0132	0.0133	0.0129
WII1T2F3	0.0079	0.0131	0.0115	0.0134	0.0115
WII1T3F1	0.0191	0.0116	0.0135	0.0128	0.0142
WII1T3F2	0.0131	0.0118	0.0164	0.0157	0.0143

ตารางที่ ข.2 แสดงพลังงานจำเพาะที่มุมเอียง จำนวนฟัน และอัตราป้อนต่อฟันของใบมีดต่างกัน (ต่อ)

รหัสการทดลอง	พลังงานจำเพาะ (จุดต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร)				
	ซ้้าที่ 1	ซ้้าที่ 2	ซ้้าที่ 3	ซ้้าที่ 4	เฉลี่ย
W1I1T3F3	0.0116	0.0128	0.0110	0.0143	0.0124
W1I2T1F1	0.0354	0.0204	0.0199	0.0160	0.0229
W1I2T1F2	0.0336	0.0336	0.0278	0.0267	0.0304
W1I2T1F3	0.0173	0.01650	0.0196	0.0172	0.0177
W1I2T2F1	0.0356	0.0222	0.0343	0.0194	0.0279
W1I2T2F2	0.0168	0.0194	0.0182	0.0184	0.0182
W1I2T2F3	0.0160	0.0208	0.0165	0.0156	0.0172
W1I2T3F1	0.0193	0.0203	0.0260	0.0196	0.0213
W1I2T3F2	0.0174	0.0190	0.0188	0.0168	0.0180
W1I2T3F3	0.0195	0.0192	0.0193	0.0216	0.0200

หมายเหตุ: W1 = มุมมีดบวก 45 องศา  
 I1 = มุมเอียงใบมีดบวก 45 องศา  
 I2 = มุมเอียงใบมีดลบ 45 องศา  
 T1 = จำนวนฟันใบมีด 2 ฟัน  
 T2 = จำนวนฟันใบมีด 4 ฟัน  
 T3 = จำนวนฟันใบมีด 6 ฟัน  
 F1 = อัตราป้อน 1 มิลลิเมตรต่อฟัน  
 F2 = อัตราป้อน 2 มิลลิเมตรต่อฟัน  
 F3 = อัตราป้อน 3 มิลลิเมตรต่อฟัน

ข.3 พลังงานจำเพาะจากการทดลองขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมีดกรีดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากับมีดกรีดยางแบบเจี๊ยะบง

ตารางที่ ข.3 เปรียบเทียบความสิ้นเปลืองเปลือก

คนที่	ความหนาของเปลือก (มิลลิเมตร)												
	แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า						แบบเจี๊ยะบง						
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5	เฉลี่ย	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5	เฉลี่ย	
1	3.00	3.01	2.92	2.02	2.63	2.72	6.82	3.00	2.30	5.21	6.94	4.85	
2	1.95	2.94	4.05	5.64	2.57	3.43	1.97	1.26	1.28	1.95	2.32	1.75	
3	4.22	2.97	2.63	5.75	1.67	3.45	2.05	2.01	2.28	1.44	2.28	2.01	
4	2.77	3.63	2.90	3.57	3.05	3.18	0.98	2.20	1.58	1.75	1.44	1.59	
5	2.19	1.96	1.77	2.16	2.37	2.09	6.22	3.88	3.31	2.65	3.22	3.86	
6	2.77	3.63	2.90	3.57	3.05	3.18	0.98	2.20	1.58	1.75	1.44	1.59	
7	1.87	2.78	1.79	2.44	1.35	2.05	2.94	1.36	1.14	2.89	1.75	2.02	
8	0.98	1.26	1.18	3.25	1.83	1.70	2.18	5.44	4.69	5.13	3.78	4.24	
9	0.98	1.26	1.18	3.25	1.83	1.70	2.18	5.44	4.69	5.13	3.78	4.24	
10	2.38	1.95	2.46	2.02	1.84	2.13	3.92	3.97	6.26	6.29	8.13	5.71	
11	2.17	2.50	2.92	2.27	2.25	2.42	0.44	3.74	2.12	2.03	1.01	1.87	
12	4.12	0.95	0.73	0.89	0.65	1.47	1.01	0.74	0.97	1.08	1.66	1.09	
13	3.41	2.73	2.58	2.70	2.31	2.74	2.10	3.60	2.23	1.80	3.56	2.66	
14	2.52	2.04	1.89	2.90	1.62	2.19	2.54	4.00	3.31	3.56	2.34	3.15	
15	1.96	1.65	1.84	3.01	2.20	2.13	4.18	2.97	3.52	4.67	4.43	3.96	
ความหนาของเปลือกเฉลี่ย						2.37	ความหนาของเปลือกเฉลี่ย						2.99

