



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: เครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสีย
(The New Parawood Band Saw for Reducing Losses)

โดย รศ.ดร.วิริยะ ทองเรือง และคณะ

มิถุนายน 2557

สัญญาเลขที่ RDG5550113

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: เครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสีย
(The New Parawood Band Saw for Reducing Losses)

คณะผู้วิจัย

สังกัด

รศ.ดร.วิริยะ ทองเรือง

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รศ.ดร.วรวิทย์ วิสุทธิเมธางกูร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)และ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช.-สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

จากการที่ผู้ประกอบการเลื่อยไม้ยางพาราให้ข้อมูลว่าในปัจจุบันไม้ที่ส่งเข้าโรงเลื่อยส่วนใหญ่มีขนาดเล็กลงอย่างเห็นได้ชัด และมีศักยภาพในการแปรรูปให้มีมูลค่าสูงเทียบเท่าไม้ซุงใหญ่ได้ แต่ในกระบวนการแปรรูปในปัจจุบันด้วยเลื่อยแบบตั้งโต๊ะของไม้ขนาดดังกล่าวนั้น บริษัทยังประสบปัญหาเกี่ยวกับ 1) กระบวนการแปรรูปได้ yield ค่อนข้างต่ำ (20-30% ขึ้นอยู่กับความชำนาญของคนเลื่อย ความคงอและตาไม้เป็นสำคัญ) 2) เครื่องจักร อุปกรณ์ ที่ใช้ในการแปรรูปไม้ยางในปัจจุบันนั้นต้องอาศัยคนงานที่มีความชำนาญในการแปรรูปไม้ยาง เพราะจะสูญเสียวัตถุดิบมากเมื่อผู้เลื่อยไม่ชำนาญ 3) การขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือในการเลื่อย ตลอดถึงค่าแรงที่ปรับตัวสูงขึ้นส่งผลกระทบต่อ ต้นทุนในการผลิตไม้ยางแปรรูป และ 4) อันตรายจากการใช้เครื่องจักร เป็นต้น ด้วยเหตุดังกล่าวผู้ประกอบการจึงสั่งซื้อเครื่องเลื่อยสายพานแบบใหม่ (แบบเลื่อยแนวนอน) จากต่างประเทศมาทดลองใช้และสามารถเลื่อยไม้ขนาดเล็กดังกล่าวได้ yield ค่อนข้างดีเป็นที่น่าพอใจให้กำลังผลิตสูง ใช้แรงงานและพลังงานน้อย แต่มีข้อด้อยที่จะต้องแก้ไขและพัฒนาให้ใช้ได้ดียิ่งขึ้นกับไม้ยางที่คงอและมีตามาก รวมถึงต้องการลดต้นทุนทั้งเครื่องเลื่อยและค่าบำรุงรักษา จึงได้ร่วมกับนักวิจัยต่อยอดแนวคิดจากเครื่องต้นแบบนำเข้าพร้อมกับการปรับปรุงและพัฒนาไปพร้อมกับการสร้างต้นแบบขึ้นเองโดยเน้นการใช้เครื่องเลื่อยแบบใหม่สำหรับไม้ขนาดเล็กและอาจขยายผลได้ถึงระดับกลาง (เส้นผ่านศูนย์กลาง 5-8 นิ้ว) ได้ อีกทั้งได้เล็งเห็นถึงการขยายผลให้ใช้งานเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมเลื่อยไม้ยางในอนาคต

โครงการวิจัยนี้เป็นการวิจัยต่อยอด โดยสร้างเครื่องเลื่อยต้นแบบมีกำลังผลิตประมาณ 5 ต้นไม้ต่อชั่วโมง เป็นการวิจัยต่อยอดแนวคิดจากเครื่องเลื่อยสายพานแบบแนวนอนนำเข้า เพื่อแก้ปัญหาขาดแคลนแรงงาน ลดต้นทุนการผลิต ตลอดถึงเพิ่มความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงาน พร้อมกับการปรับปรุงข้อด้อยของเครื่องนำเข้าและพัฒนาอุปกรณ์ และ ระบบเพิ่มเติม โดยเน้นการใช้เครื่องเลื่อยแบบใหม่สำหรับเลื่อยไม้ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง และไม้ที่คงอได้ ส่วนประกอบหลักของเครื่องจักรประกอบด้วย ระบบสายพานลำเลียงที่ขยายให้กว้างขึ้น ระบบชุดใบเลื่อยจำนวนสี่ชุด และเสริมระบบเพื่อป้องกันการขีดขัดของท่อนไม้ขณะเลื่อย โดยเครื่องที่สร้างขึ้นใหม่ในเฟสนี้จัดสร้างขึ้น มีระบบที่สมบูรณ์พร้อมเพื่อใช้เป็นต้นแบบสำหรับทดสอบตัวแปรต่างๆ ในระยะที่ 2ต่อไป ผนวกกับผลการศึกษาวิธีเชื่อมต่อใบเลื่อยเพื่อยืดอายุการใช้งานนั้น พบว่ากรรมวิธีการเชื่อมแบบทิกโดยใช้แก๊ส CO_2 ซึ่งเป็นกรรมวิธีการเชื่อมที่ได้คุณภาพแนวเชื่อมสูงกว่ากรรมวิธีการเชื่อมแบบมิกที่ใช้อยู่เดิม เป็นลักษณะการเชื่อมแบบด้านเดียว และอบหลังการเชื่อมที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พบว่าค่าความแข็งแรงดึงที่ได้มีค่า 1,320 MPa เทียบกับแรงดึงของเนื้อโลหะเดิมที่ 1,293 MPa ในขณะที่การเชื่อมแบบมิกให้ค่าความแข็งแรงดึงที่ 818 MPa เท่านั้น

เครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสีย (The New Parawood Band Saw for Reducing Losses)

บทคัดย่อ

งานวิจัยเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสีย กำลังผลิตที่ประมาณ 5 ตันไม้ต่อชั่วโมง เป็นการวิจัยต่อยอดแนวคิดจากเครื่องเลื่อยสายพานแบบแนวนอนที่ผู้ประกอบการนำเข้ามาใช้เพื่อแก้ปัญหาขาดแคลนแรงงาน ลดต้นทุนการผลิต ตลอดจนเพิ่มความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงาน โดยมีการสร้างต้นแบบขึ้นใหม่ พร้อมกับปรับปรุงข้อด้อยของเครื่องนำเข้าและพัฒนาอุปกรณ์ และระบบเพิ่มเติม โดยเน้นการใช้เครื่องเลื่อยแบบใหม่สำหรับเลื่อยไม้ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง และไม้ที่คดงอได้ ส่วนประกอบหลักของเครื่องจักรประกอบด้วย ระบบสายพานลำเลียงที่ขยายให้กว้างขึ้น ระบบชุดใบเลื่อยจำนวนสี่ชุด และเสริมระบบเพื่อป้องกันการติดขัดของท่อนไม้ขณะเลื่อย โดยเครื่องที่สร้างขึ้นใหม่ในเฟสนี้จัดสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นต้นแบบสำหรับทดสอบตัวแปรต่างๆ ในเฟสต่อไป สำหรับผลการศึกษาวิธีเชื่อมต่อใบเลื่อยเพื่อยืดอายุการใช้งานนั้น พบว่ากรรมวิธีการเชื่อมแบบทิกโดยใช้แก๊ส CO₂ ซึ่งเป็นกรรมวิธีการเชื่อมที่ได้คุณภาพแนวเชื่อมสูงกว่ากรรมวิธีการเชื่อมแบบมิกที่ใช้อยู่เดิม เป็นลักษณะการเชื่อมแบบด้านเดียว และอบหลังการเชื่อมที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ค่าความแข็งแรงดึงที่ได้มีค่า 1,320 MPa เทียบกับแรงดึงของเนื้อโลหะเดิมที่ 1,293 MPa และ 818 MPa สำหรับการเชื่อมแบบมิก

Abstract

The new parawood band saw for reducing losses research with a capacity of about 5 tons/hr of log wood was studied. This research was to improve and develop further from the ideas of a horizontal band saw machine which was imported by the enterprise for using to solve the labor shortage, reduce production costs as well as increase safety while working. The new sawing machine built in this research was aimed to improve the disadvantage of imported equipment and systems. This machine is focusing to use for small to medium sizes of log parawoods as well as crook logs. The main components of this machine consist of the log conveyor feed system, four sawing modules and log jamming preventer. This phase of the research is to establish a pilot model for the next phase of testing various parameters. The additional work in this first phase is to study the welding method to prolong the lifetime of the saw blade connecting area. The TIG welding method with CO₂ covering gas results a higher quality than the existing MIG welding process. After welding and annealing at 350 °C for 15 minutes, the tensile strength of the welded samples was found at 1,320 MPa compared to the 1,293 MPa of the un-welded metal and 818 MPa for the MIG welding.

สารบัญ

บทสรุปผู้บริหาร	3
บทคัดย่อ/Abstract	4
สารบัญ	5
บทที่ 1 บทนำ	7
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	7
1.2 ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของการวิจัย	11
1.3 วรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง	15
1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการ	17
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	17
1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล	17
1.7 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย	21
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	21
1.9 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย	21
1.10 เอกสารอ้างอิง	22
บทที่ 2 การคำนวณและออกแบบเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่	23
2.1 คำนวณกำลังการผลิต	23
2.2 คำนวณความเร็วใบเลื่อย	24
2.3 คำนวณหาความเร็วสายพาน	24
2.4 คำนวณการรับแรงส่วน โครงสร้างที่ขยาย	25
2.5 การออกแบบภาพรวมของตัวเครื่องเลื่อย	26
2.6 การปรับปรุงและพัฒนาเครื่องเลื่อยแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสีย	28
2.7 ข้อเปรียบเทียบความแตกต่างของเครื่องเลื่อยฯ	30
2.8 เอกสารอ้างอิง	32
บทที่ 3 การเชื่อมใบเลื่อย	33
3.1 หลักการและความรู้เบื้องต้นของใบเลื่อย	33
3.2 ขั้นตอนของการเชื่อมใบเลื่อย	35
3.3. ผลการทดลอง	38
3.4 ลักษณะฐานฐานวิทยา	45
3.5 สรุปผลการทดลอง	48

บทที่ 4 การออกแบบและสร้างเครื่องเล่นไม้ยาวพาราต้นแบบ	50
4.1 ออกแบบและสร้างโครงสร้างฐานล่างชุดที่ 1	51
4.2 ออกแบบและสร้างโครงสร้างฐานล่างชุดที่ 2	52
4.3 ออกแบบและแก้ไขแบบ โครงสร้างสายพานลำเลียง	53
4.4 ออกแบบและแก้ไขแบบชุดเครื่องเล่น Module 1,2,3,4	54
4.5 ออกแบบและสร้างเสาปรับระดับความสูงของชุดเล่น	55
4.6 ออกแบบและสร้างชุดลูกกลิ้งกดท่อนไม้	55
4.7 ออกแบบและสร้างชิ้นส่วนประกอบอื่น	57
บทที่ 5 การประกอบและติดตั้งเครื่องเล่น	58
บทที่ 6 สรุปผล	63
ภาคผนวก	
- บทความสำหรับการเผยแพร่	64
- กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลงานไปใช้ประโยชน์	68
- ตารางแสดง Output	68
- ลิขสิทธิ์	69
- ตอบข้อคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ	77

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ [1,2]

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 16.9 ล้านไร่ ซึ่งมากเป็นอันดับสองของโลก รองจากอินโดนีเซีย (21.47 ล้านไร่) จากข้อมูลของสถาบันวิจัยยาง พบว่า ในปี พ.ศ. 2551 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมด 16,889,686 ไร่ โดยพื้นที่ภาคใต้มีการปลูกยางพารามากที่สุด เท่ากับ 11,339,658 ไร่ รองลงมา คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2,845,542 ไร่ ภาคตะวันออก รวมภาคกลาง 2,103,908 ไร่ และภาคเหนือ 600,578 ไร่ ตามลำดับ สำหรับจังหวัดที่มีการปลูกยางพารามากที่สุดในประเทศคือ สุราษฎร์ธานี โดยมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมด 1,871,907 ไร่ รองลงมา ได้แก่ นครศรีธรรมราช 1,446,643 ไร่ และสงขลา 1,444,302 ไร่ ตามลำดับ และเมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 รัฐบาลได้อนุมัติโครงการปลูกยางพาราในที่แห่งใหม่ระยะที่ 3 พ.ศ. 2554-2556 รวม 800,000 ไร่ แบ่งเป็นภาคเหนือ 150,000 ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 500,000 ไร่ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ 150,000 ไร่ ซึ่งจะทำให้มีพื้นที่ปลูกยางพาราเป็น 17,789,686 ไร่ (หรือคิดเป็นร้อยละ 5.5 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ)

ยางพาราที่มีอายุมาก (20-25 ปี) ที่ให้ผลผลิตน้ำยางลดลงและไม่มีหน่อกรีดที่ดีจะถูกตัดโค่นเพื่อปลูกต้นใหม่ทดแทน ซึ่งโดยปกติจะมีบริษัทผู้ค้าไม้ยางพาราท่อนเข้าไปประมูลซื้อไม้ยางพาราจากเกษตรกรเจ้าของสวนยาง จากนั้นจึงเข้าตัดต้นยางเพื่อนำออกจำหน่าย โดยส่วนของลำต้นขนาดใหญ่จะจำหน่ายให้กับผู้ผลิตไม้แปรรูปและผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์ ส่วนของลำต้นขนาดเล็กและกิ่งไม้ซึ่งมีราคาถูกกว่าจะจำหน่ายให้กับผู้ผลิตแผ่นใยไม้อัดและแผ่นขึ้นไม้อัด ปริมาณผลผลิตไม้ยางพาราที่ได้จากต้นยางที่ถูกตัดโค่น แปรรูปตามปัจจัยต่างๆ ได้แก่ พันธุ์ยาง อายุ ขนาดลำต้น จำนวนต้นที่เหลือต่อไร่ พื้นที่เพาะปลูก (ปริมาณน้ำฝนและคุณภาพดิน) รวมถึงตาและร่องรอยตำหนิบนต้นยาง

ด้านปริมาณไม้ยางพาราในประเทศที่จะสามารถเป็นวัตถุดิบป้อนอุตสาหกรรมไม้ยางพารา กลุ่มอุตสาหกรรมไม้ยางพารา สภาอุตสาหกรรมได้ทำการประเมินปริมาณผลผลิตไม้ยางพาราในประเทศ พบว่าพื้นที่ยางพารา ซึ่งมีอายุประมาณ 25-30 ปี และสามารถตัดโค่นได้ในปี พ.ศ. 2551 มีประมาณ 4 แสนไร่ ซึ่งจะมีไม้ท่อนป้อนอุตสาหกรรมประมาณ 12.2 ล้านตัน เมื่อนำไปแปรรูป จะได้ไม้ยางพาราแปรรูปประมาณ 170.4 ล้านลูกบาศก์ฟุต (4.8 ล้านลูกบาศก์เมตร) ปีกไม้ 4.9 ล้านตัน และขี้เลื่อย 0.97 ล้านตัน ในขณะที่ประมาณการปริมาณยางพาราของไทย (potential rubber wood supply) ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2548 ถึง 2553 จากภาพถ่ายทางอากาศของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรไว้ที่ปีละประมาณ 21 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดจาก 250 ลูกบาศก์เมตร/เฮกเตอร์ หรือประมาณ 40 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) แบ่งเป็นไม้ท่อนประมาณ 7.9 ล้านลูกบาศก์เมตร เศษไม้ ปลายไม้ และไม้ขนาดเล็กประมาณ 13.1 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่วนสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

ทำการศึกษาปริมาณไม้เฉลี่ยของแต่ละภาคเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณปริมาณไม้ยางพาราพบว่ายางพาราในพื้นที่ภาคใต้ให้ปริมาณไม้สูงสุด รองลงมาได้แก่ไม้ที่ปลูกในภาคตะวันออก ส่วนพื้นที่ภาคใต้ตอนบนให้ปริมาณไม้ต่ำที่สุด โดยปริมาณไม้ที่ได้มีค่าเฉลี่ยประมาณ 44, 43 และ 33 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งตัวเลขนี้ค่อนข้างสอดคล้องกับตัวเลขประมาณการของ FAO และค่าเฉลี่ยไม้ท่อนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 8 นิ้วประมาณ 24.5, 23.7 และ 17.8 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ตามลำดับ ในปัจจุบันความต้องการใช้ไม้ยางพารามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามสถานะการขยายตัวทางเศรษฐกิจและไม่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่แข็งแรงและสวยงาม

ผู้ประกอบการเลื่อยไม้ยางพาราให้ข้อมูลว่าในปัจจุบันไม้ที่ส่งเข้าโรงเลื่อยส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่าสมัยก่อนอย่างเห็นได้ชัด โดยมีไม้ขนาด 3-5 นิ้วถึงร้อยละ 30 ไม้ซึ่งขนาดดังกล่าวมีราคาถูกกว่าไม้ใหญ่ (ขนาดต่ำกว่า 5 นิ้วอยู่ที่ 1.5-2.0 บาท/กก. เทียบกับ ขนาดมากกว่า 5 นิ้วอยู่ที่ 3.0-3.2 บาท/กก. ข้อมูลปี 2555) และมีศักยภาพในการแปรรูปให้มีมูลค่าสูงเทียบเท่าไม้ซุงใหญ่ได้ ผู้ประกอบการโรงเลื่อยไม้ยางพาราลើงเห็นถึงการนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจของท่อนไม้อย่างที่มีขนาดในช่วง 3-5 นิ้ว ซึ่งมีแนวโน้มจะมีมากขึ้นในอนาคต อีกทั้งมีราคาถูกกว่า สามารถแปรรูปให้เกิดมูลค่าเทียบเท่ากับท่อนไม้ขนาดใหญ่ได้ แต่ในกระบวนการแปรรูปในปัจจุบันด้วยเลื่อยแบบตั้งโต๊ะ ดังแสดงในรูปที่ 1.1 นั้นบริษัทยังประสบปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการแปรรูปให้ได้ yield และขนาดตามที่ต้องการนั้นทำได้ยาก ซึ่งปัญหาที่รวบรวมได้สำคัญ ๆ มีดังต่อไปนี้

1. การเลื่อยแบบใช้เครื่องเลื่อยตั้งโต๊ะเดิมให้ yield ค่อนข้างต่ำ (20-30% ขึ้นอยู่กับความชำนาญของคนเลื่อย ความคงทนและตาไม้เป็นสำคัญ) ส่วนไม้ขนาดใหญ่เกินกว่า 8 นิ้วนั้นการเลื่อยแบบเดิมยังให้ yield สูงในระดับค่อนข้างดี (อยู่ที่ระดับ 50-55%)

2. เครื่องจักร อุปกรณ์ ที่ใช้ในการแปรรูปไม้ยางในปัจจุบันนั้น ล้าสมัยซึ่งต้องอาศัยคนงานที่มีความชำนาญในการแปรรูปไม้ยาง เนื่องจากจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์ในการมอง หน้าไม้ยางที่จะป้อนเข้าเครื่องเลื่อยว่าจะได้ ไม้ยางขนาดเท่าไร ซึ่งในบางครั้งคนงานบางคนเพื่อหน้าไม้ในการเลื่อยมากเกินไปซึ่งส่งผล ในสูญเสียวัตถุดิบไปโดยเปล่าประโยชน์หรือได้เนื้อไม้ที่ไม่เหมาะสมที่ควรจะเป็น

3. ปัจจุบันจากค่าแรงที่ปรับตัวสูงขึ้นส่งผลกระทบต่อ ต้นทุนในการผลิตไม้ยางแปรรูป

4. สภาพแวดล้อมในการทำงานที่ ค่อนข้างจะไม่ปลอดภัยในการทำงาน เช่น ฝุ่นของขี้เลื่อย เสียงดังของเครื่องจักร อันตรายจากการใช้เครื่องจักร เป็นต้น

ด้วยเหตุดังกล่าวผู้ประกอบการจึงสั่งซื้อเครื่องเลื่อยสายพานแบบใหม่ 1 เครื่องจากต่างประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 1.2 (ในงานวิจัยนี้จะขอเรียนเครื่องต้นแบบนำเข้า) มาทดลองใช้และสามารถเลื่อยไม้ขนาดเล็กดังกล่าวได้ค่อนข้างดีและเป็นที่น่าพอใจ ทั้งให้กำลังผลิตสูงและใช้แรงงานน้อยตลอดถึงให้ yield ดี แต่มีข้อด้อยที่จะต้องแก้ไขและพัฒนาให้ใช้ได้ดียิ่งขึ้นกับไม้ยางที่ลด

งอและมีตามาก และต้องการลดต้นทุนเครื่องเลื่อยใหม่ที่ต้องนำเข้าโดยการสร้างภายในประเทศ จากปัญหาข้างต้นในเรื่องต้นทุนค่าใช้จ่ย และค่าบำรุงรักษาดังกล่าวทางบริษัทจึงได้เชิญคณะอาจารย์และนักวิจัยเข้าเยี่ยมชมการทำงานและต้องการเครื่องเลื่อยแบบใหม่ เพื่อแก้ปัญหาที่ได้กล่าวแล้ว และหลังจากที่ทางคณะนักวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์ได้เข้าเยี่ยมชมและพูดคุยในประเด็นเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแล้ว อันเนื่องจากความซับซ้อนของตัวแปรต่างๆที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเลื่อยไม้ คณะนักวิจัยจึงลงความเห็นว่าการต้องทำวิจัยและสร้างต้นแบบ ก่อนที่จะทำการปรับปรุงและพัฒนาสำหรับใช้ขยายกำลังผลิตให้ได้ตามต้องการต่อไป ข้อเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการเลื่อยด้วยเครื่องเลื่อยแบบเก่าและแบบใหม่มีดังนี้



รูปที่ 1.1 แสดงเครื่องเลื่อยสายพานแบบตั้งโต๊ะ (แบบเก่า)

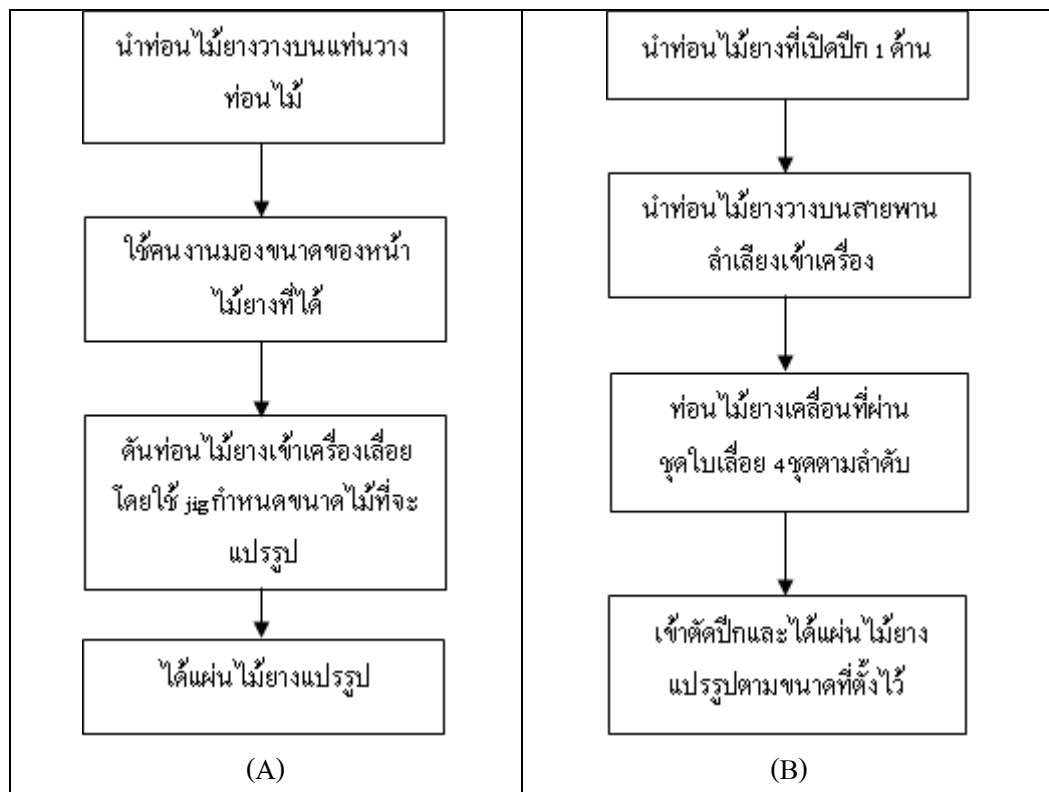
ข้อดี	ข้อเสีย
1. เครื่องจักรราคาถูก (2-5 แสนบาท/เครื่อง)	1.การสูญเสียที่เกิดจากการแปรรูปไม้ยางพาราสูง โดยเฉพาะไม้ขนาดเล็ก 3-5 นิ้วมี yield ที่ 20-30%
2. ระบบการทำงานไม่ซับซ้อน	2. ต้นทุนแรงงานในการแปรรูปไม้ยางพาราสูง (ใช้ 3 คนต่อเครื่องเลื่อย 1 โต๊ะ)
3. ต้นทุนการบำรุงรักษาค่า	3. คนงานต้องมีประสบการณ์สูง
	4.เสียงดัง
	5. กำลังมอเตอร์เกินพอดี (25-30 HP ที่ 500-700 rpm ซึ่งเครื่องเลื่อยใหม่ใช้แค่ 15 HP ที่ 1450 rpm) สำหรับเลื่อยไม้ขนาดเล็ก
	5.สภาพแวดล้อมการทำงานที่ไม่ปลอดภัย (โอกาสเกิดอุบัติเหตุสูงเมื่อมีการใส่ซุงผ่านใบเลื่อย)
	6.ฝุ่นขี้เลื่อยเป็นอันตรายต่อสุขภาพ



รูปที่ 1.2 แสดงเครื่องเลื่อยสายพานแบบแนวนอน (เครื่องต้นแบบนำเข้า)

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถลดการสูญเสียเนื้อไม้ (ผู้ประกอบการให้ข้อมูลว่าสามารถเพิ่ม yield ได้ถึง 15-20% ได้ โดยเฉพาะไม้ขนาดเล็ก)	1. เครื่องเลื่อยนำเข้าต้นทุนแพงเกินไป (ประมาณ 2 ล้านบาท เท่าที่ได้ข้อมูลจากผู้ประกอบการที่สั่งซื้อ)
2. สามารถเลื่อยไม้ได้ไม้แผ่นหลายขนาดตามที่ต้องการ (ปรับระยะใบเลื่อยในแต่ละ module ได้)	2. ปัญหาการป้อน ไม้ยางและการเกาะติดของขี้เลื่อย (เก็บข้อมูลและรวบรวมปัญหาจากการใช้งานจริง)
3. ให้กำลังการผลิตที่สูงขึ้น (เลื่อยได้เร็วกว่าแบบตั้งโต๊ะ ทั้งรอบเลื่อยและรอบป้อนสูงกว่า)	3. ข้อจำกัดในเรื่องของการคดงอของไม้ยาง ที่เกิดการติดขัดขณะป้อนเข้า module ต่างๆ
4. สามารถลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัตถุดิบได้ (เพิ่มมูลค่าจากไม้เล็กที่ต้นทุนถูกกว่า)	4. สายพานลำเลียงมีราคาค่อนข้างสูง (~5-6% ของราคารวมของเครื่องจักร (คิดที่ราคารวม 2 ล้านบาท)
5. ลดค่าใช้จ่ายในเรื่องแรงงานได้ (ลดเหลือ 1/3 ได้)	5. กรณีนำเข้า การบำรุงรักษานอกช่วงประกันมีค่าใช้จ่ายสูงมาก (จ่ายค่าเดินทางช่างจากต่างประเทศและค่าบริการ)
5. ปลอดภัยกว่า	

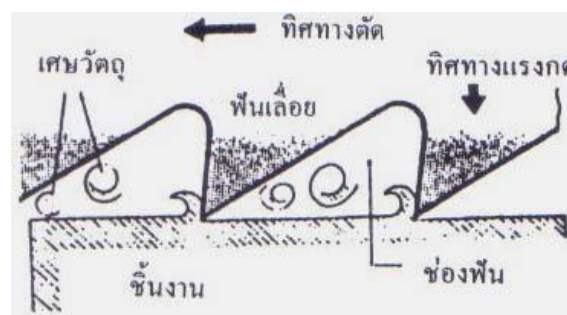
วิธีการแปรรูปไม้ยางพาราด้วยเครื่องเลื่อยแบบเก่าและแบบใหม่แสดงดังแผนภาพเปรียบเทียบกระบวนการผลิตโดยสังเขปในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 แสดงวิธีการแปรรูปไม้อย่างพาราด้วยเครื่องเลื่อยแบบเก่า (A) และแบบใหม่ (B)

1.2 ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของการวิจัย

1.2.1 การเลื่อย คือ การตัดชิ้นงานออกจากด้วยใบเลื่อยที่มีคมเล็กๆหลาย ๆ คม คล้ายคมสิ่วหรือคมสกัดจำนวนมากเรียงกันเป็นแถว ฟันใบเลื่อยจะกัดชิ้นงานพร้อม ๆ กันทีละหลายฟันให้ เป็นร่องจนขาดออกจากกันดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 แสดงหลักการการเลื่อย

การเลื่อยจำแนกเป็นการเลื่อยด้วยมือ (Hand sawing) คือเป็นงานเลื่อยชิ้นงานจำนวนไม่มากและเลื่อยด้วยมือเลื่อยไฟฟ้า (Power hack saw) หรือเรียกว่า เครื่องเลื่อยกล (Sawing machine) จำเป็น

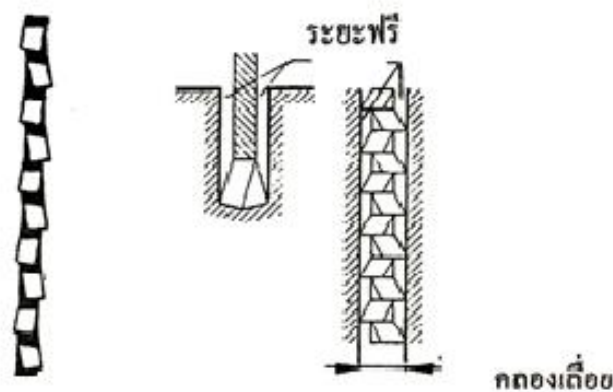
สำหรับงานเลื่อยชิ้นงานอุตสาหกรรม คือ เลื่อยชิ้นงานจำนวนมาก ทั้งชิ้นงานขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เครื่องเลื่อยกลแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 4 ชนิดดังนี้

1. เครื่องเลื่อยชัก (Power hack saw)
2. เครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน (Horizontal band saw)
3. เครื่องเลื่อยสายพานแนวตั้ง (Vertical band saw) และ
4. เครื่องเลื่อยวงเดือน (Radius saw or circular saw)

1.2.2 ใบเลื่อย (Saw blade) ใบเลื่อยเป็นอุปกรณ์ของเครื่องเลื่อยที่มีความสำคัญมาก ทำหน้าที่ตัดเฉือนชิ้นงาน ใบเลื่อยประกอบด้วย ความกว้าง ความยาว ความหนา และจำนวนฟันใบเลื่อย

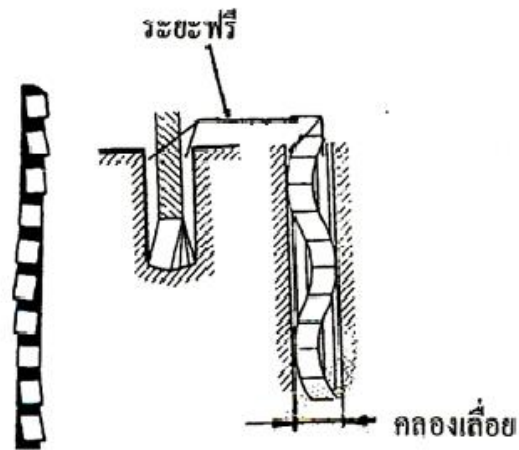
1.2.3 คลองเลื่อย (Free cutting action) คือ ความกว้างของร่องบนวัสดุงาน หลังจากที่มีการตัดเฉือนปกติคลองเลื่อยจะขนาดหนามากกว่าใบเลื่อย ทั้งนี้ ถ้าไม่มีคลองเลื่อย ขณะทำการเลื่อยใบเลื่อยก็จะติด ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ใบเลื่อยหัก ลักษณะของคลองเลื่อยแบบต่างๆ มีดังนี้

- คลองเลื่อยฟันสลับ ลักษณะฟันเลื่อยจะสลับซ้ายกับขวาตลอดใบเลื่อย ฟันเลื่อยลักษณะนี้เหมาะสำหรับรับใช้กับเครื่องเลื่อยกล แสดงในรูปที่ 1.5



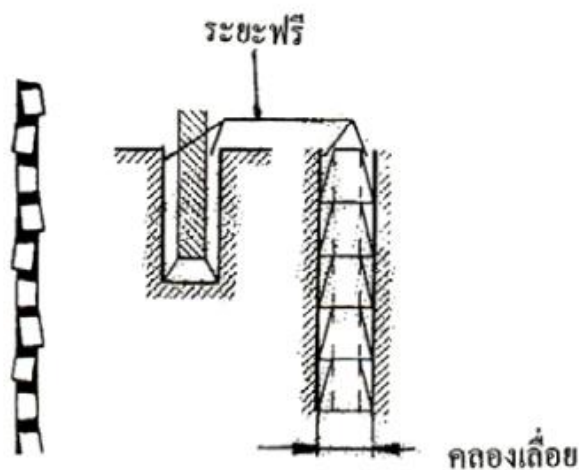
รูปที่ 1.5 คลองเลื่อยฟันสลับ

- คลองเลื่อยแบบฟันคลื่น ลักษณะฟันจะเลื่อยจะเลื่อยเป็นคลื่น ฟันเลื่อยลักษณะนี้เหมาะสำหรับใช้งานกับเลื่อยมือ ดังแสดงในรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 คลองเลื่อยพื้นกลื่น

- คลองเลื่อยแบบตอก ลักษณะพื้นเลื่อยจะมีมุมฟรีทั้งสองข้าง พื้นเลื่อยลักษณะนี้เหมาะสมสำหรับใช้งานกับเลื่อยวงเดือน ดังแสดงในรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 คลองเลื่อยพื้นแบบตอก

ปัจจุบัน โรงเลื่อยแต่ละโรงนิยมใช้เลื่อยสายพานแบบตั้งโต๊ะมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93.5 รองลงมาคือเลื่อยวงเดือน คิดเป็นร้อยละ 6.5 ซึ่งเหตุผลของการนิยมใช้เลื่อยสายพานเพื่อลดการสูญเสียเนื้อไม้อันเกิดจากคลองเลื่อยที่กว้างกว่าของเลื่อยวงเดือน ข้อเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย ของเลื่อยวงเดือนและเลื่อยสายพานที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

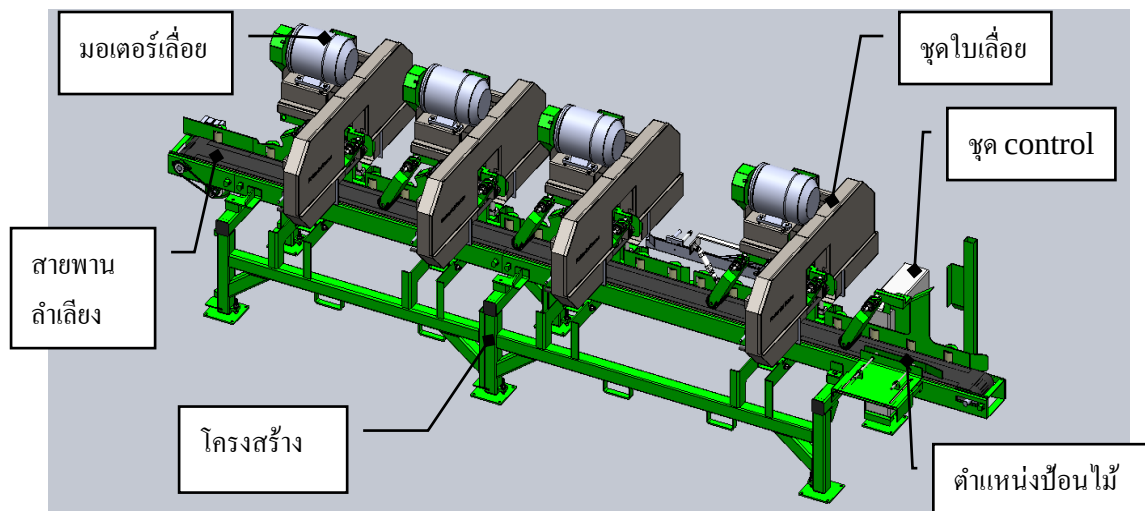
เครื่องเลื่อยวงเดือน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เครื่องจักรราคาถูกลง	1. การสูญเสียเนื้อไม้ที่เกิดจากการแปรรูปสูง เนื่องจากคลองเลื่อยมีขนาดกว้าง (ใบเลื่อยหนา)
2. ระบบการทำงานไม่ซับซ้อน	2. เลื่อยไม้ที่มีขนาดหน้าไม้ที่ค่อนข้างใหญ่เท่านั้น
3. เลื่อยหน้าไม้ทีละหลายแผ่น	3. ความปลอดภัยในการใช้งานน้อยอาจมี การแตกของใบเลื่อย การติดตั้งต้องยึดให้แน่นหนา
4. สามารถเลื่อยไม้แบบทำมุมเป็นองศาได้ไม่ตั้งฉากได้	

เครื่องเลื่อยสายพาน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ใบเลื่อยบางทำให้สูญเสียเนื้อไม้ น้อยมาก (เหมาะมากสำหรับไม้ขนาดเล็กและกลาง)	1. ไม่สามารถเลื่อยไม้ทำมุมเป็นองศาได้
2. คุณภาพไม้ดีสวยงาม และแปรรูปไม้ได้ไม้ปริมาณมาก	2. ใบเลื่อยมีรอยต่อทำให้ใบเลื่อยชำรุดได้ ใบเลื่อยบอบบางต้องระวังในการเก็บรักษา
3. ระบบมีความปลอดภัยสูง	3. ต้องมีช่างที่มีความชำนาญในการดูแล

แนวคิดในการออกแบบเบื้องต้นของเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสียเนื้อไม้ ในเบื้องต้นคณะนักวิจัยได้ทำการศึกษาจากต้นแบบที่ผู้ประกอบการสั่งซื้อจากต่างประเทศมาใช้งาน และศึกษาปัญหาที่เกิดจากการใช้งาน หาแนวทางแก้ไขข้อเสียของเครื่องเลื่อยต้นแบบ ตลอดจนได้ทำการออกแบบเบื้องต้นไว้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.8 โดยเครื่องเลื่อยแบบใหม่ประกอบไปด้วยส่วนหน่วยย่อยสำหรับเลื่อยไม้ซึ่งเป็นไม้แผ่น จำนวน 4 หน่วยย่อย (module) ไม้ที่ผ่านการป้อนตามสายพานจะผ่านชุดเลื่อยดังกล่าว ทำให้เลื่อยไม้ที่ทำการเลื่อยไม้ ออกเป็น 4 แผ่น (ดังนั้นถ้าขนาดไม้โตมาก ๆ อาจต้องเพิ่มจำนวนชุดเลื่อยมากขึ้น) ดังนั้นเครื่องเลื่อยสายพานในแนวนอนขนาดนี้จึงเหมาะกับไม้ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ซึ่งเป็นการตอบโจทย์ที่เป็นความต้องการของผู้ประกอบการเลื่อยไม้ยางพารา ส่วนการสร้างควรสร้างและติดตั้งในคราวเดียวกันทั้ง 4 ชุดเพื่อลดการเคลื่อนที่ของไม้ที่ผ่านและเข้าสู่ชุดใบเลื่อยของ module ต่อ ๆ ไป ตลอดจนถึงผลของการเลื่อยไม้ที่หน้าตัดต่าง ๆ กันที่เคลื่อนที่ผ่านชุดเลื่อย



รูปที่ 1.8 แนวคิดและการออกแบบเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราใหม่ (ต่อยอดจากเครื่องเลื่อยนำเข้า)

ส่วนประกอบของเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราที่ออกแบบใหม่ที่สำคัญ ๆ ประกอบด้วย

- 1.ชุดโครงสร้างหลัก ประกอบด้วยเหล็กโครงสร้างขนาดต่างๆ
- 2.ชุดสายพานลำเลียง ประกอบด้วยสายพานลำเลียง มอเตอร์ เกียร์ และระบบควบคุมความเร็ว
- 3.ชุดสายพานใบเลื่อย ประกอบด้วย โครงสร้างชุดใบเลื่อย มอเตอร์ ฝาครอบชุดใบเลื่อย และชุดปรับระดับ อย่างละ 4 ชุด (4 modules ดังปรากฏในรูปที่ 8)
- 4.ชุดมอเตอร์ส่งกำลังและอุปกรณ์ควบคุม 4 ชุด
5. ตู้ Control ไฟฟ้าของเครื่องทั้งระบบ 1 ชุด

1.3 บรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

สุธี วิสุทธิเทพกุล (2546) [3] ได้รายงานเกี่ยวกับการเลื่อยไม้ยางพาราส่วนใหญ่ที่ใช้ระบบเครื่องเลื่อย 2-3 เครื่องต่อหนึ่งชุด มอเตอร์ 3 1/2 พุด ใบเลื่อยกว้าง 5-6 นิ้ว และรูปแบบฟันเลื่อยเป็นแบบ N-shape โดยการแปรรูปแบบผ่าครึ่ง (half-cut) แบบเลื่อยตะและตีปอนผสมผสานกัน พบว่าการแปรรูปทั้ง 3 แบบ คือ แบบเลื่อยตะ แบบตีปอนและแบบแบ่งครึ่ง ได้อัตราการแปรรูปไม้ 39.32% 38.39% และ 37.08% ตามลำดับอัตราการแปรรูปเฉลี่ยเท่ากับ 38.26% โดยรูปแบบการแปรรูปไม้ไม่มีผลต่ออัตราการแปรรูปไม้ที่ได้แต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม้ท่อนมีผลต่ออัตราการแปรรูปไม้ อย่างมีนัยสำคัญกล่าวคือ กลุ่มไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6-7 นิ้ว ให้อัตราการแปรรูปไม้ 33.63-34.69% เฉลี่ย 34.16 % และกลุ่มไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8-10 นิ้ว ให้อัตราการแปรรูปไม้ 40.02-42.68% เฉลี่ย 41.00 % มากกว่าอัตราการแปรรูปไม้ของกลุ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6-7 นิ้ว อยู่

กฤษดา สังข์สิงห์ และคณะ (2552) [4] ศึกษาอัตราการแปรรูปไม้หรือปริมาตรไม้แปรรูปที่ได้ต่อปริมาตรไม้ท่อนที่นำมาเลื่อย พบว่ายางพันธ์ RRIT 251 ให้อัตราการแปรรูปสูงสุด รองลงมาคือ RRIM 600 และ BP 235 ตามลำดับ ส่วนยางพันธ์ BPM 24 มีอัตราการแปรรูปต่ำสุดเนื่องจากตำหนิของตาในเนื้อไม้

ปริญญและคุณณี (2551) [5] ศึกษาเกี่ยวกับผลผลิตไม้ท่อนที่ได้จากการตัดโค่นในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออก พบว่าปริมาตรไม้ท่อนที่สามารถเข้าโรงเลื่อยได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.95 ตัน/ไร่ และปริมาณปลายไม้ เท่ากับ 10.87 ตัน/ไร่