ตารางที่ ข.4 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการกรีดยาง

คนที่	เวลาที่ใช้ในการกรีดยาง (วินาที)												
	แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า						แบบเจาะบง						
	ซ้ที่1	ซ้ที่2	ซ้ที่3	ซ้ที่4	ซ้ที่5	เฉลี่ย	ซ้ที่1	ซ้ที่2	ซ้ที่3	ซ้ที่4	ซ้ที่5	เฉลี่ย	
1	27.06	26.21	22.93	19.60	21.06	23.37	25.57	23.73	23.43	18.42	40.85	26.00	
2	34.19	25.90	22.97	27.52	21.80	26.48	22.24	23.56	15.65	20.14	16.40	19.60	
3	25.02	29.40	26.07	28.76	22.79	26.35	32.71	44.76	31.12	46.64	34.99	38.04	
4	18.39	21.84	19.28	21.70	14.81	19.22	53.59	31.10	25.87	34.37	35.10	36.11	
5	22.13	11.19	12.16	12.28	13.38	16.29	29.56	39.90	26.18	36.65	37.51	33.94	
6	14.53	14.73	13.43	13.51	12.30	13.70	22.69	16.39	19.25	18.00	19.74	19.21	
7	28.37	23.30	23.97	23.63	25.31	24.92	18.63	14.53	19.41	24.71	20.27	19.51	
8	15.29	17.27	17.17	18.82	20.67	17.84	11.74	18.80	13.01	15.41	16.83	15.16	
9	23.65	28.33	24.22	27.33	21.40	24.99	31.97	25.63	20.26	22.30	26.37	25.32	
10	30.51	19.04	16.73	24.07	31.96	24.46	24.50	20.23	17.59	22.08	22.42	21.36	
11	13.74	13.77	12.89	15.43	13.16	13.40	24.40	27.93	36.62	21.87	29.73	28.15	
12	15.10	21.06	20.51	24.95	19.53	20.23	48.87	15.02	16.02	15.77	21.53	23.44	
13	21.65	25.63	20.57	20.75	17.32	21.18	21.29	21.82	21.36	17.69	15.19	19.47	
14	27.13	23.43	25.57	23.89	25.25	25.05	14.09	29.74	19.93	18.09	13.54	19.08	
15	20.37	20.83	21.59	20.51	21.64	20.99	26.91	19.67	15.33	18.54	16.04	19.30	
เวลาที่ใช้ในการกรีดยางเฉลี่ย						21.23	เวลาที่ใช้ในการกรีดยางเฉลี่ย						24.25



ภาคผนวก ค

บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

## รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

ขงยุทธ์ เสียงดั่ง และ กนต์ธร ชานีประศาสน์. (2551). การศึกษามุมไบเมื่อดของเครื่องต้นแบบกริดยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22. 15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22  
15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

## การศึกษามุมใบมีดของเครื่องต้นแบบกรีดยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า Study of the Pararubber Tapping Knife Angle by Using Electrical Motor

ยงยุทธ เลียงดั่ง และ กนต์ธร ชำนิประศาสน์

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

โทร 0-44224410 โทรสาร 0-44224613 E-mail : yongyuth@rmuti.ac.th

### บทคัดย่อ

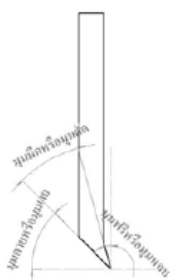
ใบมีด เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการตัด ทั้งนี้เพราะการตัดจะใช้พลังมากหรือน้อยขึ้นมมุมมีดทั้ง 4 มุม คือ มุมคายหรือมุมเงย มุมมีดหรือมุมตัด มุมพรีหรือมุมหลบและมุมตัดเฉียงหรือมุมเอียง จากการทดลองที่มุมมีด 10 มุม มุมเอียง 10 มุม มุมหลบคดที่ 15 องศา พบว่า ที่มุมมีด 45 องศา มุมเอียง 45 องศา ใช้พลังงานจำเพาะในการตัดเปลือกยางพาราณ้อยที่สุด เท่ากับ 0.00202 จูล/ตารางมิลลิเมตร

### 1. บทนำ

การตัด หมายถึง การใช้ใบมีดที่มีความแข็งสูงกดลงบนชิ้นงานที่มีความแข็งน้อยกว่า เนื้อชิ้นงานจะเกิดสนามความเค้น เมื่อกดคมมีดผ่านเนื้อชิ้นงาน ค่าความเค้นในระนาบหนึ่งบนเนื้อชิ้นงาน จะสูงเท่ากับหรือมากกว่าความต้านทานการเฉือนของเนื้อวัสดุชิ้นงาน เป็นผลให้เกิดการเฉือนของเนื้อชิ้นงาน ชิ้นงานจึงแยกออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือชิ้นส่วนที่จะนำเอาไปใช้งาน ส่วนที่สองคือ ส่วนที่แยกออกมา มีลักษณะเป็นเส้นยาว ๆ หรือเป็นท่อนสั้น ๆ เรียกว่า ผอย [2]

#### 1.1 ผลจากมุมของใบมีด

มุมของใบมีดโดยพื้นฐานแล้ว จะมีมุมที่สำคัญต่อการตัดอยู่ 4 มุมด้วยกันคือ มุมคายหรือมุมเงย มุมมีดหรือมุมตัด มุมพรีหรือมุมหลบ และมุมตัดเฉียงหรือมุมเอียง ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงมุมมีดที่ใช้ในการทดลอง

ซึ่งมุมแต่ละมุมดังกล่าวนี้ ถ้ามีค่าเปลี่ยนแปลงไปแล้วจะมีผลที่แตกต่างกันออกไปดังนี้ [1]

1) มุมคายหรือมุมเงย (Rake Angle) คือมุมที่เกิดขึ้นระหว่างผิวหน้าของใบมีดกับแนวเส้นตั้งฉากของทิศทางเคลื่อนที่ของใบมีด มีผลกระทบต่อตรงกับแรงที่ใช้ อย่างไรก็ตามถ้ามีค่ามากขึ้นแรงที่ใช้ก็จะน้อยลง

2) มุมมีดหรือมุมตัด (Wedge Angle) เป็นมุมระหว่างผิวด้านหน้าและหลังของคมมีด ถ้ามุมมีดมีค่ายิ่งมาก แรงที่ใช้ในการตัดก็จะมากขึ้น ใบมีดก็ยิ่งทื่อหรือสึก แรงที่ใช้ก็ยิ่งมากขึ้น เพราะค่าของ Rake Angle จะน้อยลง จนถึงอาจจะติดลบได้

3) มุมพรีหรือมุมหลบ (Clearance Angle) ไม่มีผลกระทบต่อแรงที่ใช้ในการตัด ปกติจะมีค่า 15 องศา ในขณะที่มุมนี้จะลดลงน้อยกว่า 15 องศา กำลังที่ใช้ในการตัดของใบมีดจะสูงขึ้นเป็นลำดับ ใบมีดที่ที่ค่า Clearance Angle ก็ยิ่งลดลง จนอาจมีค่าเป็นลบได้ แรงที่ใช้ในการตัดจะยิ่งสูงขึ้น และคุณภาพของผิวงานที่ได้จะเป็นตำหนิ ในทำนองเดียวกัน หาก Clearance Angle มีค่าสูงและ Rake Angle มีค่าคงตัวแล้ว ใบมีดจะมีลักษณะบอบบาง เป็นผลให้มีการสึกของใบมีดเร็วขึ้น ทำให้ต้องใช้แรงในการตัดสูงขึ้น