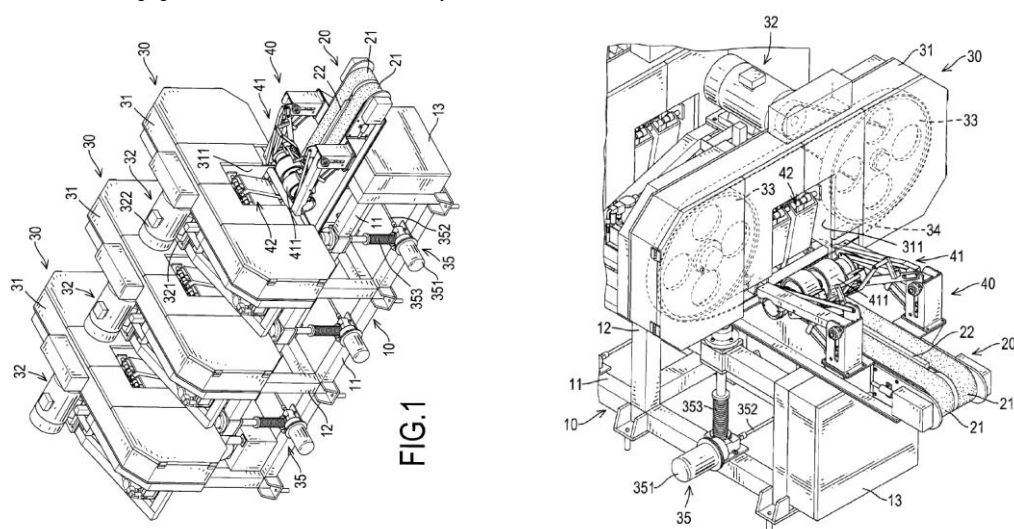
ข้อมูลสิทธิบัตร

จากการสืบค้นสิทธิบัตรด้านทรัพย์สินทางปัญญา เกี่ยวกับเครื่องเลื่อย (Band saw) พบว่ามีสิทธิบัตรจดไว้ดังนี้ คือ

- สิทธิบัตรเลขที่ US Patent 2126382 ของ Emil O. Setzer เมื่อ Aug 9, 1938 ว่าด้วยการเลื่อยท่อนไม้ขนาดใหญ่ด้วยเลื่อยสายพานที่มีฟันเลื่อยจัดเรียงตัวกันเป็นจำนวนมาก สามารถเลื่อยได้เร็ว ถูกต้องสูง ผิวที่ได้เรียบและใช้พลังงานน้อย แต่เป็นสิทธิบัตรที่เก่ามากและไม่กระทบกับสิทธิปกป้องของการใช้เป็นต้นแบบ

- สิทธิบัตรเลขที่ 978374 Table top band saw โดย Richard K. Wiand et al. เมื่อ Sep 8, 1998 ที่มีหน้าดากล้ายกับเลื่อยสายพานสำหรับเลื่อยยาง แต่ส่วนใหญ่ใช้กับการเลื่อยพลาสติก

- สิทธิบัตรเลขที่ US 2010/0031798 A1 Filing date: Aug 6, 2008 โดย Vivian WANG ดังแสดงในรูปที่ 1.9 ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับเครื่องเลื่อยสายพานแนวนอนต้นแบบที่นำเข้า แต่มีความต่างในส่วนรายละเอียดต่าง ๆ เช่น การใช้สายพานคู่ในการป้อนและส่วนของการปรับสภาพการทำงานต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์กับงานวิจัยในโครงการนี้ได้ดี แต่จากที่ได้ปรึกษากับฝ่ายจัดการทรัพย์สินทางปัญญาพบว่าไม่ได้จัดครอบคลุมไว้สำหรับในเมืองไทย



รูปที่ 1.9 เครื่องเลื่อยสานพานในแนวนอน

1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ (ระยะที่-1): เพื่อวิจัย สร้างต้นแบบเครื่องเลื่อยใหม่ โดยปรับปรุงและพัฒนา ต่อยอดจากเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราจากต่างประเทศให้เหมาะกับสำหรับเลื่อยไม้ยางพารานาขนาดเล็ก-กลาง สำหรับลดการสูญเสียเนื้อไม้และต้นทุนการผลิต

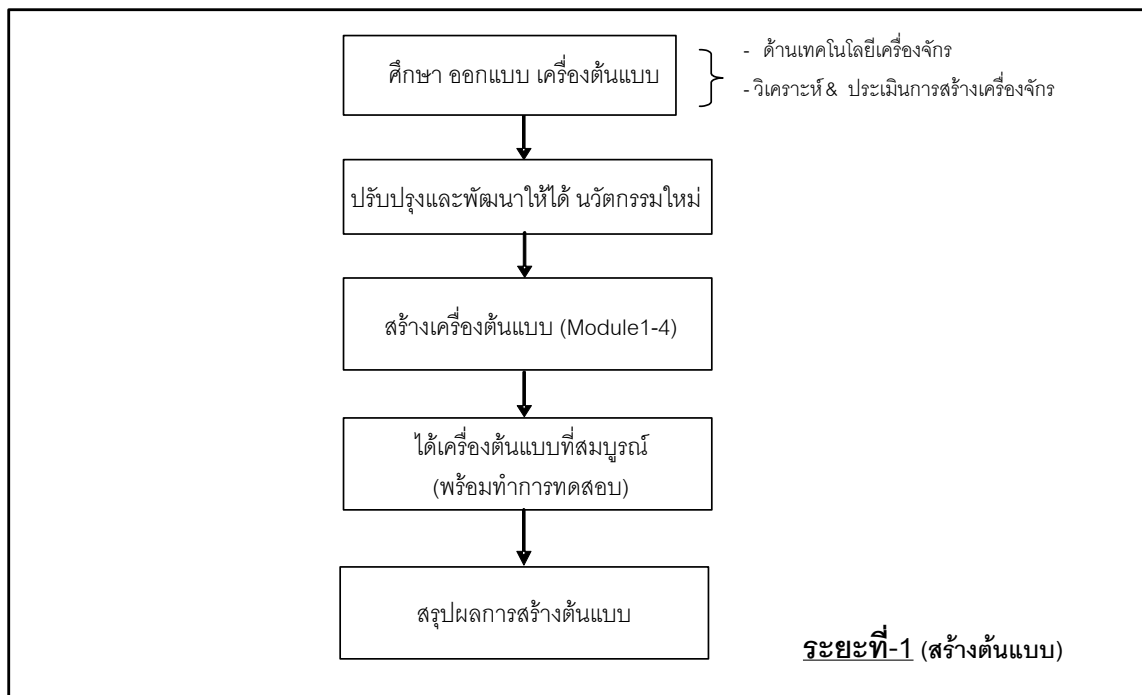
1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการทำวิจัยสร้างเครื่องต้นแบบจะดำเนินการวิจัยและสร้างต้นแบบที่กำลังผลิตเทียบเท่า ต้นแบบเครื่องเลื่อยจากต่างประเทศ ปรับปรุงข้อด้อยและพัฒนาให้ได้เครื่องต้นแบบใหม่ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพสำหรับเลื่อยไม้ยางพารา เพื่อนำไปขยายผลและ ประชาสัมพันธ์ต่ออุตสาหกรรมต่อไป ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้จะจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ชิ้นส่วน เครื่องจักรที่เหมาะสมสำหรับใช้งานได้ง่าย การลงทุนวิจัยพิสูจน์ต้นแบบไม่สูงเกินไป เมื่อต้นแบบ สำเร็จการขยายเพิ่มกำลังผลิตให้ได้ตามต้องการก็ใช้เวลาไม่นานสำหรับการสร้างเครื่องให้ได้กำลัง ผลิตตามต้องการที่สอดคล้องกับเครื่องต้นแบบ การวิจัยสร้างเครื่องต้นแบบนี้ถึงแม้จะสามารถใช้ งานได้แต่การทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาเพิ่มเติม (ซึ่งขณะนี้กำลัง ดำเนินการศึกษาในระยะที่-2 อยู่) โดยประเด็นปัญหาที่จะต้องวิจัย ปรับปรุงและพัฒนาสำหรับ เครื่องต้นแบบใหม่มีดังต่อไปนี้

1. ปรับปรุงวิธีการต่อเชื่อมใบเลื่อย เพื่อให้มีความทนทานมากขึ้น (ระยะที่-1)
2. ปรับปรุงและพัฒนาชุดลูกกลิ้งในการป้อนไม้ยางพารา (ระยะที่-1)
3. วิจัยหาความสัมพันธ์ของ cutting speed และ feed speed สำหรับการเลื่อยไม้ยางแบบ ใหม่ด้วยเครื่องเลื่อยสายพานในแนวนอนที่มีการป้อนท่อนไม้อัดโนมดิ (ระยะที่-2)
4. ปรับปรุงการเลื่อยกรณีท่อนไม้มีตำหนิเพื่อป้องกันการติดขัดของชุดใบเลื่อย (ระยะที่-2)
5. ปรับปรุงระบบการกำจัดขี้เลื่อยที่เกาะติดตามส่วนต่างๆของเครื่องเลื่อย (ระยะที่-2)

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

ในการทำวิจัยสร้างเครื่องต้นแบบจะมีคณะทำงานประกอบด้วย ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญ ช่าง ผู้ประกอบการ และ ผู้ช่วยวิจัย จะศึกษาถึงรูปแบบความเป็นไปได้ในแง่ของ หลักการทำงาน เทคโนโลยีการผลิต ต้นทุนที่ใช้ วัสดุอุปกรณ์ การประกอบเครื่องจักร มีขั้นตอนการวางแผนงาน ออกแบบ สร้างและติดตั้งเครื่องจักรในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ดัง แสดงในรูปที่ 1.10



รูปที่ 1.10 แผนผังการดำเนินงานในการทำวิจัย

สืบเนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการวิจัยต่อยอดจากเครื่องนำเข้าสู่ต้นแบบที่มีอยู่แล้ว แต่มีประเด็นที่ต้องวิจัยเพิ่มเติม รวมทั้งการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องนำเข้าสู่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงของสรุปหัวข้อที่วิเคราะห์และนำเสนอเพื่อ ทำวิจัย ปรับปรุงและพัฒนาจากเครื่องเลื่อยต้นแบบ ดังต่อไปนี้

1.6.1 หัวข้อที่ทำวิจัยในเครื่องที่จะสร้างใหม่ (ไต่องค์ความรู้)

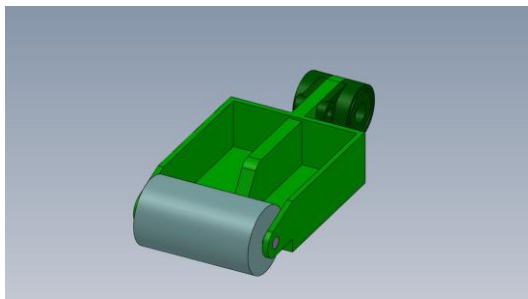
ในส่วนของกิจกรรมที่ต้องดำเนินการวิจัยเพื่อให้เกิดความองค์ความรู้ในระบบของเครื่องเลื่อยแบบใหม่ในแนวนอนสำหรับเลื่อยไม้ยางพาราที่เป็นแบบการป้อนอัตโนมัติ นั้น ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของเร็วของการเลื่อย (cutting speed) ที่สัมพันธ์และสอดคล้องกับอัตราความเร็วในการป้อนท่อนไม้ เนื่องจากความเร็วของการเลื่อยและอัตราการป้อนมีผลต่อประสิทธิภาพของการเลื่อยทั้งในแง่ การตัดขาดในขณะเลื่อย กำลังที่ต้องใช้ และคุณภาพผิวของผิวชิ้นงาน ซึ่งจะเป็นองค์ความรู้สำหรับการเลื่อยด้วยเครื่องเลื่อยสายพานในแนวนอนของการเลื่อยที่กำลังผลิตและขนาดใบเลื่อยในระดับที่วิจัยนี้ ซึ่งที่ผ่านมา มีงานวิจัยเกี่ยวข้องกับสภาวะที่เหมาะสมในการกัดไม้ยางพาราเพื่อให้ได้ผิวของชิ้นงานที่มีคุณภาพดีที่สุดด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซีสำหรับงานไม้ พบว่าผิวชิ้นงานที่มีคุณภาพดีที่สุดเป็นสภาวะที่ความเร็วการกัดที่สูง (ความเร็วสูงกว่าการเลื่อย) และอัตราการป้อน 0.46 m/min (ความเร็วต่ำกว่าการเลื่อย) [6] แต่ความต่างของความเร็วในการเปิดผิวหรือการเลื่อยและอัตราการป้อนของการเลื่อยอยู่ค่อนข้างมาก

1.6.2 หัวข้อที่ปรับปรุงและพัฒนาจากเครื่องต้นแบบนำเข้า (ได้นวัตกรรม: ระบบของเครื่องเลื่อยแบบใหม่)

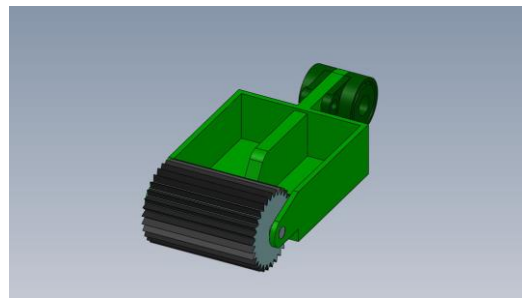
กิจกรรมที่ 1 ปรับปรุงและพัฒนาชุดลูกกลิ้งและสายพานในการป้อนไม้ยางพารา

เป็นการออกแบบชุดลูกกลิ้งให้เหมาะสมกับการป้อนไม้ยางพาราไม่ให้เกิดการลื่นไถล โดยการออกแบบชุดลูกกลิ้งใหม่ให้มีลักษณะเป็นฟันเฟือง ดังรูปที่ 1.11 โดยจะดำเนินการดัดขึ้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาชนิดของลูกกลิ้งว่าแต่ละประเภทมีลักษณะการใช้งานอย่างไรที่เหมาะสม
2. ออกแบบลูกกลิ้ง การติดตั้ง การใช้งานให้เหมาะสมกับการเลื่อยไม้ยางพารา
3. ปรับปรุง เพิ่มเติมระบบสายพานลำเลียงท่อน ไม้ยางเพื่อเพิ่มแรงเสียดทานและป้องกันการจับเกาะของน้ำยาง



ลูกกลิ้งแบบผิวเรียบ

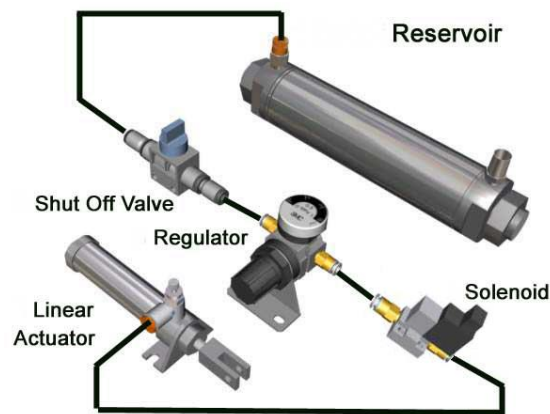


ลูกกลิ้งแบบรูปฟันเฟือง

รูปที่ 1.11 การออกแบบลูกกลิ้งแบบใหม่ให้สามารถป้อนท่อนไม้โดยไม่ติดขัด

กิจกรรมที่ 2 ปรับปรุงการเลื่อยกรณีท่อนไม้มีตาไม้เพื่อป้องกันการติดขัดของท่อนไม้

เพื่อศึกษา ออกแบบ ระบบการเอาปีกไม้ออกก่อนที่จะเลื่อยไม้ในชุดเลื่อยที่ 2 แนวคิดในการออกแบบในการแก้ไข คือ เมื่อไม้ยางได้ถูกเลื่อยผ่านชุดใบเลื่อยที่ 1 มาแล้ว จะต้องเว้นช่องว่างเพื่อติดตั้งชุดเอาปีกไม้ยางพาราออกก่อนที่จะเข้าสู่ชุดใบเลื่อยที่ 2 โดยติดตั้งชุดนิวแมติกส์ 2 จุด (หรือระบบอื่นที่เหมาะสม) เพื่อที่จะดันปีกไม้ที่อยู่ด้านบนออกไปก่อน โดยระบบนิวแมติกส์ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ๆ ดังรูปที่ 1.12 พร้อมกันนี้จะทำการติดตั้งเซ็นเซอร์จับสัญญาณที่ต้องสอดคล้องกับจังหวะการเตะปีกไม้ ออก



รูปที่ 1.12 ระบบนิวแมติกส์ที่จะนำมาใช้เพื่อทำหน้าที่ดันปีกไม้ยางพารา

กิจกรรมที่ 3 ปรับปรุงสมบัติของใบเลื่อยสายพานและรอยต่อใบเลื่อยสำหรับใช้เลื่อยไม้ยางพารา เพื่อศึกษาการยึดอายุของใบเลื่อยสายพานที่ขาดบ่อยในขณะใช้งาน การดูแลบำรุงรักษาใบเลื่อย ดังนี้

1. ศึกษารอยเชื่อมต่อของใบเลื่อยสายพานเพื่อหาคุณสมบัติของรอยเชื่อมที่เหมาะสม
2. ศึกษาการทนทานต่อการใช้งานใบเลื่อย ความหนา ความกว้าง ของใบเลื่อยที่ส่งผลต่อการ แยกหัก, รอยร้าว ความร้อนสะสม และการชုပ်แข็งของใบเลื่อยสายพาน

1.7 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย (หลังปรับแผน)

โครงการวิจัยนี้ได้ปรับแผนการดำเนินงานเนื่องจากได้รับอนุมัติงบประมาณจัดสร้างเครื่องจักรและการสร้างเครื่องจักรล่าช้า สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วการเลื่อยและการป้อน (cutting&feed speeds) นั้น นักวิจัยได้ขอปรับแผนทดสอบด้วยเครื่องนำเข้าที่สถานประกอบการแทนการเนื่องจากการสร้างเครื่องจักรล่าช้า

งานที่ดำเนินการ	พย	มค	มีค	พค	กค	กย	พย	มค	มีค	พค
	55	56	56	56	56	56	56	57	57	57
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
1. ศึกษา ออกแบบและเขียนแบบ - ศึกษาข้อกำหนดและฟังก์ชันการทำงานของเครื่องจักร ประชุมปรึกษาด้านเทคนิคเพื่อเชื่อมโยงการสร้างประกอบและติดตั้งตัวเครื่องจักรสำหรับผลิตต้นแบบ - ออกแบบและเขียนแบบรายละเอียดเครื่องจักร - จัดหาผู้สร้างและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องจักร										
2. จัดสร้าง ติดตาม และติดตั้งเครื่องจักร - ศึกษาชนิดของใบเลื่อยและรอยเชื่อม และวิธีการเชื่อม										
3. จัดสร้าง ติดตาม และติดตั้งเครื่องจักร - จัดจ้างสร้าง Module-1 และวิจัยความสัมพันธ์ของความเร็วการเลื่อยและการป้อน (cutting&feed speeds) - จัดสร้างเครื่องเลื่อยต้นแบบสมบูรณ์ (4-Modules)										
5. สรุปผล - สรุป/ทำรายงาน										

.....> กิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการ

————> แสดงกิจกรรมที่ทำจริง

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์จากการวิจัยในโครงการระยะที่-1 นี้ คือ ได้ต้นแบบเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบสายพานในแนวนอนที่พัฒนาต่อ ยอดแล้ว สำหรับเลื่อยไม้ขนาดเล็ก-กลาง สำหรับใช้ทดสอบเปรียบเทียบในระยะที่-2 ต่อไป

1.9 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายเมื่อสิ้นสุดการวิจัย

สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยี (โดย วช.และสกว.) และจัดสร้างให้ผู้ประกอบการแปรรูปไม้ยางพาราที่สนใจ

1.10 เอกสารอ้างอิง

1. <http://www2.oie.go.th/GWoods/> สืบค้นเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2556
2. สถาบันวิจัยยาง (2553) “ข้อมูลวิชาการยางพารา” สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
3. สุทธิ วิสุทธิเทพกุล “การปรับปรุงเทคนิคและประสิทธิภาพการใช้เลื่อยสายพานแปรรูปไม้ยางพาราให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น”, โครงการวิจัย สกว. รหัสโครงการ RDG 44-5-0040
4. กฤษดา สังข์สิงห์ และคณะ (2552) อัตราการแปรรูป คุณภาพ และสมบัติของไม้ยางพารา ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัย กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
5. รศ.ดร. ปรียานุช อภิบุญโยภาส และรศ. คุณณีย์ ส่องเมือง โครงการวิจัยเรื่อง ปริมาณผลผลิตไม้ยางพาราของอุตสาหกรรมไม้ยางพารา คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, พฤษภาคม 2551
6. Supasit Rodkwan and Siripen Supadarattanawong, “An Investigation of the Effect of Cutting Parameters on Surface Quality and Tool Wear in Parawood Machining Process”, The 18th Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand, October 18-20, 2004, Khon Kaen.