4) มุมตัดเฉียงหรือมุมเอียง (Inclination Angle) เป็นมุมที่บ่งบอกถึงแรงที่ใช้ในการตัดชิ้นงาน กล่าวคือใบมีดที่มีมุมตัดเฉียงแรงที่ใช้ในการตัดจะสม่ำเสมอ ทำให้มีการสิ้นเปลืองที่น้อย

### 2. วิธีการศึกษา

#### 2.1 ตัวแปรที่ทำการศึกษา

2.1.1 มุมมีดของใบมีด ๆ ที่ทำการศึกษา คือ 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 และ 75 องศา

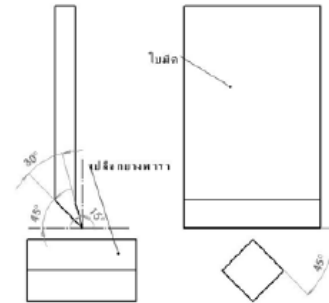
2.1.2 มุมเอียงของใบมีด ๆ ที่ทำการศึกษา คือ 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 องศา

#### 2.2 ค่าชี้ผล

##### 2.2.1 พลังงานจำเพาะ

- 2.3 วัสดุและอุปกรณ์ในการศึกษา
  - 2.3.1 เครื่องทดสอบแรงดึง (UTM)
  - 2.3.2 ไม้มีดที่มีมุมมีดต่าง ๆ 10 อัน
  - 2.3.3 ปากกาจับไม้มีด
  - 2.3.4 ปากกาจับเปลี่ยนยางพารา
  - 2.3.5 เวอร์เนียร์คาลิเปอร์แบบดิจิตอล

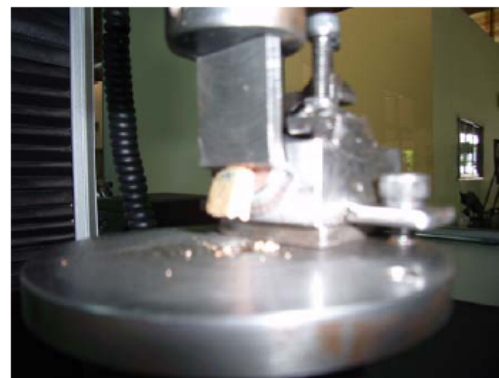
- 2.4 ขั้นตอนการศึกษา
  - 2.4.1 นำเปลี่ยนยางพาราและไม้มีดไปติดตั้งกับเครื่องทดสอบแรงดึง



รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างการทดลองที่มุมมีดของไม้มีด 30 องศา มุมเอียงของไม้มีด 45 องศา

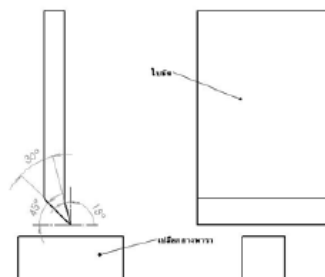


รูปที่ 2 แสดงการติดตั้งเปลี่ยนยางพาราและไม้มีดกับเครื่องทดสอบแรงดึง



รูปที่ 5 แสดงการทดสอบการตัด

- 2.4.2 ทำการทดสอบการตัดที่มุมมีดค่าต่าง ๆ ที่ความเร็วในการเคลื่อนของไม้มีด 25 มิลลิเมตรต่อนาที



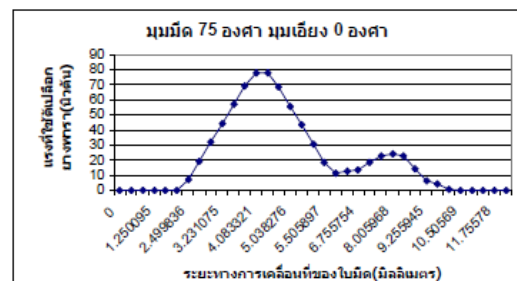
รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างการทดลองที่มุมมีดของไม้มีด 30 องศา มุมเอียงของไม้มีด 0 องศา

- 2.4.3 ทำการทดสอบการตัดที่มุมเอียงค่าต่าง ๆ ที่ความเร็วในการเคลื่อนของไม้มีด 25 มิลลิเมตรต่อนาที