บทที่ 2

การคำนวณและออกแบบเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่

ในการออกแบบเครื่องเลื่อยในงานวิจัยนี้ได้ต่อยอดจากเครื่องต้นแบบนำเข้า โดยผ่านกระบวนการปรับปรุง พัฒนาเครื่องเลื่อยใหม่ ซึ่งมีการคำนวณและออกแบบส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 คำนวณกำลังการผลิต การคำนวณกำลังผลิตในงานวิจัยนี้คำนวณจากค่าเฉลี่ยของไม้ตั้งแต่ขนาด 5-10 นิ้ว โดยมีรายละเอียดของการคำนวณดังตัวอย่างต่อไปนี้

ความหนาแน่นของไม้ยาง ($\rho = 670 \text{ Kg} / \text{m}^3$) ท่อนไม้ซึ่งทุกขนาดยาว 1.2 เมตร

สำหรับท่อนไม้หน้าตัดขนาด 5 นิ้ว

$$\begin{aligned} m &= \rho V \\ V &= \pi r^2 L = \pi (0.0635)^2 (1.2) = 0.0152 \text{m}^3 \\ m &= 670(0.0152) = 10.18 \approx 10 \text{kg} \end{aligned}$$

สำหรับท่อนไม้หน้าตัดขนาด 8 นิ้ว

$$\begin{aligned} m &= \rho V \\ V &= \pi r^2 L = \pi (0.1016)^2 (1.2) = 0.0389 \text{m}^3 \\ m &= 670(0.0389) = 26.07 \approx 26 \text{kg} \end{aligned}$$

สำหรับท่อนไม้หน้าตัดขนาด 10 นิ้ว

$$\begin{aligned} m &= \rho V \\ V &= \pi r^2 L = \pi (0.127)^2 (1.2) = 0.0608 \text{m}^3 \\ m &= 670(0.0608) = 40.71 \approx 41 \text{kg} \end{aligned}$$

เพื่อความเหมาะสมในการดำเนินงานและการจัดการในขณะเลื่อย *สมมุติ* ให้ปรับความเร็วสายพานป้อนท่อนไม้อยู่ที่ 6 เมตร/นาที ด้วยความเร็วของสายพานป้อนดังกล่าวส่งผลให้สามารถเลื่อยไม้ยาง 4 ท่อน/นาที (ความยาวรวม 4.8 เมตร) เมื่อเข้าสู่ภาวะปกติ (ความเร็วสายพานลำเลียงจะออกแบบให้สามารถปรับความเร็วได้ ในระหว่างการเก็บข้อมูลวิจัย โดยจะออกแบบให้มีความเร็วสูงสุดได้ถึง 10-15 เมตร/นาที) ดังนั้นกำลังการผลิตเฉลี่ยเมื่อทดสอบขนาดของเครื่องเลื่อยใหม่ในงานวิจัยนี้จะกำหนดให้อยู่ที่ประมาณ 5 ตันต่อชั่วโมง ดังที่แสดงผลในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงกำลังการผลิตเฉลี่ยเมื่อลดขนาดของเครื่องเลื่อยใหม่

ขนาดไม้ยางพารา	กำลังการผลิต (ต้น/ชั่วโมง)
ขนาด 5 นิ้ว	2.40
ขนาด 8 นิ้ว	6.24
ขนาด 10 นิ้ว	9.84
กำลังผลิตเฉลี่ย (ลดขนาด)	6.16

2.2 คำนวณความเร็วใบเลื่อย

-มอเตอร์ 3 Phase 380 V, 11 kW (15 hp), 1450 rev/min

-V-pulley อัตราทด 125/190

-ขนาด pulley ขับใบเลื่อย $\phi = 600$ mm.

$$\begin{aligned}\text{ความเร็วรอบของ Pulley ขับใบเลื่อย} &= 1450 \text{ rev/min} \times (125/190) \\ &= 954 \text{ rev/min}\end{aligned}$$

ความเร็วเชิงเส้นของใบเลื่อย $V = \omega r$

$$V = 2\pi(954 \frac{\text{rev}}{\text{min}})(\frac{0.6}{2} \text{ m})$$

$$V = 1798 \text{ m/min}$$

$$V \approx 30 \text{ m/sec}$$

2.3 คำนวณหาความเร็วสายพาน

-มอเตอร์ 3 Phase, 1.5 kW (2 hp), 1450 r/min

-Worm gear อัตราทด 1/30 คัดจาก Sprocket 14 ฟัน

-ระยะ pitch ระหว่างข้อต่อสายพาน = 38.1 mm จะได้ $14 \times 38.1 = 533.4$ mm/รอบ (เท่ากับเส้นรอบวง นำไปหา รัศมี ของ Sprocket ตัวขับได้) และจาก Control panel สามารถเลือกความเร็วสูงสุดได้ถึง 25 m/min

$$\text{ดังนั้นความเร็วรอบของ Sprocket} = 25(1000)/533.4 = 46.87 \text{ rev/min}$$

$$\text{และอัตราทดที่ได้} \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{1450}{46.87} = 30.93 \approx 30$$

ดังนั้นถ้าขนาด sprocket ขับสายพาน 14 ฟัน $\phi \sim 160$ mm. และ

$$\text{ความเร็วรอบของ worm gear ขับสายพาน} = (1/30)1450 \text{ r/min} = 48.33 \text{ rev/min}$$

ความเร็วเชิงเส้นของสายพานป้อนท่อนไม้

$$V = \omega r$$

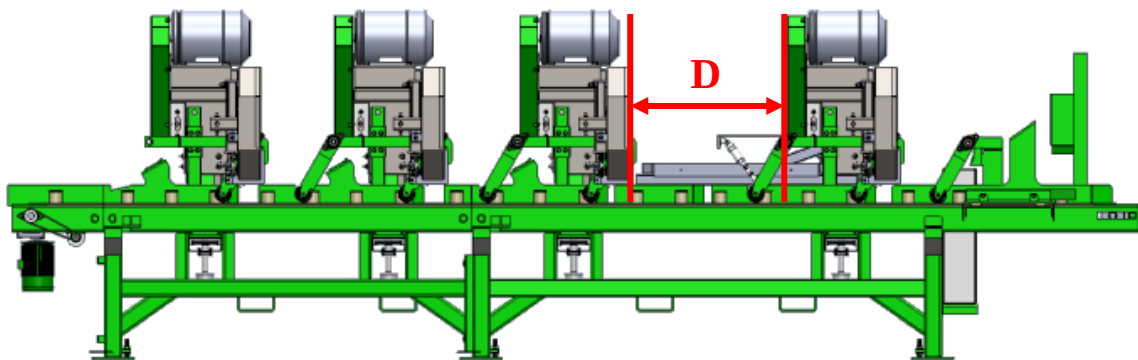
$$V = 2\pi(48.33 \frac{\text{rev}}{\text{min}})(\frac{0.160}{2} \text{m})$$

$$V = 24.28 \text{m} / \text{min}$$

$$V \approx 0.40 \text{m} / \text{sec} \text{ (ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่จะศึกษาได้)}$$

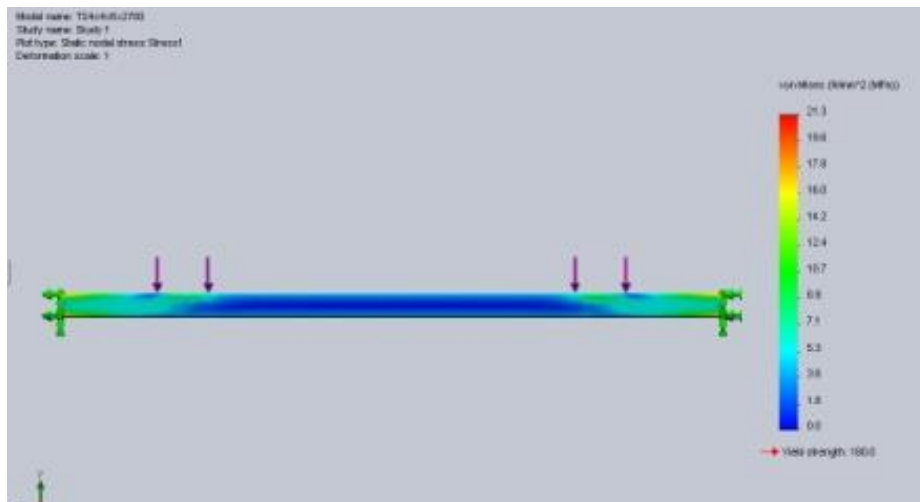
2.4 คำนวณการรับแรงส่วนโครงสร้างที่ขยาย

ในงานวิจัยนี้ได้ขยายโครงสร้างคานระหว่างชุดเครื่องเลื่อยที่ 1 และที่ 2 ใหม่เพื่อใช้สำหรับวางระบบการตะปุกไม้ดอกซึ่งท่อนไม้จะต้องถูกเลื่อยผ่านชุดเครื่องเลื่อยที่ 1 ก่อนก่อนที่จะตะออกได้ทำให้ต้องเพิ่มความยาวของคาน ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งของคานที่ต้องขยายจากเดิมเพิ่มขึ้น

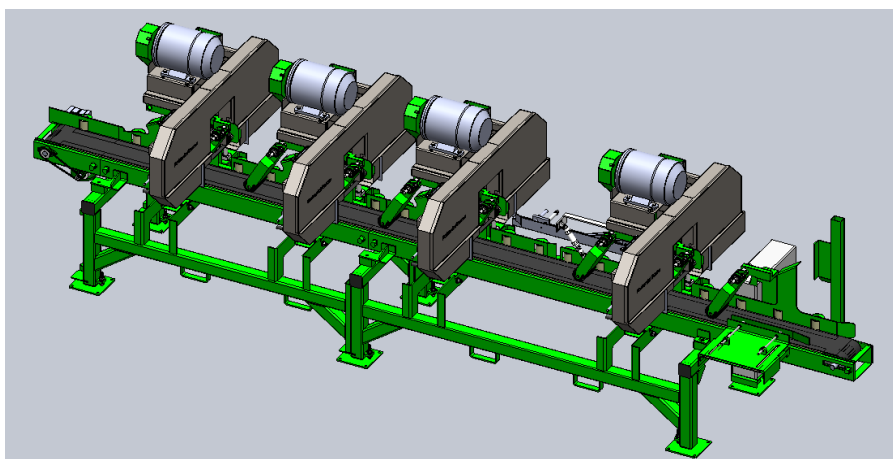
ระยะคานเดิมเท่ากับ 2,070 mm. ระยะคานใหม่เท่ากับ 2,700 mm. ความยาวคานเพิ่มขึ้นเป็นระยะ = 630 mm. น้ำหนักที่คานนี้รับอยู่ คิดเป็น 300 kg/module (ประเมินจากเนื้อเหล็ก) จากการวิเคราะห์โดยกำหนดให้ค่าแรงกระทำที่ตำแหน่งรับแรงทั้งสองในรูปที่ 2.2 และในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ที่ แรง F เท่ากับ 3,000 N/Point (F·S= 2) ไม่พบการวิบัติในส่วนของคานที่ขยายดังกล่าว



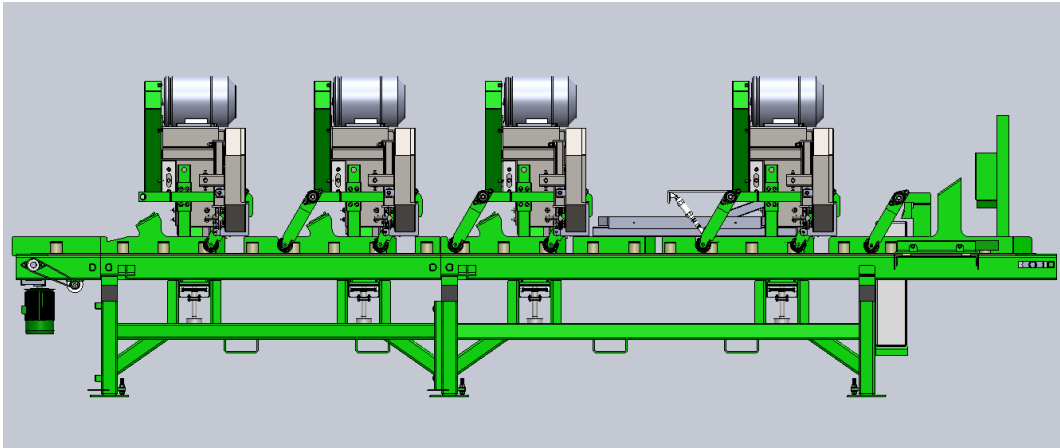
รูปที่ 2.2 แสดงผลการวิเคราะห์การวิบัติในส่วนของคานที่ขยาย

2.5 การออกแบบภาพรวมของตัวเครื่องเลื่อย

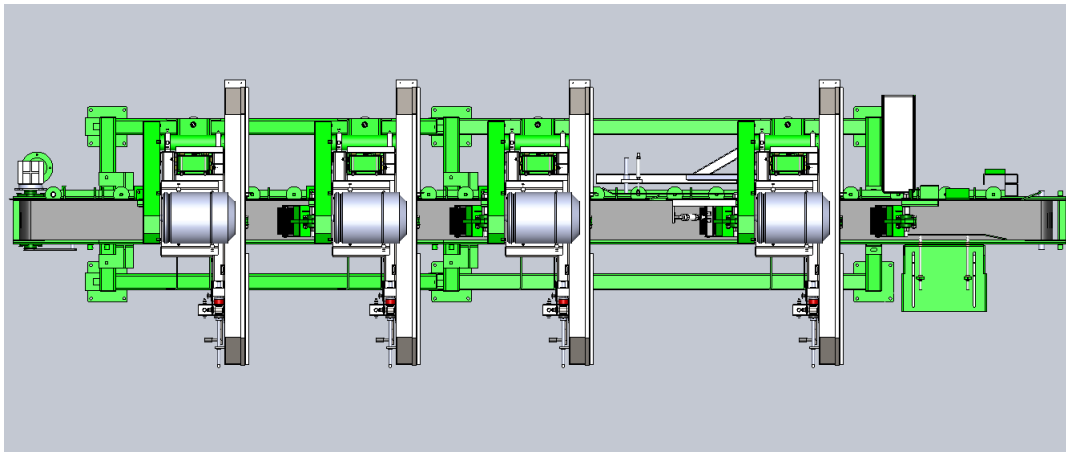
ในขั้นนี้คณะนักวิจัยได้ทำการศึกษาจากต้นแบบที่ผู้ประกอบการสั่งซื้อจากต่างประเทศมาใช้งาน ได้เก็บรวบรวมปัญหาที่เกิดจากการใช้งานจริงเพื่อหาแนวทางแก้ไขข้อเสียของเครื่องเลื่อยต้นแบบ ตลอดจนได้ทำการออกแบบ เขียนแบบรายละเอียดของโครงสร้างหลัก อุปกรณ์ประกอบ และรายละเอียดชิ้นส่วนต่างๆ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3-2.5 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของเครื่องเลื่อยในด้านต่างๆ ส่วนขนาดและข้อกำหนดของเครื่องเลื่อยต่างๆ จากการออกแบบได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 2.2



รูปที่ 2.3 แสดงภาพรวมเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสีย



รูปที่ 2.4 แสดงภาพด้านข้างเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสีย



รูปที่ 2.5 แสดงภาพด้านบนเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสีย

ตารางที่ 2.2 แสดง Specification ของเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่

เครื่องเลื่อยไม้ยางพารา	รายละเอียด	จำนวน
ขนาดเครื่องเลื่อย	กว้าง 1.81 เมตร ยาว 6.82 เมตร สูง 2.1 เมตร	-
กำลังการผลิต	5 ตัน / ชั่วโมง	-
ชุดเลื่อยไม้ยางพารา	มอเตอร์ 15 HP 3 Phase 380 Volt 1450 rpm	4 ตัว
ชุดสายพานลำเลียงไม้ยาง	สายพานลำเลียงกว้างขนาด 10 -12 นิ้ว	1 ชุด
ชุดขับสายพานลำเลียง	มอเตอร์ 2 HP 2 Phase 220 Volt	1 ตัว
ชุดลูกกลิ้ง	ชนิดพื้นเฟืองขนาด 5 นิ้ว	8 ชุด
ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า (พร้อมระบบ overload)	ควบคุมการทำงานของชุดเลื่อย	1 ตู้
ชุดตะปอกไม้ยางด้านบน	ระบบตะปอกไม้ทำงานโดยใช้นิวแมติกส์ 2 ตัว	1 ชุด
ชุดแปลงทำความสะอาดสายพาน	ติดตั้งอยู่ตรงท้ายสุดของชุดสายพานลำเลียง	1 ชุด

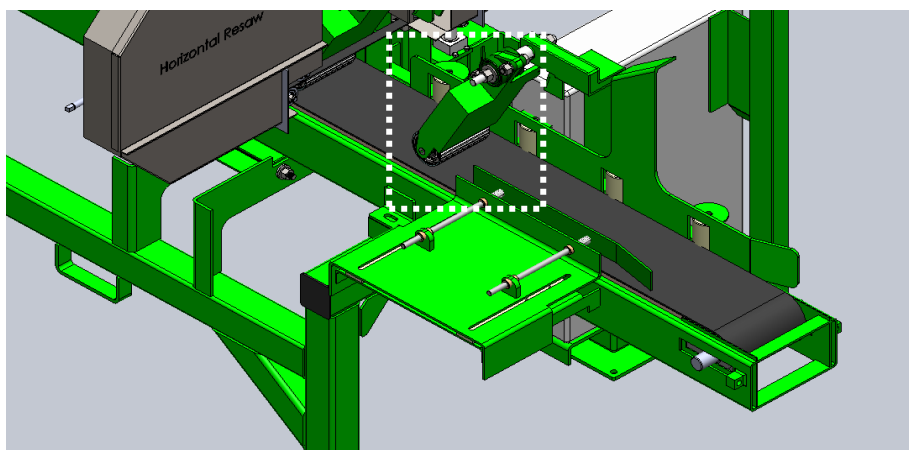
ในขั้นต้นของกระบวนการจัดสร้างในงานวิจัยนี้จะดำเนินการสร้างชุดเลื่อยขึ้นมา 1 ชุด ก่อน (โมดูลชุดเลื่อยที่ 1) เพื่อที่จะทดสอบความสัมพันธ์ของความเร็วในการเลื่อยของใบเลื่อยกับความเร็วในการป้อนไม้ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร โดยอ้างอิงจากเครื่องเลื่อยที่นำเข้าและทดสอบ เลื่อยที่ความเร็วการเลื่อยที่ค่าต่างๆ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของผิวไม้ โดยจะติดตั้ง Inverter สำหรับใช้ในการปรับความเร็วของใบเลื่อยที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งความเร็วของใบเลื่อยที่ได้จะผลต่อกำลังทางไฟฟ้าที่ใช้ คุณภาพของผิวเลื่อย

2.6 การปรับปรุงและพัฒนาเครื่องเลื่อยแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสีย

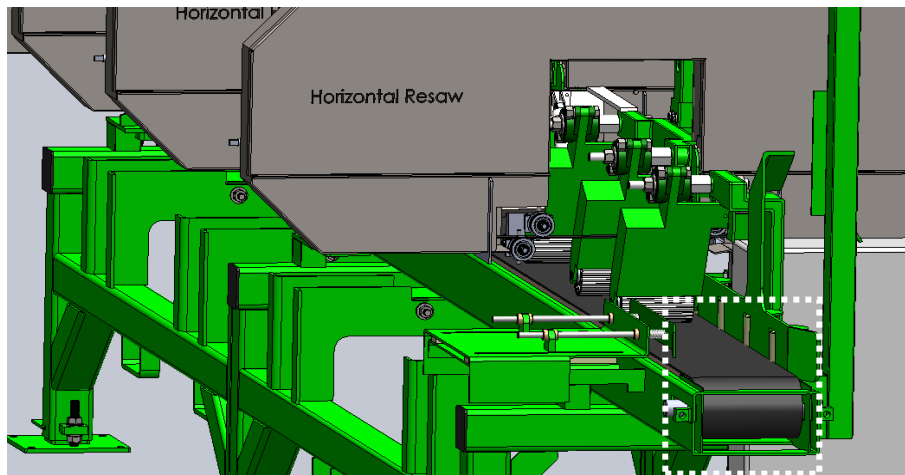
สำหรับการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องเลื่อยแบบใหม่เพื่อให้สามารถทำงานได้ดียิ่งขึ้น โดยนำข้อบกพร่องของเครื่องเลื่อยนำเข้ามาปรับปรุงในส่วนต่างๆ โดยแบ่งออกเป็นกิจกรรมการดำเนินงานและข้อเปรียบเทียบถึงความแตกต่างระหว่างเครื่องที่ออกแบบใหม่และเครื่องนำเข้าใน ประเด็นต่างๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 ปรับปรุงและพัฒนาชุดลูกกลิ้งและสายพานในการป้อนไม้ยางพารา

เป็นการออกแบบชุดลูกกลิ้งให้เหมาะสมกับการป้อนไม้ยางพาราไม่ให้เกิดการลื่นไถลหรือ ดัดขั้ดขณะเลื่อย โดยการออกแบบลูกกลิ้งใหม่ให้มีลักษณะเป็นฟันเฟืองเพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน ระหว่างลูกกลิ้งกับผิวของท่อนไม้ส่งผลให้ไม้ช่วยส่งผ่านท่อนไม้เข้าสู่ชุดเลื่อยได้ดีขึ้นในสภาพผิว ท่อนไม้ต่างๆ ดังแสดงตำแหน่งติดตั้งในรูปที่ 2.6 นอกจากนี้ยังออกแบบสายพานลำเลียงท่อนไม้ แบบผิวเรียบให้ขยายความกว้างเพื่อรองรับไม้ยางพาราที่ขนาดโตขึ้นได้ (ให้รับไม้ขนาด 10 – 12 นิ้ว ได้) ดังแสดงในรูปที่ 2.7



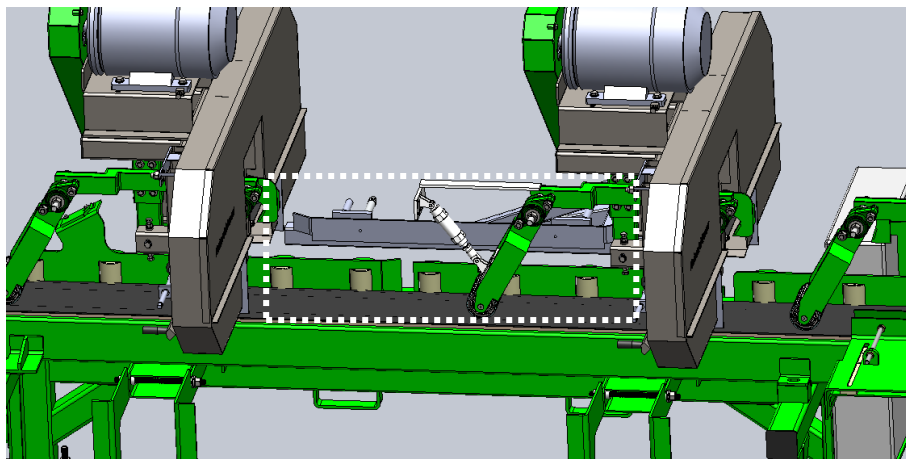
รูปที่ 2.6 การออกแบบลูกกลิ้งแบบใหม่เพื่อป้องกันการดัดขั้ดของท่อนไม้



รูปที่ 2.7 แสดงสายพานลำเลียงท่อนไม้ยางพารา

กิจกรรมที่ 2 ปรับปรุงการเลื่อยกรณีท่อนไม้มีตาไม้เพื่อป้องกันการติดขัดของชุดใบเลื่อย

ออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาการเลื่อยที่ติดขัดเนื่องจากปิกไม้ที่มีตาหรือกิ่ง ที่ป้อนผ่านชุดเลื่อยที่ 1 มาแล้ว โดยจะเว้นช่องว่างระหว่างชุดเลื่อยที่ 1 กับชุดเลื่อยที่ 2 เพื่อติดตั้งชุดนิวแมติกส์ 2 จุด สำหรับเตะเอาปิกไม้ออกก่อนที่จะเข้าสู่ชุดใบเลื่อยที่ 2 พร้อมระบบจับสัญญาณตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ 2.8

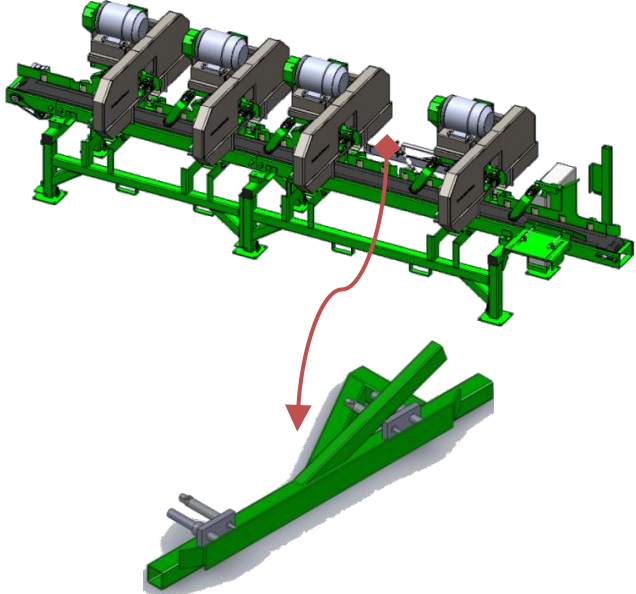


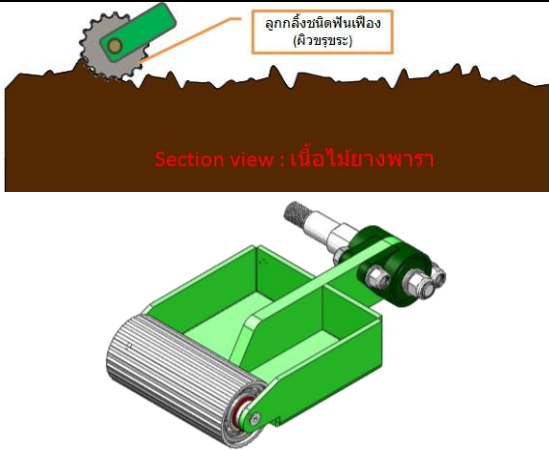
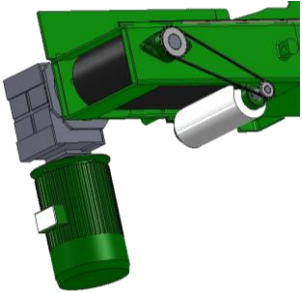
รูปที่ 2.8 แสดงระบบนิวแมติกส์และตำแหน่งติดตั้งสำหรับเตะปิกไม้ออก

กิจกรรมที่ 3 ปรับปรุงคุณสมบัติของใบเลื่อยสายพานที่ใช้เลื่อยไม้ยางพารา

เพื่อศึกษาคุณสมบัติของใบเลื่อยสายพาน การเชื่อมต่อใบเลื่อยที่ถูกต้องเพื่อหาคุณสมบัติการเชื่อมต่อใบเลื่อยที่เหมาะสม โดยการเปรียบเทียบวิธีการเชื่อมต่อแบบเก่ากับวิธีการเชื่อมต่อแบบใหม่ นำชิ้นงานที่ได้จากการเชื่อมต่อทั้ง 2 วิธีมาทดสอบ (ได้แสดงผลการศึกษาไว้ในบทที่ 3)

2.7 ข้อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเครื่องเลื่อยนำเข้าและเครื่องเลื่อยใหม่จากงานวิจัย

เครื่องเลื่อยนำเข้า	เครื่องเลื่อยแบบใหม่ (งานวิจัย)
1) ระบบตะปิกไม้ -ไม่มี 	-ออกแบบเพิ่มระบบตะปิกไม้ระหว่างชุดใบเลื่อยที่ 1 กับชุดใบเลื่อยที่ 2 โดยทำหน้าที่ในการเอาปิกไม้ที่เลื่อยผ่านชุดใบเลื่อยที่ 1 ออกก่อนที่จะท่อนไม้จะถูกป้อนเข้าสู่ชุดใบเลื่อยที่ 2 เพื่อป้องกันการติดขัดในระหว่างการเลื่อย ในขั้นตอนนี้ทำให้ต้องออกแบบขยายโครงสร้างระหว่างชุดใบเลื่อยที่ 1 กับชุดใบเลื่อยที่ 2 และออกแบบระบบตะปิกไม้ด้วยนิวแมติกส์และสัญญาณควบคุมตำแหน่งทำงาน 
2) ชุดลูกกลิ้ง ลักษณะลูกกลิ้ง : ชนิดผิวเรียบ -เกิดปัญหาติดขัดในระหว่างการป้อนท่อนไม้ เนื่องมาจากการยึดเกาะค่อนข้างน้อยที่บริเวณผิวลูกกลิ้ง(ผิวเรียบ)กับผิวของท่อนไม้ซึ่งมีลักษณะผิวขรุขระและมีตาไม้	ลักษณะลูกกลิ้งใหม่: ชนิด gear roller -ทำการออกแบบลูกกลิ้งให้มีลักษณะเป็นฟันเฟือง เพื่อเพิ่มการจับยึดระหว่างผิวของลูกกลิ้งกับผิวของท่อนไม้ให้ดียิ่งขึ้น และทำให้ลดปัญหาและป้องกันการสั่นไถลของท่อนไม้ระหว่างการป้อน

	
3) ชุดแปรงขัดฝุ่นจี้เลื่อย -ไม่มี 	-ออกแบบและติดตั้งชุดแปรงขัดฝุ่นจี้เลื่อยบริเวณส่วนปลายของชุดสายพานลำเลียง เพื่อทำหน้าที่ในการขัดฝุ่นจี้เลื่อยที่ติดอยู่บริเวณข้อต่อและผิวของสายพาน ทำให้ลดการเสียดสีและลดการติดขัดในระหว่างการทำงานของชุดสายพานลำเลียง รวมทั้งยืดอายุการใช้งานและลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาสายพาน 
4) ประเด็นอื่นๆ	-ได้ปรับปรุงส่วนปลีกย่อยต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากเครื่องเลื่อยเดิม เช่น (ปรับระยะการบังคับใบเลื่อยไม่ให้เกิดการสะดุดขณะทำการเลื่อย การป้องกันฝุ่นจี้เลื่อยเข้าไปในชุดมULEสายพานเลื่อย การปรับเปลี่ยนชนิดของร่องสายพานของมULE เป็นต้น

ในส่วนความใหม่และนวัตกรรมที่เป็นผลจากโครงการวิจัยนี้ นักวิจัยได้ปรึกษากับฝ่ายจัดการทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้รับคำแนะนำให้จดสิทธิบัตรเครื่องเลื่อยที่ได้ออกแบบและจัดสร้างใหม่ในงานวิจัยนี้ เนื่องจากมีประเด็นความแตกต่างของระบบข้างต้นที่ไม่ซ้ำกับเครื่องเลื่อยต้นแบบที่นำเข้า ดังแสดงถึงร่างสิทธิบัตรที่ได้แนบมาด้วย

2.8 เอกสารอ้างอิง

1. P.B. Beer, E. R. Johnston, Jr., and J. T. DeWolf, “Mechanics of Materials”, 4th ed. McGraw-Hill, Singapore, 2006.
2. <http://www.disstontools.com/bandsaws.html> สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2555

บทที่ 3

การเชื่อมใบเลื่อย

ในรายละเอียดของการวิจัยปรับปรุงสมบัติของรอยเชื่อมใบเลื่อยสายพานที่ใช้เลื่อยไม้ยางพารา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยึดอายุของใบเลื่อยสายพานที่ขาดบ่อยในขณะใช้งาน การดูแลบำรุงรักษาใบเลื่อย โดยจะทำการศึกษารอยเชื่อมต่อของใบเลื่อยสายพานเพื่อหาคุณสมบัติของรอยเชื่อมที่เหมาะสมและวิธีการชุบแข็งของรอยเชื่อมใบเลื่อยสายพานเป็นสำคัญ ส่วนขนาดความหนา ความกว้างของใบเลื่อยอาจศึกษาเพิ่มเติมหลังจากการสร้างเครื่องในขอบเขตที่ขนาดของมูลจะสามารถรับได้ รายละเอียดที่ศึกษาได้รายงานไว้แล้วในบทที่ 3 มีดังต่อไปนี้

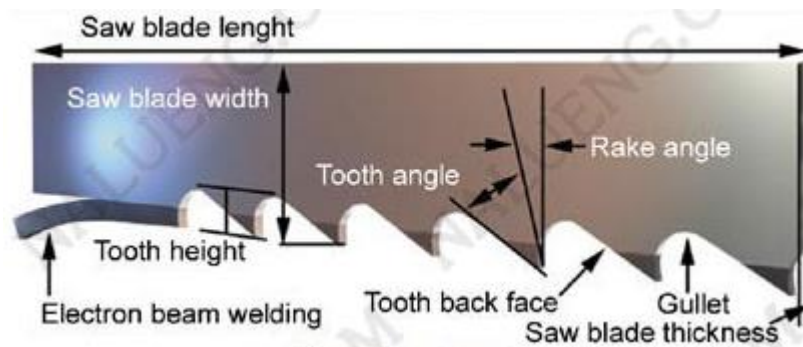
3.1 หลักการและความรู้เบื้องต้นของใบเลื่อย

ใบเลื่อยเป็นอุปกรณ์ของเครื่องเลื่อยที่มีความสำคัญมาก ทำหน้าที่ตัดเนื้อชิ้นงาน ใบเลื่อยเครื่องทำจากเหล็กทรงสูง มีความแข็งแรงแต่เปราะ ดังนั้นการประกอบใบเลื่อยเข้ากับชุดเลื่อยและมูลจะต้องประกอบให้ถูกวิธีและให้ใบเลื่อยตึงพอประมาณ เพื่อป้องกันไม่ให้ใบเลื่อยหัก ส่วนต่างๆของใบเลื่อยประกอบด้วยความกว้าง ความยาว ความหนา และจำนวนฟันใบเลื่อย ซึ่งมีทั้งฟันหยาบและฟันละเอียด จำนวนฟันใบเลื่อยบอกเป็นจำนวนฟันต่อนิ้ว เช่น 10 ฟันต่อนิ้ว เป็นต้น

3.1.1 ลักษณะของใบเลื่อย

ลักษณะของใบเลื่อยและชื่อเรียกที่สำคัญ ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 รายละเอียดประกอบด้วย

1. ความยาวของใบเลื่อย
2. ความกว้างของใบเลื่อย กว้าง 12.7 มม. หรือ 1/2 นิ้ว
3. ความหนาของใบเลื่อย หนา 0.64 มม. หรือ 0.025 นิ้ว
4. การวัดจำนวนฟันของใบเลื่อย คือ วัดระยะห่างของยอดฟันหนึ่งถึงยอดฟันหนึ่ง- ในระบบเมตริก เรียกว่าระยะพิท Pitch (P)
 - ในระบบอังกฤษ จะวัดขนาดความถี่ห่างของฟันเลื่อยนิยมบอกเป็นจำนวนฟันต่อความยาว 1 นิ้วจำนวนฟัน/นิ้ว 32
 - วัสดุที่ใช้แข็งมาก เช่น เหล็กทำเครื่องมือ เหล็กกล้า แผ่นโลหะ ท่อบางๆ



รูปที่ 3.1 ลักษณะของใบเลื่อย

3.1.2 คลองเลื่อย (Free Cutting Action)

คลองเลื่อย คือ ความกว้างของร่องบนวัสดุงาน หลังจากที่มีการตัดเฉือน ปกติคลองเลื่อยจะมีขนาดความหนามากกว่าใบเลื่อย ทั้งนี้ ถ้าไม่มีคลองเลื่อย ขณะทำการเลื่อยใบเลื่อยก็จะติด ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ใบเลื่อยหัก

3.1.3 ลักษณะของคลองเลื่อย

1. คลองเลื่อยฟันสลับ ลักษณะฟันเลื่อยจะสลับซ้ายกับขวาตลอดใบเลื่อย ฟันเลื่อยลักษณะนี้เหมาะสำหรับใช้กับเครื่องเลื่อยกล
2. คลองเลื่อยแบบฟันคลื่น ลักษณะฟันเลื่อยจะเลื่อยเป็นคลื่น ฟันเลื่อยลักษณะนี้เหมาะสำหรับใช้งานกับเลื่อยมือ
3. คลองเลื่อยแบบตอก ลักษณะฟันเลื่อยจะมีมุมฟรีทั้งสองข้าง ฟันเลื่อยลักษณะนี้เหมาะสำหรับใช้งานกับเลื่อยวงเดือน

3.1.4 ทิศทางการตัดเฉือน

การทำงานของคมเลื่อยประกอบด้วยทิศทางที่สำคัญ 2 ทิศ ได้แก่ ทิศทางการกดลงและทิศทางการดันไปข้างหน้า ทิศทางทั้ง 2 เป็นตัวทำให้เกิดการตัดเฉือนขึ้น แรงที่กระทำการกดและการดันจะต้องสัมพันธ์กัน ถ้าแรงใดมากเกินไปหรือฝืนอาจจะทำให้ใบเลื่อยหักได้

3.1.5 การประกอบใบเลื่อยเข้ากับโครงเลื่อย

การประกอบใบเลื่อยเข้ากับ โครงเลื่อยต้องระวังทิศทางของฟันเลื่อย จะต้องใส่ให้ถูกทิศทางเนื่องจากจังหวะถอยกลับของโครงเลื่อย จะเป็นจังหวะที่ทำการตัดเฉือน เพื่อตัดเฉือนชิ้นงาน การประกอบใบเลื่อยต้องผ่อนตัวดึงใบเลื่อยให้ยื่นออกแล้วใส่ใบเลื่อยเข้าไปให้รูของใบเลื่อยตรงกับ

สลักร้อยทั้ง 2 ข้าง ของโครงเกลียว จากนั้นปรับตัวดึงใบเกลียวให้พอดีๆ แล้วปรับขยับใบเกลียวให้ตั้งฉากโดยการใช้ค้อนเคาะเบาๆ ให้ใบเกลียวแนบสนิทกับตัวดึงใบเกลียว จึงขันให้ตึงอีกครั้งด้วยแรงมือ

3.1.6 การจับยึดชิ้นงานสำหรับงานเกลียว

การจับงานที่ผิดวิธี ถ้าฝืนเกลียว ใบเกลียวจะหัก การจับงานที่ถูกต้องวิธี ปากของปากกาจะต้องกดขนานกันทั้ง 2 ปาก จับชิ้นงานแน่น ใช้เหล็กหนุนช่วยในการจับ ดันปากของปากกาให้ขนาน กดชิ้นงานแน่นเมื่อขันเกลียวจะทำให้ชิ้นงานไม่หลุด

3.1.7 การวัดตัดชิ้นงาน

การเลื่อยชิ้นงานขนาดเดียวกันจำนวนมากๆ ถ้าตั้งวัดงานทุกครั้งที่ทำกรตัด จะใช้เวลามาก และขนาดของชิ้นงานจะไม่เท่ากัน มีโอกาสคลาดเคลื่อนได้ วิธีการแก้ไขในการตัดชิ้นงานขนาดเดียวกันจำนวนมากๆ โดยการตั้งวัดระยะงานชิ้นแรก แล้วใช้แซนตั้งระยะช่วยในการเลื่อยชิ้นงานชิ้นต่อไป

3.1.8 การใช้แซนตั้งระยะ

แซนตั้งระยะ ช่วยในการวัดชิ้นงานที่ต้องการตัดจำนวนมากๆ ให้ได้ขนาดเดียวกันทุกชิ้น แซนตั้งระยะสามารถปรับระยะได้ โดยการขันสกรูยึดให้แน่น และมีมือหมุนขันแน่น เมื่อปรับได้ที่ต้องการแล้วต้องขันแน่นทั้ง 2 จุด เพราะเมื่อดันชิ้นงานเข้ามาตัดใหม่จะเกิดการกระแทก อาจทำให้ขนาดเปลี่ยนแปลงไปได้

3.1.9 การเลือกใช้ใบเลื่อยให้เหมาะสม

จำนวนฟัน/นิ้ว 14, 16, 18 - วัสดุที่ใช้ควรเป็นวัสดุอ่อน เช่น ดินบุก ทองแดง ตะกั่ว อะลูมิเนียม พลาสติก เหล็กเหนียว

- ช่วงยาวของแนวตัด มากกว่า 40 mm ขึ้นไป จำนวนฟัน/นิ้ว 22, 24
- วัสดุที่ใช้ควรเป็นวัสดุแข็งปานกลาง เช่น เหล็กหล่อ เหล็กโครงสร้าง ทองเหลือง
- ช่วงยาวของแนวตัด น้อยกว่า 40 mm ลงมา

3.2 ขั้นตอนของการเชื่อมใบเกลียว

สำหรับการเชื่อมใบเกลียวสำหรับเกลียวไม้ยางพาราที่ศึกษาใหม่ในงานวิจัยนี้จะเชื่อมโดยกรรมวิธีการเชื่อมแบบทิก (Tungsten arc welding) โดยในการเชื่อมมีการเติมลวดเชื่อม สำหรับการเชื่อมจะมีทั้งการเชื่อมด้านเดียวและทั้งสองด้าน เพื่อดูความแตกต่างในด้านความแข็งแรงของแนวเชื่อม โดยมี

ตัวแปรในการทดลองเชื่อมดังต่อไปนี้ และแผนงานการทดลองในตารางที่ 3.1 และวิธีการเชื่อมดังต่อไปนี้

กระแสไฟเชื่อม	42	แอมแปร์
ความเร็วเดินเชื่อม	100	มิลลิเมตรต่อนาที
ลวดเชื่อม	ER70s-6	ขนาด 1.2 มิลลิเมตร
ลักษณะกระแสเชื่อม	DC-	
แก๊สไหล	10	ลิตรต่อนาที
ระยะอาร์ค	1	มิลลิเมตร

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรในการทดลอง

การเชื่อม	ให้ความร้อนหลังการเชื่อม (องศาเซลเซียส)	เวลา (วินาที, นาที)
เชื่อมด้านเดียว	350	15 นาที
เชื่อมด้านเดียว	500	18 วินาที
เชื่อมสองด้าน	350	15 นาที
เชื่อมสองด้าน	500	18 วินาที

2.1 เตรียมใบเลื่อยในการเชื่อมให้ตรง โดยใช้การเจียรที่ปลายผิวของชิ้นงาน ให้ส่วนปลายของใบเลื่อยตั้งฉากด้วยกัน และควรลบครีบบริเวณรอยต่อให้เรียบร้อย ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ผิวรอยต่อของชิ้นงานก่อนการเชื่อม

2.2 นำใบเลื่อยไปเชื่อมที่จุดรอยขาด (เชื่อมแตก) เพื่อให้ชิ้นงานยึดติดกัน โดยในการเชื่อมให้ชิ้นงานต่อชนกัน (Butt joint) จนสนิททั้งสองชิ้น ดังรูปที่ 3.3



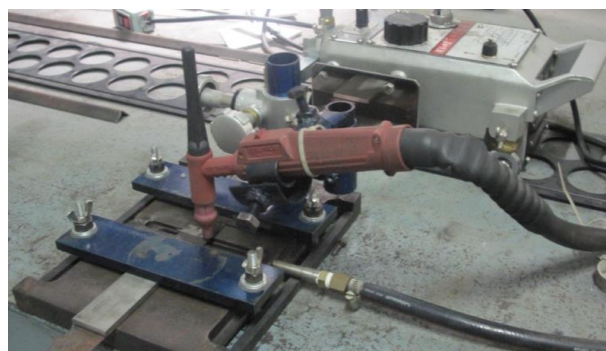
รูปที่ 3.3 การเชื่อมแท่งชิ้นงานก่อนการเชื่อม

2.3 หลังจากนั้นใช้หินเจียรนัยมือ ที่มีใบเจียรเป็นใบกระดาศทรายขัดผิวชิ้นงานบริเวณรอยต่อ เพื่อกำจัดคราบสกปรกและสนิมที่เกิดขึ้นบนแนวเชื่อม ดังรูปที่ 4