- 2.4.4 นำค่าแรงตัดและระยะทางการเคลื่อนที่ของไม้มีดไปเขียนกราฟ เพื่อหาพลังงานในการตัดจากพื้นที่ใต้กราฟ

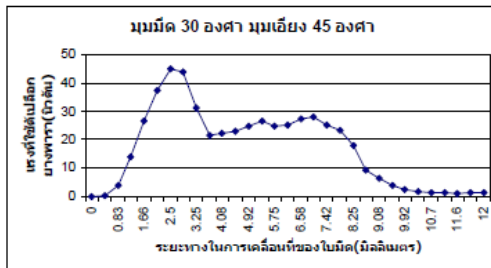
- 2.4.5 คำนวณหาพลังงานจำเพาะ

3. ผลและการวิจารณ์



รูปที่ 6 กราฟแสดงแรงและระยะทางการเคลื่อนที่ของไม้มีดที่มุมมีด 75 องศาและมุมเอียง 0 องศา

จากกราฟผลการทดสอบที่มุมมิต 75 องศาและมุมเอียง 0 องศา จะเห็นว่าในช่วงแรกใบมิตจะเคลื่อนตัดอากาศเป็นระยะ 2.5 มิลลิเมตร จากนั้นจึงเริ่มสัมผัสด้านบนของเปลือกยาง แรงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วไปที่ 78 นิวตันในขณะที่ใบมิตเคลื่อนที่ไปได้อีก 2.5 มิลลิเมตร หลังจากนั้นแรงจะลดลงเหลือ 11 นิวตัน หลังจากนั้นแรงจะเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ดังรูปที่ 6 ที่เป็นเช่นนี้เพราะคมมีดไม่ได้ตัดลงไปชิ้นงาน เพียงแต่ดันชิ้นงานให้หัก หลังจากนั้นใบมิตจะเคลื่อนลงไปดันชิ้นงานที่เหลือให้ขาดจากกัน



รูปที่ 7 กราฟแสดงแรงและระยะทางการเคลื่อนของใบมิตที่มุมมิต 30 องศาและมุมเอียง 45 องศา

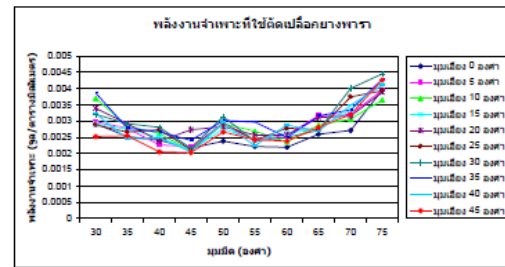
จากกราฟผลการทดสอบที่มุมมิต 30 องศาและมุมเอียง 45 องศา จะเห็นว่าในช่วงแรกใบมิตจะเคลื่อนตัดอากาศน้อยกว่ากราฟผลการทดสอบที่มุมมิต 75 องศาและมุมเอียง 0 องศา ใบมิตจะเริ่มตัดบริเวณมุมของเปลือกยาง แรงจะเพิ่มขึ้นที่ 45 นิวตัน หลังจากนั้นแรงจะลดลงอย่างรวดเร็วที่ 22 นิวตัน เนื่องจากเกิดการร้าวของรอยตัด หลังจากนั้นใบมิตจะเคลื่อนลงไปตัดเปลือกยางส่วนที่เหลือ ทำให้แรงเพิ่มขึ้นเป็นระยะทางยาวอีกครั้ง แล้วแรงจะลดลงเมื่อตัดผ่านบริเวณมุมล่างสุด

ตารางที่ 1 พลังงานจำเพาะที่ใช้ตัดเปลือกยางพารา (จุลต่อตารางมิลลิเมตร)

มุมเอียงของใบมิต (องศา)	มุมมิต (องศา)				
	30	35	40	45	50
0	0.00293	0.00252	0.0024	0.00217	0.00239
5	0.00298	0.00279	0.00227	0.00222	0.0029
10	0.00371	0.00286	0.00261	0.00207	0.00294
15	0.0029	0.00277	0.00251	0.0021	0.00275
20	0.0034	0.00294	0.00238	0.00274	0.00283
25	0.00288	0.00266	0.00273	0.00212	0.00295
30	0.0032	0.00292	0.0028	0.00217	0.00314
35	0.00386	0.00279	0.00265	0.00241	0.00303
40	0.00323	0.00246	0.00249	0.00204	0.00294
45	0.00253	0.00254	0.00206	0.00202	0.00266