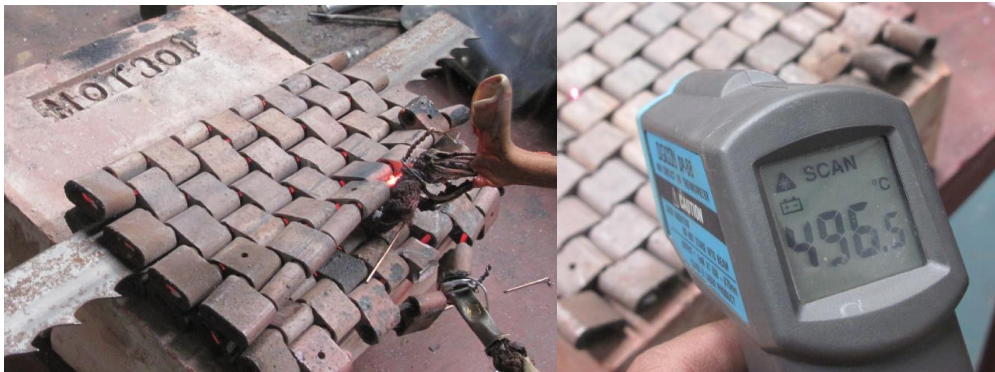
รูปที่ 3.4 การขัดผิวสนิมก่อนการเชื่อม

2.4 หลังจากนั้นนำใบเลื่อยมาจับด้วยตัวยึด (Jig) แล้วเชื่อมตามตัวแปรที่ได้ตั้งค่าไว้จากการเชื่อม และเดินเชื่อมด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การเชื่อมใบเลื่อย

2.6 จากนั้นนำใบเลื่อยที่ผ่านการเชื่อมไปให้ความร้อนหลังจากการเชื่อม (Post Heat) ที่อุณหภูมิตามตัวแปรที่ได้กำหนดไว้ ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การให้ความร้อนหลังจากการเชื่อม

3.3. ผลการทดลอง

หลังจากการเชื่อมก็นำชิ้นงานไปทดสอบสมบัติทางกล โดยการทดสอบแรงดึงของชิ้นงาน การทดสอบแรงดึงเพื่อหาค่าความแข็งแรงของงานเชื่อม (Strength of weld) โดยการทดสอบแรงดึงในงานเชื่อมจะนำชิ้นทดสอบที่เตรียมโดยการตัดตามขวางกับรอยเชื่อมไปทดสอบแรงดึง การทดสอบความแข็งแรงของแนวเชื่อม การทดสอบแรงคัดของแนวเชื่อม และการตรวจดูโครงสร้างและลักษณะของแนวเชื่อม ซึ่งผลการทดลองแสดงดังต่อไปนี้

3.3.1 ลักษณะของชิ้นงานหลังจากการเชื่อม

3.3.1.1 ตัวแปร เชื่อมด้านเดียว, Post Heat 350 °C, 15 นาที



รูปที่ 3.7 ชิ้นงานหลังการเชื่อมที่ตัวแปร เชื่อมด้านเดียว, Post Heat 350 °C, 15 นาที

หลังจากการเชื่อมลักษณะทางกายภาพพบว่า ชิ้นงานยึดติดกันได้สมบูรณ์ โดยบริเวณรอยต่อของชิ้นงาน (แนวเชื่อม) มีขนาดแนวเชื่อมที่เล็กและแคบ ลักษณะแนวเชื่อมไม่นูนสูงมาก ไม่พบจุดบกพร่องบนแนวเชื่อมและชิ้นงานไม่บิดตัวหลังจากการเชื่อมและให้ความร้อน ดังรูปที่ 3.7

3.3.1.2 ตัวแปร เชื่อมด้านเดียว, Post Heat 500 °C, 18 วินาที



รูปที่ 3.8 ชิ้นงานหลังการเชื่อมที่ตัวแปร เชื่อมด้านเดียว, Post Heat 500 °C, 18 วินาที

หลังจากการเชื่อมลักษณะทางกายภาพพบว่า ชิ้นงานยึดติดกันได้สมบูรณ์ แต่บริเวณปลายรอยต่อทั้ง 2 ด้านของชิ้นงานเกิดจุดบกพร่องแบบกักขอบ โดยบริเวณแนวเชื่อมมีขนาดแนวเชื่อมที่ใหญ่และกว้างกว่าที่ตัวแปรเชื่อมด้านเดียว, Post Heat 350 °C, 15 นาที ไม่พบจุดบกพร่องบนแนวเชื่อมและชิ้นงานบิดตัวเล็กน้อยหลังจากการเชื่อมและให้ความร้อน ดังรูปที่ 3.8

3.3.1.3 ตัวแปร เชื่อมสองด้าน, Post Heat 350 °C, 15 นาที



รูปที่ 3.9 ชิ้นงานหลังการเชื่อมที่ตัวแปร เชื่อมสองด้าน, Post Heat 350 °C, 15 นาที

แนวเชื่อมหลังจากการเชื่อมพบว่า ชิ้นงานยึดติดกันได้สมบูรณ์ แต่บริเวณปลายรอยต่อทั้ง 2 ด้านของชิ้นงานเกิดจุดบกพร่องแบบกักขอบของแนวเชื่อมเล็กน้อย โดยการเชื่อมสองด้านทำให้การซึมลึกของชิ้นงานสูงขึ้น บริเวณแนวเชื่อมจึงมีขนาดแนวเชื่อมที่ใหญ่และกว้างกว่าที่ตัวแปรเชื่อมด้านเดียว ไม่พบจุดบกพร่องบนแนวเชื่อมและชิ้นงานบิดตัวเล็กน้อยหลังจากการเชื่อมและให้ความร้อน ดังรูปที่ 3.9

3.3.1.4 ตัวแปร เชื่อมสองด้าน, Post Heat 500 °C, 18 วินาที



รูปที่ 3.10 ชิ้นงานหลังการเชื่อมที่ตัวแปร เชื่อมสองด้าน, Post Heat 500 °C, 18 วินาที

แนวเชื่อมหลังจากการเชื่อมพบว่า ชิ้นงานยึดติดกันได้สมบูรณ์ แต่บริเวณปลายรอยต่อทั้ง 2 ด้านของชิ้นงานเกิดจุดบกพร่องแบบกักขอบของแนวเชื่อมเล็กน้อย โดยการเชื่อมสองด้านทำให้การซึมลึกของชิ้นงานสูงขึ้น บริเวณแนวเชื่อมจึงมีขนาดแนวเชื่อมที่ใหญ่และกว้างกว่าที่ตัวแปรเชื่อมด้านเดียว ไม่พบจุดบกพร่องบนแนวเชื่อมและชิ้นงานบิดตัวเล็กน้อยหลังจากการเชื่อมและให้ความร้อน ดังรูปที่ 3.10

3.3.1.5 ตัวแปร MIG

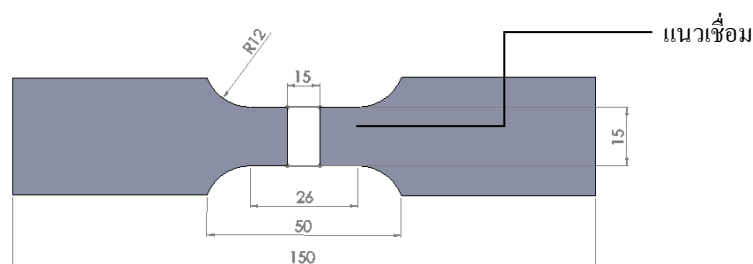


รูปที่ 3.11 ชิ้นงานหลังการเชื่อมที่ตัวแปร MIG

แนวเชื่อมหลังจากการเชื่อมพบว่า ชิ้นงานยึดติดกันได้สมบูรณ์ บริเวณปลายของใบเลื่อย ไม่พบจุดบกพร่องแบบกักขอบบริเวณแนวเชื่อม โดยจากภาพการเชื่อมมีการซึมลึกของชิ้นงานสูง บริเวณแนวเชื่อมจึงมีขนาดแนวเชื่อมที่ใหญ่และกว้างกว่าที่ตัวแปรเชื่อมด้านเดียว ไม่พบจุดบกพร่องอื่นๆ บนแนวเชื่อมและชิ้นงานไม่เกิดการบิดตัวหลังจากการเชื่อมและให้ความร้อน ดังรูปที่ 3.11

3.3.2 ค่าความต้านทานแรงดึง

การเตรียมชิ้นทดสอบแรงดึงของเหล็กเครื่องมือที่ใช้ทำใบเลื่อย เพื่อนำค่าจากการทดสอบแรงดึงของเนื้อโลหะเดิมและเนื้อโลหะที่ผ่านการเชื่อมจากโรงงานเลื่อยไม้ยางพารา (การเชื่อมแบบมิก) ไปเปรียบเทียบกับค่าความแข็งแรงแรงดึงที่ทำการเชื่อมจากการทดลองในสถานวิจัย (การเชื่อมแบบทิก) โดยการนำไปลดขนาดด้วยเครื่องกัดและกัดขึ้นรูปเป็นชิ้นงานทดสอบความแข็งแรงดึงตามมาตรฐาน ASTM (E8) ดังรูปที่ 3.12 ขนาดของชิ้นทดสอบ ดังนี้



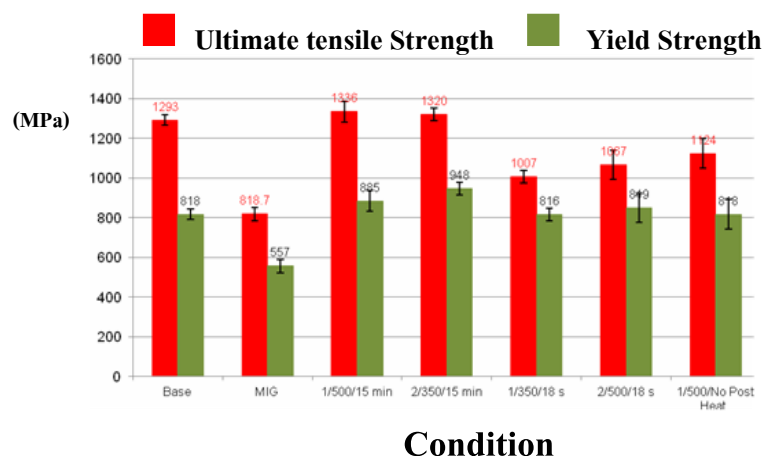
รูปที่ 3.12 ชิ้นงานทดสอบแรงดึงตามมาตรฐาน ASTM (E8)

ชิ้นทดสอบแบบลดขนาดตามมาตรฐานงานแบน นำมาทดสอบแรงดึง ตามขวางกับแนวเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 3.13 ที่อุณหภูมิห้องและความเร็วในการดึง 1.67×10^{-2} มิลลิเมตร/วินาที โดยใช้มาตรฐาน ASTM (E8) เพื่อหาค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด และค่าเปอร์เซ็นต์การยืดหลังจากการเสียรูป ซึ่งผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 3.14 และข้อมูลในตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.13 ลักษณะชิ้นงานที่ใช้ทดสอบการดึง

ขั้นตอนทดสอบที่ผ่านการดึงเพื่อให้ทราบค่าความต้านทานแรงดึงจะขาดบริเวณรอยต่อเชื่อม ซึ่งจะมีลักษณะการขาดแบบพื้นปลา ซึ่งเป็นลักษณะการขาดแบบแข็ง เพราะของวัสดุ ลักษณะการขาดของผิวรอยต่อจะขึ้นกับลักษณะของการยึดติดของรอยเชื่อม ชิ้นงานที่มีการยึดติดของรอยเชื่อมที่ดี จะมีลักษณะการขาดที่บริเวณผิวรอยต่อแบบพื้นปลา โดยในการเชื่อมหมายถึงความสามารถในการหลอมของชิ้นงานทั้งสองชิ้นให้เข้ากันได้ดี การยึดติดของผิวรอยเชื่อมที่ดียังส่งผลมาจากการที่ไม่มีจุดพร่องหลังจากการเชื่อม ซึ่งสิ่งเหล่านี้นี้มาจากตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง และในการทดลองที่มีตัวแปรที่เหมาะสมจะนำไปสู่สมบัติทางกลที่ดีของชิ้นงานหลังจากการเชื่อม



รูปที่ 3.14 กราฟค่าความแข็งแรงดึงแนวเชื่อม

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบแรงดึง

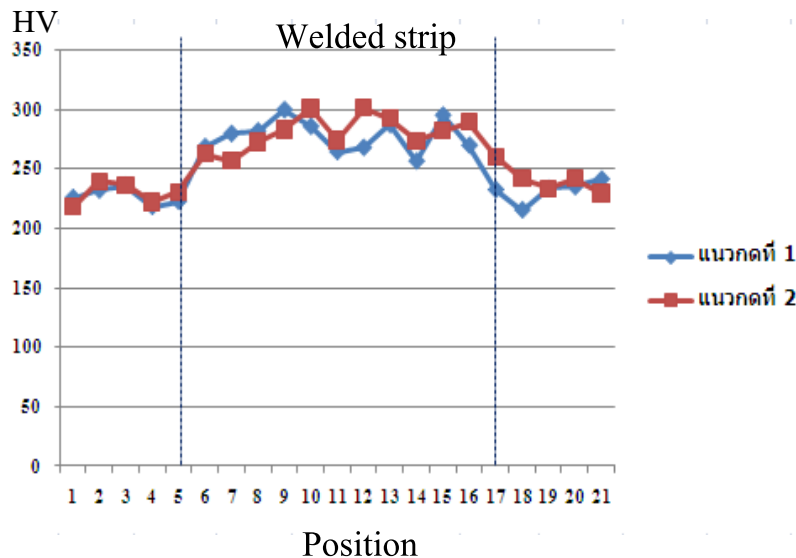
Condition	Ultimate tensile Strength (MPa)	Yield Strength (MPa)	% Elongation (mm)
1/500/15 min	1336	885	10.83 (1.4)
2/350/15 min	1320	948	11.04 (1.9)
1/350/18 s	1007	816	12.37 (3.6)
2/500/18 s	1067	849	10.60 (1.3)
1/500/No Post Heat.	1124	818	9.54 (2.5)
MIG	818	557	11.40 (4.2)
Base	1293	898	14.56 (3.7)

การทดสอบค่าความแข็งแรงดึงของรอยเชื่อมเหล็กกล้าเครื่องมือที่ใช้ทำใบเลื่อย โดยให้รอยเชื่อมอยู่ตำแหน่งกลางของขั้นตอนทดสอบนำไปกัดขึ้นรูปตามมาตรฐาน พบว่าเมื่อเตรียมชิ้นงานแล้ว

นำมาทดสอบค่าความต้านทานแรงดึง ค่าความต้านทานแรงดึงหลังจากการเชื่อมยังมีค่าต่ำกว่าเนื้อโลหะเดิม (Base) ในบางสภาวะ โดยค่าความต้านทานแรงดึงของเนื้อโลหะเดิมมีค่า 1,293 MPa มีเพียงสองตัวแปรเท่านั้นที่มีค่าความต้านทานแรงดึงสูงกว่าเนื้อโลหะเดิม คือ ที่ตัวแปร 1/500/15 min มีค่าความต้านทานแรงดึงอยู่ที่ 1,336 MPa ซึ่งเป็นค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดที่ได้จากการทดลอง และ ตัวแปร 2/350/15 min มีค่าความต้านทานแรงดึงอยู่ที่ 1,320 MPa ซึ่งเป็นค่าความต้านทานแรงดึงสูงรองลงมา จะเห็นได้ว่าการให้ความร้อนหลังการเชื่อมมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเชื่อมไบเล็อยเพราะส่งผลโดยตรงต่อค่าความต้านทานแรงดึงของชิ้นงานเชื่อม ส่วนตัวแปรในการเชื่อมอื่นๆ ที่ตัวแปร 1/350/18 s มีค่าความต้านทานแรงดึงอยู่ที่ 1,007 MPa, ตัวแปร 2/500/18 s มีค่าความต้านทานแรงดึงอยู่ที่ 1,067 MPa, ตัวแปร 1/500/No Post Heat. มีค่าความต้านทานแรงดึงอยู่ที่ 1,124 MPa และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าการเชื่อมจากกรรมวิธีการเชื่อมมิก (จากโรงงานไม้ยางพารา) มีค่าความต้านทานแรงดึงอยู่ที่ 818 MPa จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการเชื่อมทั้งด้านเดียวและการเชื่อมทั้งสองด้านไม่ทำให้ค่าความต้านทานแรงดึงต่างกันมาก เนื่องจากไบเล็อยมีความหนาแน่น การเชื่อมด้านเดียวก็ส่งผลให้รอยเชื่อมมีการซึมลึกที่สูงอยู่แล้ว

3.3.3 การทดสอบความแข็ง

ชิ้นงานทดสอบที่ใช้ในการทดสอบความแข็งจะเป็นชิ้นเดียวกันกับชิ้นงานที่ใช้ในการตรวจสอบโครงสร้างทางโลหะวิทยา เมื่อชิ้นงานดังกล่าวเสร็จสิ้นจากการตรวจสอบมาตรฐานวิทยาแล้ว นำชิ้นงานไปทดสอบความแข็งเพื่อหาความสามารถในการต้านทานการในการเปลี่ยนรูปร่างถาวรของชิ้นงานที่บริเวณรอยเชื่อม ซึ่งจะประกอบด้วย บริเวณแนวเชื่อม (Weld Metal; WM) บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อนทางกล บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากความร้อน (Heat Affected Zone; HAZ) และเนื้อโลหะเดิม (Base Metal; BM) โดยการวัดความแข็งนั้น ใช้วิธีวัดความแข็งในหน่วย Vickers ด้วยเครื่องทดสอบแบบ Micro Hardness Vickers Test รุ่น HWDM-3 Type A กำหนดน้ำหนักกดของหัวกดคงที่ 300 กรัม กดเป็นเวลา 10 วินาที ใช้หัวกดเพชรมีลักษณะเป็นทรงปิระมิดฐานสี่เหลี่ยมที่ปลายหัวกดทำมุม 136 องศา ชิ้นงานทดสอบ 1 ชิ้น จะกด 2 แถว คือ แถวบน และแถวล่าง แถวละ 21 จุด ระยะห่างจุดละ 1 มิลลิเมตร ดังแสดงผลการทดสอบความแข็งในรูปแบบที่ 3.15



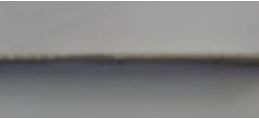
รูปที่ 3.15 กราฟแสดงค่าความแข็งของชิ้นงาน

จากการทดลองในรูปที่ 3.15 แสดงให้เห็นว่าค่าความแข็งจะเพิ่มขึ้นบริเวณแนวเชื่อม เมื่อเทียบกับตัวเนื้อโลหะเดิม (ด้านข้าง) เนื่องจากได้รับผลกระทบจากความร้อนที่เกิดขึ้น โดยบริเวณแนวเชื่อมค่าความแข็งเฉลี่ยจะอยู่ที่ 285 HV เมื่อเทียบกับเนื้อวัสดุเดิมที่ 201 HV ซึ่งไม่ว่าจะทดสอบตำแหน่งปลายด้านบนหรือขอบคมตัดด้านล่างของแนวเชื่อมพบว่าค่าความแข็งของแนวเชื่อมไม่แตกต่างกัน เนื่องจากใบเลื่อยเป็นวัสดุที่ทำจากเหล็กเครื่องมือ ทำให้การแพร่ของความร้อนในขณะเชื่อมสม่ำเสมอและใบเลื่อยมีความหนาของชิ้นงานที่น้อยในการเชื่อมจึงทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นแพร่ได้ง่าย และมีความสม่ำเสมอว่าชิ้นงานที่มีความหนาเมื่อนำมาเชื่อม บริเวณรอยเชื่อมที่มีค่าความแข็งสูงกว่าเนื้อโลหะเดิมส่งผลมาจากค่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมที่สูงและการเย็นตัวอย่างรวดเร็วหลังการเชื่อม ซึ่งจะนำไปสู่สมบัติของการแข็งเปราะของใบเลื่อย

3.3.4 การทดสอบแรงดัด

การทดสอบแรงดัดของชิ้นงานหลังจากการเชื่อมเพื่อหาค่าความต้านทานจากการดัดงอของชิ้นงาน หลังจากการเชื่อมซึ่งจะทำให้ทราบค่าความเหนียวของใบเลื่อยหลังจากการเชื่อม โดยจากกรรมวิธีการเชื่อมแบบมิกและกรรมวิธีการเชื่อมแบบทิก การทดสอบแรงดัดงอเป็นการใส่แรงกระทำกับชิ้นทดสอบแล้วทำให้เกิดแรงเค้นอัดที่บริเวณด้านบนของหน้าตัดชิ้นงานและเกิดแรงเค้นดึงที่บริเวณด้านล่างของหน้าตัดชิ้นงาน ซึ่งแท่งชิ้นงานจะมี การโค้งงอเกิดขึ้น การดัดงอเป็นการทดสอบสติฟเนส (stiffness) ซึ่งจะได้ค่าของชิ้นงานที่ต่างดัง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบแรงดัด

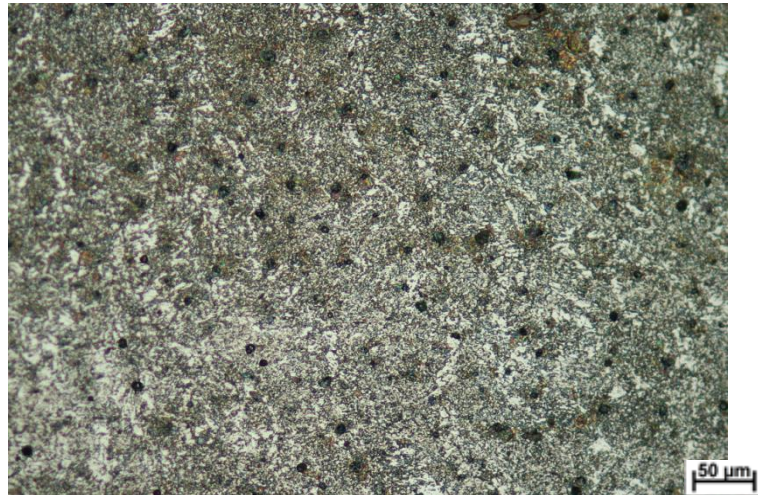
ตัวแปร	ลักษณะชิ้นงาน		ผลของการดัด
MIG			Accept
1/500/15 min			Reject
1/350/15 min			Accept
1/500/No Post Heat.			Accept