ตารางที่ 1 พลังงานจำเพาะที่ใช้ตัดเปลือกยางพารา (จุลต่อตารางมิลลิเมตร) (ต่อ)

มุมเอียงของใบมิต (องศา)	มุมมิต (องศา)				
	55	60	65	70	75
0	0.00221	0.0022	0.00259	0.0027	0.00397
5	0.00241	0.00256	0.00316	0.00321	0.00396
10	0.00268	0.00235	0.00287	0.00307	0.00365
15	0.00244	0.00263	0.00273	0.00335	0.00423
20	0.00256	0.00256	0.00312	0.00316	0.0039
25	0.00241	0.00279	0.00274	0.00376	0.00393
30	0.00239	0.00251	0.00272	0.00402	0.00446
35	0.00298	0.0025	0.00317	0.00336	0.0043
40	0.00225	0.00287	0.00268	0.00348	0.00409
45	0.00243	0.00237	0.00282	0.0032	0.00427



รูปที่ 8 กราฟแสดงพลังงานจำเพาะที่ใช้ตัดเปลือกยางพารา (จุลต่อตารางมิลลิเมตร)

จากตารางที่ 1 และรูปที่ 8 ได้แสดงถึงพลังงานจำเพาะที่ใช้ตัดเปลือกยางพารา ที่มุมมิตและมุมเอียงที่ค่าต่าง ๆ ของใบมิต จากการคำนวณทางสถิติพบว่า มุมมิตและมุมเอียงของใบมิตมีอิทธิพลต่อพลังงานจำเพาะที่ใช้ตัดเปลือกยางพารา แต่ทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิริยสัมพันธ์ต่อกัน จากกราฟจะเห็นว่าที่มุมมิต 45 องศา มุมเอียงเกือบทุกมุมใช้พลังงานจำเพาะน้อยที่สุด

4.สรุปผล

จากการทดลอง 100 ทริตเมนต์ ๆ ละ 4 ซ้ำ พบว่าที่มุมมิต 45 องศา มุมเอียง 45 องศา ใช้พลังงานจำเพาะในการตัดเปลือกยางพาราน้อยที่สุด เท่ากับ 0.00202 จล/ตารางมิลลิเมตร

**เอกสารอ้างอิง**

- [1]สมนึก วิสุทธิแพทย์, 2540, เทคโนโลยีเครื่องจักรกลงานไม้, ภาควิชาก่อสร้างและงานไม้ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- [2]ศุภโชค วิริยโกศล, 2542 การตัดวัสดุ, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

## ประวัติผู้เขียน

นายขงยุทธ์ เสียงดั่ง เกิดเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน 2516 ที่จังหวัดสงขลา เริ่มเข้าศึกษาระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 1-6 โรงเรียนวัดบางเขียด จังหวัดสงขลา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างยนต์กลการเกษตร วิทยาลัยเทคนิคสตึก จังหวัดชลบุรี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างกลเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จังหวัดปทุมธานี สำเร็จการศึกษาเมื่อการศึกษา 2539 ภายหลังสำเร็จการศึกษาเข้าทำงานเป็นอาจารย์อัตราจ้าง ที่แผนกวิชาช่างกลเกษตร คณะวิชาเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา จากการทำงานเป็นอาจารย์อัตราจ้างมากกว่า 9 ปี จึงเกิดแรงจูงใจที่จะศึกษาต่อในระดับปริญญาโททางด้านเครื่องกล โดยได้เข้าศึกษาต่อในสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีการศึกษา 2548

ปัจจุบันเป็นพนักงานราชการ กลุ่มงานบริหารงานทั่วไป ตำแหน่งอาจารย์ ประจำสาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศูนย์กลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา เรื่องการศึกษามุมไบมีดของเครื่องต้นแบบ กรีดยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ในการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22 เมื่อวันที่ 15-17 ตุลาคม 2551 ณ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.