ชิ้นงานทดสอบที่นำไปทดสอบแรงดัดเพื่อศึกษาการรับแรงดัดของใบเลื่อย เนื่องจากลักษณะการใช้งานของใบเลื่อยจะมีการรับแรงดัดจากการใช้งานอยู่ตลอดเวลาที่มูล่ง การทดสอบแรงดัดจะยึดตามมาตรฐานการทดสอบแรงดัด ชิ้นงานที่ใช้ทดสอบมีขนาด 31x150 มิลลิเมตร ในการทดสอบใช้ความเร็วในการกดชิ้นงานที่ 100 mm/min การทดสอบจะเป็นการทดสอบแบบตัวยู และทดสอบแบบด้านหน้า (Face Test) ซึ่งจากการทดสอบพบว่าที่ตัวแปร 1/500/15 min ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบ (Reject) แต่ที่ตัวแปรการทดลองอื่นๆ ชิ้นงานผ่านการทดสอบเนื่องจากชิ้นงานมีความเหนียวดีที่สามารถรับแรงดัดจนเสียรูปได้ โดยชิ้นงานหลังการดัดบริเวณแนวเชื่อมจะอยู่กึ่งกลางจะเกิดการโค้งงอ ดังแสดงรูปในตารางที่ 3.3

3.4 ลักษณะสัณฐานวิทยา

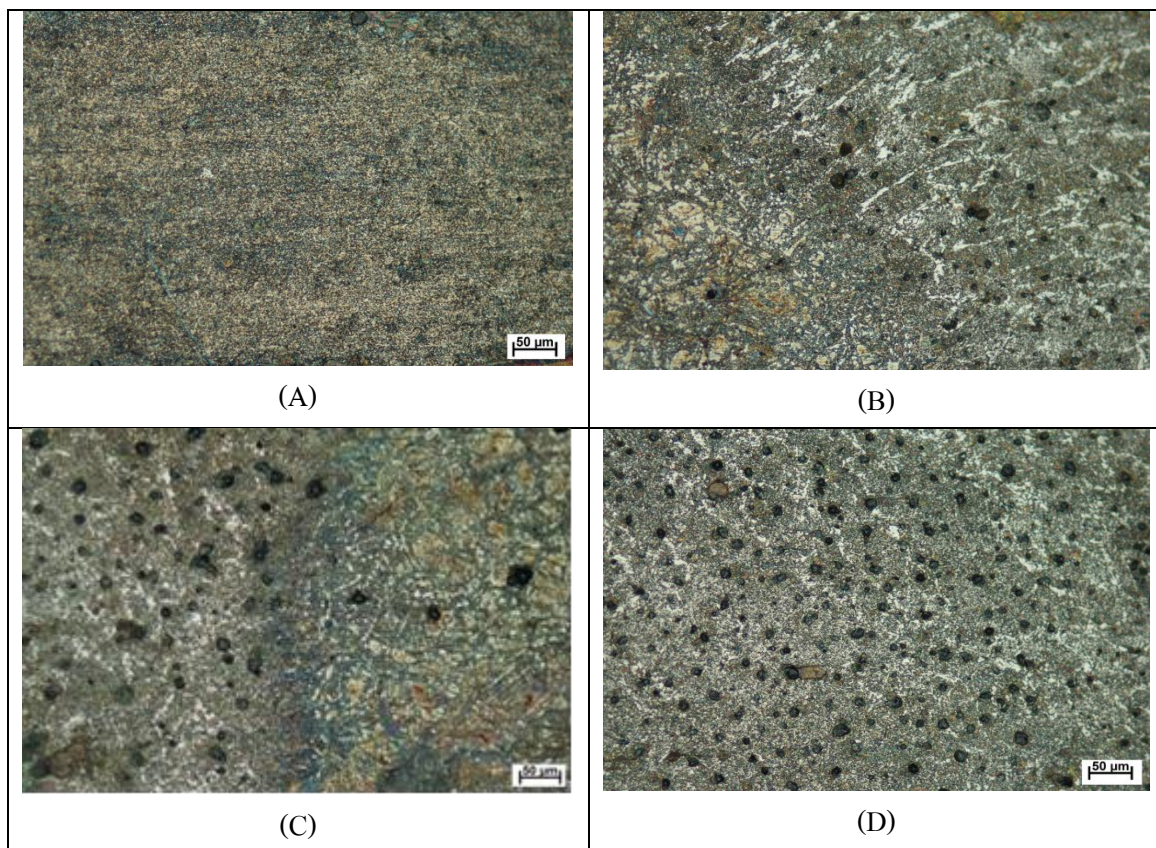
ในงานวิจัยนี้ใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Optical Microscope, OM) ซึ่งมีกำลังขยายที่สูงประมาณ 50-500 เท่า ใช้ในการดูภาพโครงสร้างระดับจุลภาค โดยตัวกล้องจะต่อกับระบบคอมพิวเตอร์เพื่อส่งถ่ายข้อมูลจากการถ่าย ทำให้สามารถเก็บภาพได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ความสนใจในตำแหน่งของเนื้อเชื่อมและบริเวณข้างๆ แนวเชื่อม ในการดูลักษณะสัณฐานวิทยาหรือโครงสร้างระดับจุลภาค จะศึกษาว่าลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคที่เกิดขึ้นมีลักษณะแบบใด ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อค่าความแข็งแรงของแนวเชื่อม ชิ้นงานที่นำมาตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาค

จำเป็นต้องเตรียมชิ้นงาน ต้องนำชิ้นงานไปขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 320, 400, 600, 800, 1000 และ 1200 หลังจากนั้นนำไปขัดด้วยผงอะลูมินาที่ 3, 1 และ 0.5 ไมโครเมตร แล้วเป่าผิวหน้ารอยขัดให้แห้งจากนั้นนำไปตรวจสอบลักษณะ โครงสร้างทางสัณฐานวิทยาต่อไป

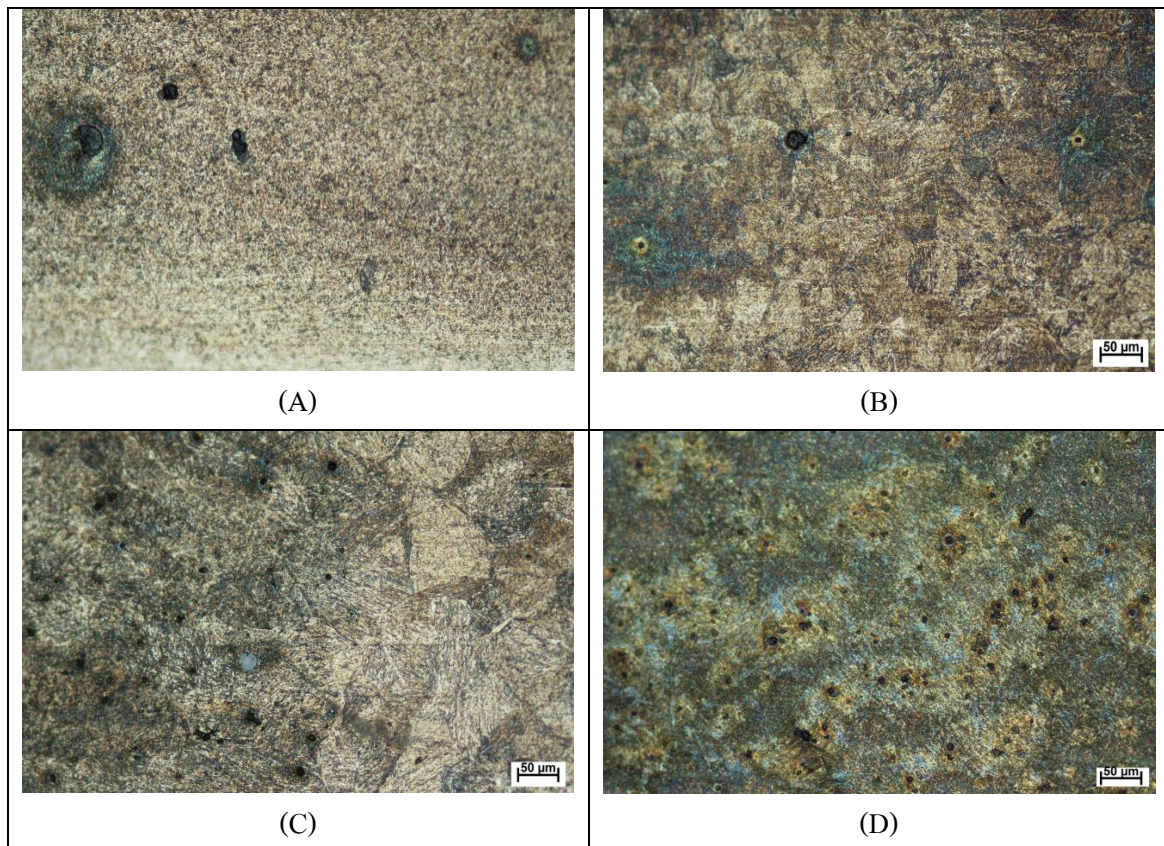


รูปที่ 3.16 ลักษณะโครงสร้างของเนื้อเดิมใบเลื่อย

รูปที่ 3.16 แสดงเนื้อเดิมโลหะเดิมของใบเลื่อย โดยเนื้อโลหะเดิมของใบเลื่อยมีโครงสร้างแบบเฟอร์ไรท์ (Ferrite) ที่มีเกรนละเอียด ซึ่งจากลักษณะโครงสร้างแบบเฟอร์ไรท์มีสมบัติด้านความแข็งแรงและความเหนียว ส่วนในรูปที่ 3.17 แสดงลักษณะโครงสร้างที่ได้จากการเชื่อมจากกรรมวิธีการเชื่อมมิก โดยจะมีด้วยกัน 3 ส่วน ได้แก่ โครงสร้างบริเวณแนวเชื่อม (Weld Metal) โครงสร้างบริเวณอิทธิพลกระทบบร้อน (Heat Affect Zone) และบริเวณเนื้อโลหะเดิม (Base Metal) การเชื่อมด้วยกรรมวิธีการเชื่อมมิก พบว่าโครงสร้างเนื้อโลหะเดิมมีเกรนละเอียด แต่บริเวณบริเวณอิทธิพลกระทบบร้อนทั้งด้านซ้ายและด้านขวามีเกรนที่หยาบ เนื่องจากความร้อน และบริเวณเนื้อเชื่อมโครงสร้างมีขนาดเกรนที่เล็กผสมกับลักษณะเกรนแบบเข็ม



รูปที่ 3.17 ลักษณะโครงสร้างที่ได้จากการเชื่อมจากกรรมวิธีการเชื่อมมิก (A: บริเวณเนื้อโลหะเดิม, B: บริเวณอิทธิพลกระทบบร้อนซ้าย, C: บริเวณอิทธิพลกระทบบร้อนขวา และ D: บริเวณเนื้อเชื่อม)



รูปที่ 3.18 ลักษณะโครงสร้างที่ได้จากการเชื่อมจากกรรมวิธีการเชื่อมทิก (A: บริเวณเนื้อโลหะเดิม, B: บริเวณอิทธิพลกระทบบร้อนซ้าย, C: บริเวณอิทธิพลกระทบบร้อนขวา และ D: บริเวณเนื้อเชื่อม)

รูปที่ 3.18 แสดงลักษณะโครงสร้างที่ได้จากการเชื่อมจากกรรมวิธีการเชื่อมทิก จะตรวจสอบด้วยกัน 3 บริเวณเช่นกัน ได้แก่ โครงสร้างบริเวณแนวเชื่อม โครงสร้างบริเวณอิทธิพลกระทบบร้อน และบริเวณเนื้อโลหะเดิม การเชื่อมด้วยกรรมวิธีการเชื่อมทิก พบว่าโครงสร้างเนื้อโลหะเดิมมีเกรนละเอียดมากเมื่อเปรียบเทียบกับ การเชื่อมด้วยวิธีอื่นๆ แต่บริเวณบริเวณอิทธิพลกระทบบร้อนทั้งด้านซ้ายและด้านขวามีเกรนแบบเข็มสลับกันซึ่งเป็นโครงสร้างแบบเพิร์ลไลท์ (Pearlite) ที่มีสมบัติด้านความแข็งแรงและความเหนียว เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเชื่อม และบริเวณเนื้อเชื่อมโครงสร้างมีขนาดเกรนที่เล็กผสมกับลักษณะเกรนแบบเข็มเช่นกัน

3.5 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสรุปได้ว่าตัวแปรที่มีความเหมาะสมในการเชื่อมใบเลื่อยสำหรับเครื่องเลื่อยไม้แวนอนดังกล่าว คือ กรรมวิธีการเชื่อมแบบทิก ซึ่งเป็นกรรมวิธีการเชื่อมที่ได้คุณภาพแนวเชื่อมสูงกว่ากรรมวิธีการเชื่อมแบบมิก โดยแนวเชื่อมมีขนาดที่เล็กและแคบกว่ากรรมวิธีการเชื่อมแบบมิก ซึ่งตัวแปรที่ใช้ในการเชื่อม ได้แก่ กระแสไฟเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมอยู่ที่ 42 แอมแปร์ ความเร็วเดิน

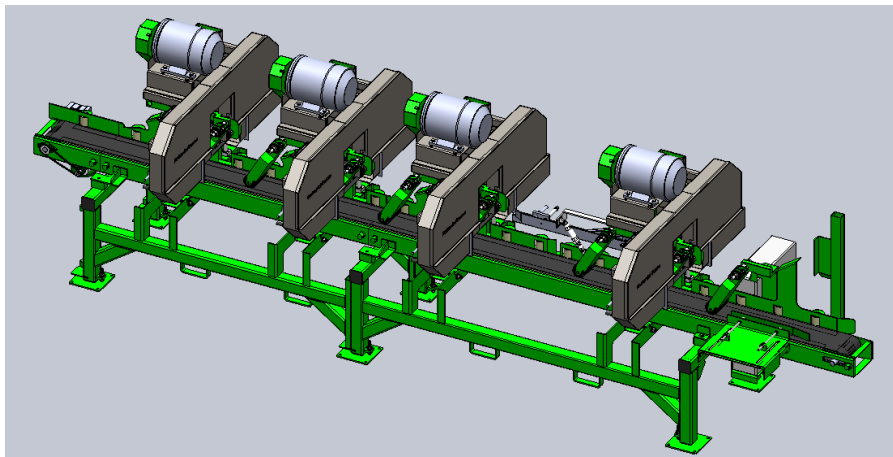
เชื่อม 100 มิลลิเมตรต่อหน้าที ลวดเชื่อมที่ใช้เกรด ER70s-6 ที่มีขนาดความโต 1.2 มิลลิเมตร ลักษณะของกระแสเชื่อมที่ใช้ควรเป็นแบบ DC- เพื่อการซึมลึกของชิ้นงานเชื่อม แก๊สไหลในการปกคลุมแนวเชื่อมในขณะที่เชื่อม 10 ลิตรต่อหน้าที โดยใช้แก๊ส CO₂ ในการปกคลุม ระยะอาร์คระหว่างชิ้นงานเชื่อมถึงปลายทั้งสองด้านควรอยู่ที่ 1 มิลลิเมตร ในการเชื่อมเป็นการเชื่อมแบบด้านเดียว และหลังจากการเชื่อมควรให้ความร้อนหลังจากการเชื่อมที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที โดยค่าความแข็งแรงดึงที่ได้มีค่า 1,320 MPa มีเปอร์เซ็นต์การยืดอยู่ที่ 11.04 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 1.9 มิลลิเมตร ความแข็งที่ได้หลังจากการเชื่อมพบว่าบริเวณแนวเชื่อมค่าความแข็งเฉลี่ยอยู่ที่ 285 HV เมื่อเทียบกับเนื้อวัสดุเดิมที่ 201 HV ดังนั้นหลักสำคัญก่อนการเชื่อมควรคำนึงถึงแนวทางในการเชื่อม เพื่อให้ใบเลื่อยหลังจากการเชื่อมมีคุณภาพที่ดี ซึ่งอาจประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ดังนี้

- หลังจากการเชื่อมควรเจียรเก็บผิวบริเวณรอยเชื่อมด้วยใบขัดกระดาษทรายซ้อนหลายใบ ไม่ควรเจียรแนวเชื่อมด้วยใบหินเจียรแบบล้อหิน โดยตรง เพราะจะทำให้ชิ้นงานไม่มีความราบเรียบและทำให้ชิ้นงานสูญเสียความหนาหลังจากการเจียร
- หลังจากการเจียรควรตรวจสอบความหนาของชิ้นงาน บริเวณรอยต่อโดยให้ได้ชิ้นงานมีค่าความหนาอยู่ที่ 1.2 มิลลิเมตร
- ก่อนการเชื่อมควรทำความสะอาดผิวใบเลื่อยบริเวณรอยต่อ เช่น สนิม คราบน้ำมันและคราบสกปรก เป็นต้น
- การเตรียมรอยต่อเพื่อเชื่อมควรให้ได้ฉาก หรือผิวหน้ารอยต่อของชิ้นงานเชื่อมทั้ง 2 ชิ้น ซนกันสนิทพอดี
- ควรใช้การเชื่อมแทคใบเลื่อยที่ปลายทั้งสองด้านของชิ้นงานก่อนการเชื่อม ทั้งด้านบนและด้านล่างของใบเลื่อยเพื่อป้องกันบิดตัวของใบเลื่อยขณะเชื่อม
- บริเวณรอยต่อ หากอยู่ใกล้ๆ คมของใบเลื่อยควรระวังเป็นพิเศษ และควรแต่งคมของใบเลื่อยหากเกิดการสึกหรอ

บทที่ 4

การออกแบบและสร้างเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราต้นแบบ

ในโครงการวิจัยระยะที่-1 นี้ได้ทำการออกแบบ เขียนแบบรายละเอียดของโครงสร้างหลัก เสาหาขึ้นส่วนอุปกรณ์ประกอบและรายละเอียดชิ้นส่วนต่างๆ ดังแสดงถึงการประกอบตัวเครื่องไว้ในรูปที่ 4.1 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของเครื่องเลื่อยในด้านต่างๆ ส่วนขนาดและข้อกำหนดของเครื่องเลื่อยต่างๆ จากการออกแบบได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงภาพรวมเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสีย

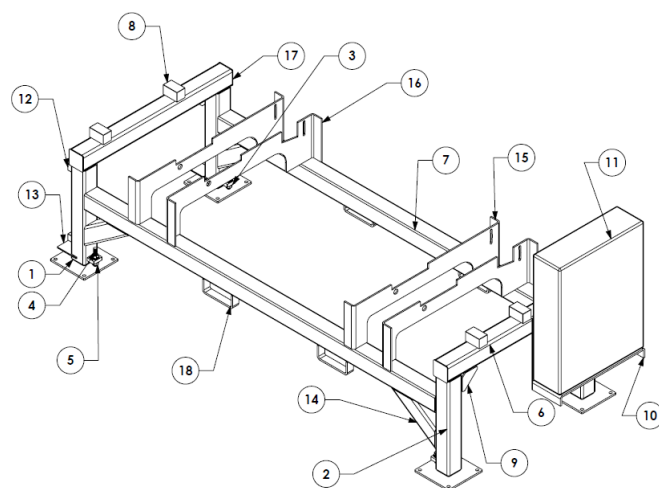
ตารางที่ 4.1 แสดง Specification ของเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่

เครื่องเลื่อยไม้ยางพารา	รายละเอียด	จำนวน
ขนาดโครงสร้างเครื่องเลื่อย	กว้าง 1.81 เมตร ยาว 6.82 เมตร สูง 2.1 เมตร	-
กำลังการผลิต	5 ต้น / ชั่วโมง	-
ชุดเลื่อยไม้ยางพารา	มอเตอร์ 15 HP 3 Phase 380 Volt 1450 rpm	4 ตัว
ชุดสายพานลำเลียงไม้ยาง	สายพานลำเลียงกว้างขนาด 10 -12 นิ้ว	1 ชุด
ชุดขับสายพานลำเลียง	มอเตอร์ 2 HP 220 Volt	1 ตัว
ชุดลูกกลิ้ง	ชนิดพื้นเฟืองขนาด 5 นิ้ว	8 ชุด
ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า (พร้อมระบบ overload)	ควบคุมการทำงานของชุดเลื่อย	1 ตู้
ชุดตะปิกไม้ยางด้านบน	ระบบตะปิกไม้ทำงานโดยใช้นิวแมติกส์ 2 ตัวทำงานพร้อมกัน	1 ชุด
ชุดคูจี้เลื่อย	ท่อคูจี้เลื่อยขนาด 4 นิ้ว	1 ชุด
ชุดแปลงทำความสะอาดสายพาน	ติดตั้งอยู่ตรงท้ายสุดของชุดสายพานลำเลียง	1 ชุด

ในขั้นต้นของกระบวนการจัดสร้างในงานวิจัยนี้จะดำเนินการสร้างชุดเลื่อยขึ้นมา 1 ชุด ก่อน (โมดูลชุดเลื่อยที่ 1) เพื่อที่จะทดสอบการทำงานของเครื่องเลื่อยเพื่อดูการทำงานของเครื่องเลื่อยก่อนที่จะสร้างในโมดูลชุดเลื่อยที่ 2-4 ต่อไปเพื่อป้องกันปัญหาและข้อผิดพลาดในเรื่องของการออกแบบและการประกอบเข้ากันได้ของชิ้นส่วนต่างๆ

4.1 ออกแบบและสร้างโครงสร้างฐานชุดที่ 1

โครงสร้างเครื่องเลื่อยมีหน้าที่ ในการรับน้ำหนักของชุดเลื่อยทั้ง 4 ชุด มีการออกแบบโครงสร้างเป็น 2 ชุด เพื่อง่ายต่อการติดตั้งและการขนส่ง ซึ่งแต่ละชุดจะติดตั้งชุดเลื่อยจำนวน 2 ชุด เลื่อย โครงสร้างฐานชุดที่ 1 จะมีความยาวมากกว่าชุดที่ 2 เพราะต้องมีการติดตั้งชุดกำจัดปึกไม้ในการแก้ไขปัญหาปึกไม้ติดขัด โครงสร้างมีขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 1.5 เมตร สร้างด้วยเหล็กกล่องขนาด 4x4 นิ้ว ดังที่แสดงดังรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 เป็นรูปที่สร้างเรียบร้อยแล้ว



18	Support (Plate 393x45x10mm)	SS400	4
17	Cover 4"x4"		4
16	Support Right (Plate 1220x273x8mm)	SS400	2
15	Support Left (Plate 1220x273x8mm)	SS400	2
14	Square Tube 4"x4"x6 mmx400mm	SS400	4
13	Plate 140x115x6.5mm	SS400	2
12	Support (Plate 40x40x40mm)	SS400	4
11	Control panel		1
10	Support control panel 740x205x10mm	SS400	1
9	Plate 150x75x6.5mm	SS400	4
8	Support (Plate 60x100x60mm)	SS400	4
7	Square Tube 4"x4"x6mmx2570mm	SS400	2
6	Square Tube 4"x4"x6mmx1090mm	SS400	2
5	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M20 x 2.5 -N		8
4	AM - M20 x 110 S		4
3	Plate 60x50x19.5mm	SS400	4
2	Square Tube 4"x4"x6mmx600mm	SS400	4
1	Support 250x250x10mm	SS400	4
ITEM NO.	DESCRIPTION	material	QTY.

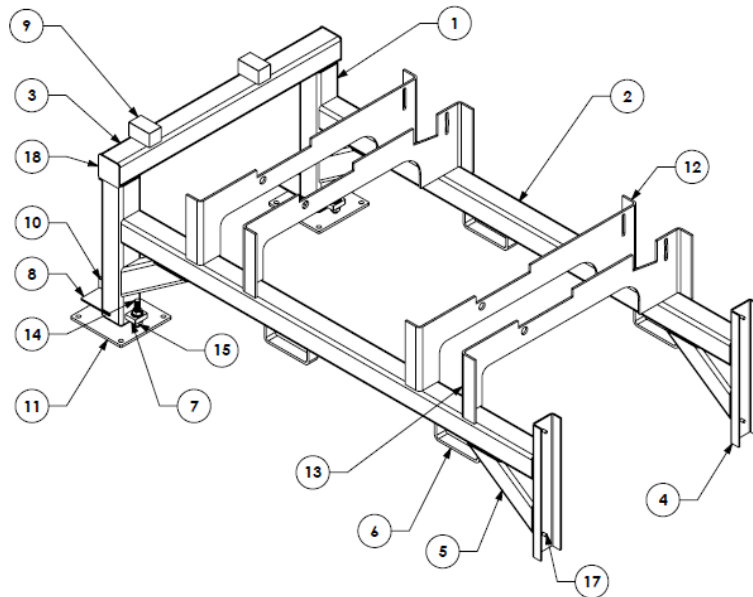
รูปที่ 4.2 แสดงแบบโครงสร้างฐานชุดที่ 1



รูปที่ 4.3 แสดงการสร้างโครงสร้างฐานชุดที่ 1

4.2 ออกแบบและสร้างโครงสร้างฐานชุดที่ 2

โครงสร้างมีขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร สูง 1.5 เมตร สร้างด้วยเหล็กกล่องขนาด 4×4 นิ้ว ดังที่แสดงดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 เป็นรูปที่สร้างเรียบร้อยแล้ว



18	Cover 4"x4"		2
17	B18.6.7M - M10 x 1.5 x 25 Indented Hi-MS --25N		4
16	Plain washer, 10 mm, wide		4
15	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M20 x 2.5 - N		4
14	AM - M20 x 110 S		2
13	Support Right (Plate 1220x273x8mm)	SS400	2
12	Support Left (Plate 1220x273x8mm)	SS400	2
11	Support 250x250x10mm	SS400	2
10	Support (Plate 40x40x40mm)	SS400	4
9	Support (Plate 60x100x60mm)	SS400	2
8	Plate 140x115x6.5mm	SS400	2
7	Plate 60x50x19.5mm	SS400	2
6	Support (Plate 393x46x10mm)	SS400	4
5	Square Tube 4"x4"x6 mmx400mm	SS400	4
4	Support(SquareTube4"x4"x6x666mm)	SS400	2
3	Square Tube 4"x4"x6mmx1090mm	SS400	1
2	Square Tube 4"x4"x6x2030mm	SS400	2
1	Square Tube 4"x4"x6mmx600mm	SS400	2
ITEM NO.	DESCRIPTION	material	QTY

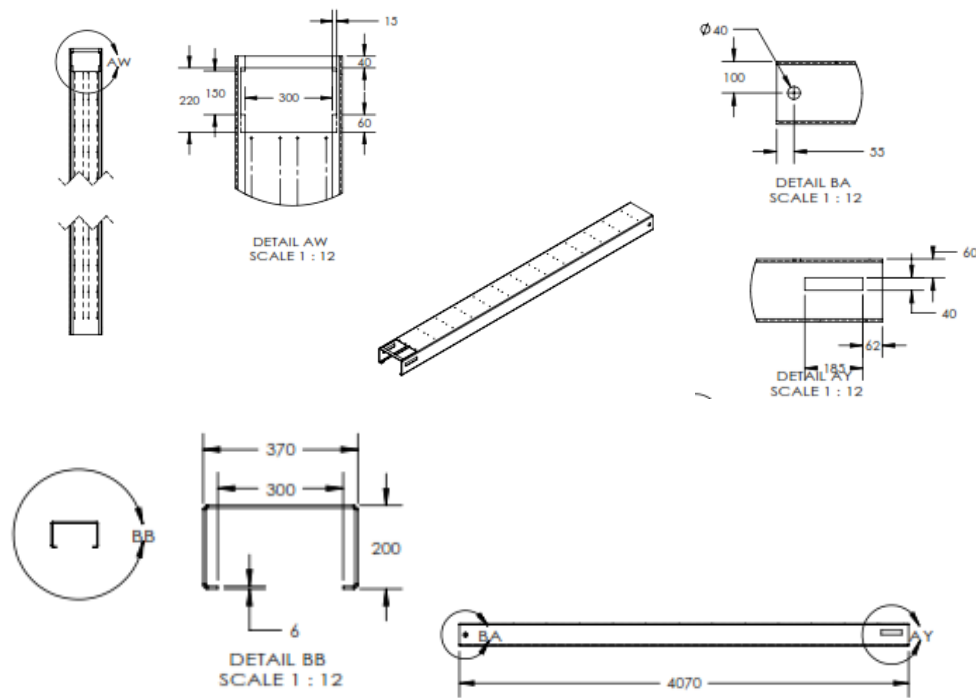
รูปที่ 4.4 แสดงแบบโครงสร้างฐานชุดที่ 2



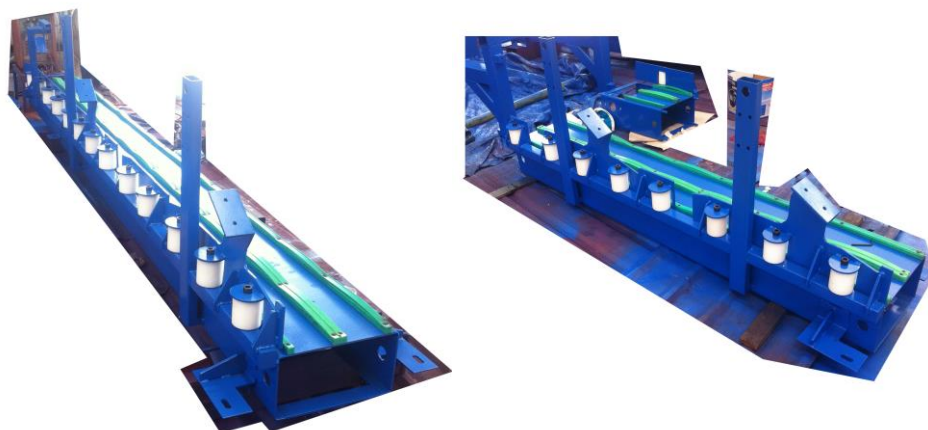
รูปที่ 4.5 แสดงการสร้างโครงสร้างฐานชุดที่ 2

4.3 ออกแบบและแก้ไขแบบโครงสร้างสายพานลำเลียง

สืบเนื่องจากการออกแบบเครื่องเลื่อยตั้งแต่ต้น โครงสร้างชุดสายพานลำเลียงใช้เหล็กกล่องขนาด 12 นิ้ว เป็นตัวโครงสร้างเพื่อรองรับสายพานลำเลียงขนาดความกว้างดังกล่าว แต่ไม่สามารถจัดซื้อเหล็กกล่องขนาดดังกล่าวได้ จึงได้มีการปรับแก้ไขแบบ โดยได้เปลี่ยนมาเป็นเหล็กแผ่นพับขึ้นรูปแทน เพื่อให้ได้ขนาดตามต้องการ ดังที่แสดงในรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7 เป็นรูปที่สร้างเรียบร้อยแล้ว



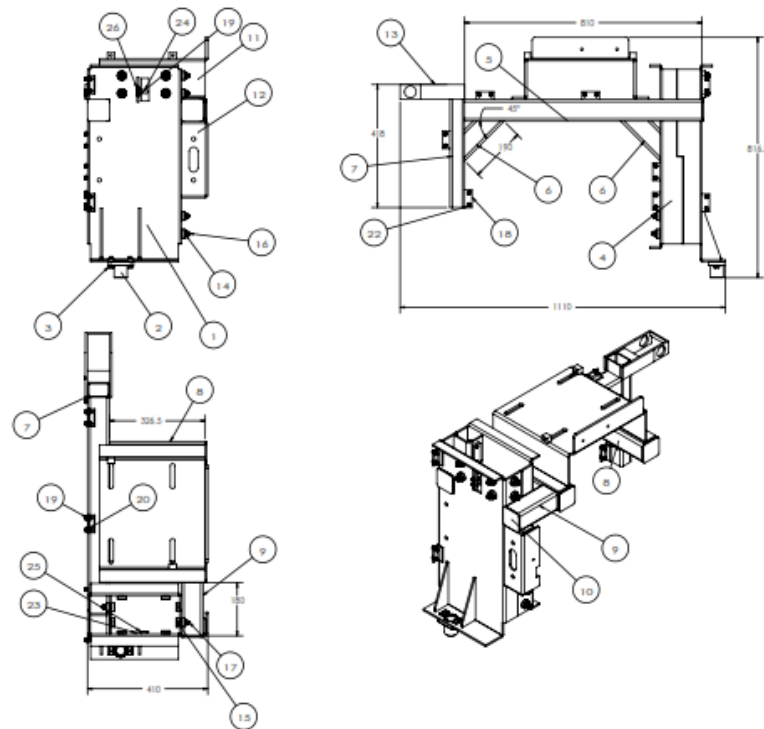
รูปที่ 4.6 แสดงแบบโครงสร้างชุดสายพานลำเลียง



รูปที่ 4.7 แสดงการสร้างโครงสร้างชุดสายพานลำเลียง

4.4 ออกแบบและแก้ไขแบบชุดเครื่องเลื่อย Module 1,2,3,4

สืบเนื่องจากการออกแบบเครื่องเลื่อยตั้งเบื่องต้นในชุดโครงสร้าง ที่ยึดเพลาเพื่อติดตั้งมู่เล่ ซึ่งออกแบบใช้เหล็กกล่องขนาด 80×80 mm. แต่ไม่สามารถจัดซื้อเหล็กดังกล่าวได้จึงมีการปรับแก้ไขแบบโดยได้เปลี่ยนมาเป็นเหล็กกล่องขนาด 75×75 mm เพื่อให้ได้ขนาดตามต้องการ ดังที่แสดงในรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9 เป็นรูปที่สร้างเรียบร้อยแล้ว



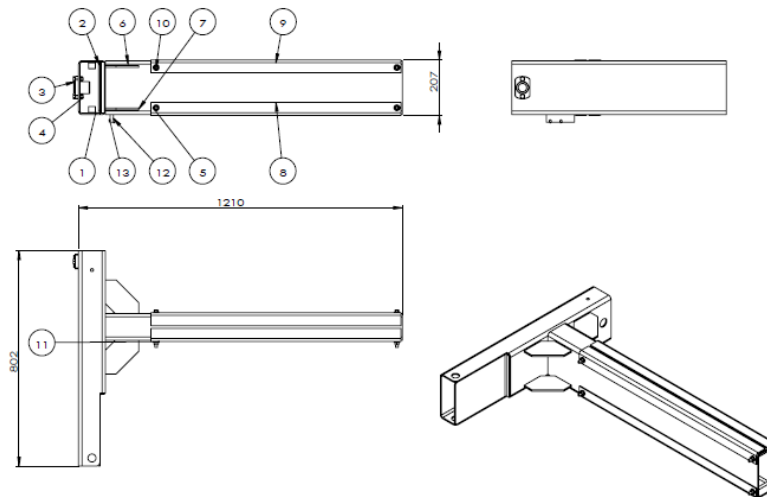
รูปที่ 4.8 แสดงแบบการเปลี่ยนแบบของเหล็กกล่อง



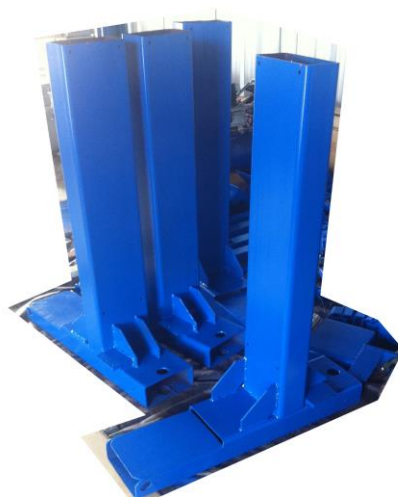
รูปที่ 4.9 แสดงการสร้างโครงสร้างรองรับชุดมอเตอร์ขับเคลื่อน

4.5 ออกแบบและสร้างเสาปรับระดับความสูงของชุดเลื่อย

โครงสร้างเสาปรับระดับความสูงของชุดเลื่อย มีขนาด ยาว 0.6 เมตร สูง 1.2 เมตร สร้างด้วย เหล็กกล่องขนาด 6×4 นิ้ว ดังที่แสดงดังรูปที่ 4.10 และรูปที่ 4.11 เป็นรูปที่สร้างเรียบร้อยแล้ว



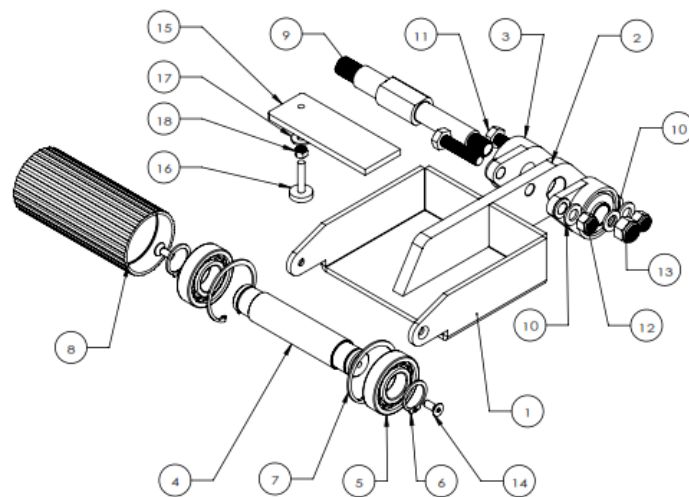
รูปที่ 4.10 แสดงแบบสร้างโครงสร้างเสาปรับระดับชุดเลื่อย



รูปที่ 4.11 แสดงการสร้างโครงสร้างเสาปรับระดับชุดเลื่อย

4.6 ออกแบบและสร้างชุดลูกกลิ้งกดท่อนไม้

โครงสร้างประกอบด้วย ลูกกลิ้ง โครงจับยึด แบร็อง เพลลา และชิ้นส่วนประกอบอื่นๆ ดังที่แสดงดังรูปที่ 4.12 และรูปที่ 4.13 เป็นรูปที่สร้างเรียบร้อยแล้ว



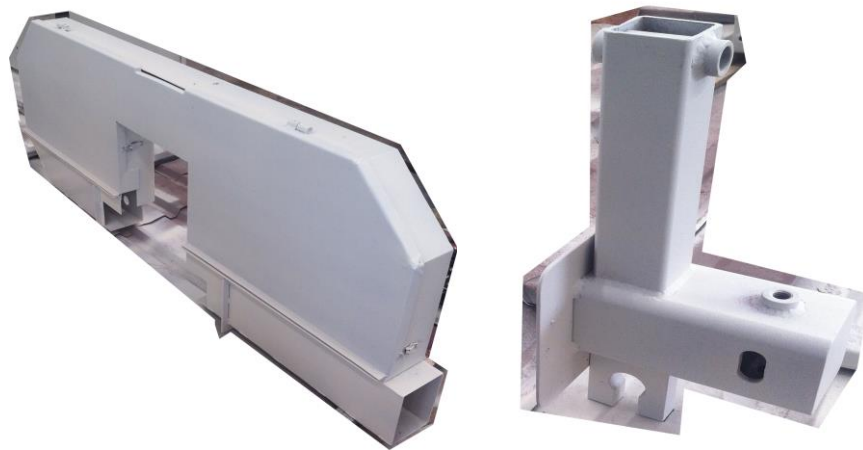
รูปที่ 4.12 แสดงแบบโครงสร้างชุดดูดกลิ้ง



รูปที่ 4.13 แสดงการสร้างชุดดูดกลิ้ง

4.7 ออกแบบและสร้างชิ้นส่วนประกอบอื่น

โครงสร้าง ชิ้นส่วนเสาปรับความสูงและความเอียงชุดเลื่อย ชิ้นส่วนติดตั้งชุดลูกกลิ้ง ฝาครอบสายพาน ฝาครอบชุดใบเลื่อย เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 4.14 เป็นรูปที่สร้างเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4.14 แสดงการสร้างชิ้นส่วนประกอบอื่นๆ

บทที่ 5

การประกอบและติดตั้งเครื่องเลื่อย

ในการประกอบและติดตั้งเครื่องเลื่อย เพื่อทดสอบการทำงานเบื้องต้น และเพื่อทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงาน (โครงการระยะที่-2) ของเครื่องเลื่อย รวมถึงระบบที่สำคัญๆ ของเครื่องดังแสดงไว้ในรูปที่ 5.1- 5.9 ต่อไปนี้



รูปที่ 5.1 แสดงการประกอบโครงสร้างชิ้นส่วนประกอบอื่นๆ



รูปที่ 5.2 แสดงการติดตั้งชุดมอเตอร์ทั้ง 4 ชุด



รูปที่ 5.3 ชุดเครื่องเลื่อยต้นแบบที่สร้างสมบูรณ์



รูปที่ 5.4 สายพานป้อนและลูกกลิ้งกด



รูปที่ 5.5 ระบบขับเคลื่อนสายพานป้อนและแปรง



รูปที่ 5.6 ระบบปรับระยะสูงต่ำและระดับความเอียงใบเลื่อย



รูปที่ 5.7 ระบบการขับเคลื่อนใบเลื่อยพร้อมมอเตอร์



รูปที่ 5.8 แสดงชุดเลื่อยครบทั้ง 4 ชุด ที่อยู่ระหว่างการทดสอบ



รูปที่ 5.9 โรงงานต้นแบบและป้ายประชาสัมพันธ์โครงการฯ

บทที่ 6

สรุปผล

งานวิจัยเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสีย กำลังผลิตที่ประมาณ 5 ตันไม้ ต่อต่อชั่วโมง เป็นการวิจัยต่อยอดแนวคิดจากเครื่องเลื่อยสายพานแบบแนวนอนนำเข้า โดยมีการ สร้างต้นแบบขึ้นใหม่ พร้อมกับปรับปรุงข้อด้อยของเครื่องนำเข้าและพัฒนาอุปกรณ์ และ ระบบ เพิ่มเติม เน้นการใช้เครื่องเลื่อยแบบใหม่สำหรับเลื่อยไม้ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง และไม้ที่คดงอได้ ส่วนประกอบหลักของเครื่องจักรประกอบด้วย ระบบสายพานลำเลียงที่ขยายให้กว้างขึ้น ระบบชุด ใบเลื่อยจำนวนสี่ชุด และเสริมระบบเพื่อป้องกันการติดขัดของท่อนไม้ขณะเลื่อย โดยต้นแบบเครื่อง ที่สร้างขึ้นใหม่ที่ได้อยู่ระหว่างการทดสอบการทำงานเพื่อใช้ศึกษาตัวแปรต่างๆ ต่อไป อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเป็นเครื่องต้นแบบจึงมีประเด็นปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นและต้องทำการแก้ไขต่อไป สำหรับผล การศึกษาวิธีเชื่อมต่อใบเลื่อยเพื่อยืดอายุการใช้งานนั้น พบว่ากรรมวิธีการเชื่อมแบบทิกโดยใช้แก๊ส CO₂ ซึ่งเป็นกรรมวิธีการเชื่อมที่ได้คุณภาพแนวเชื่อมสูงกว่ากรรมวิธีการเชื่อมแบบมิกที่ใช้อยู่เดิม เป็นลักษณะการเชื่อมแบบด้านเดียว และอบหลังการเชื่อมที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ค่าความแข็งแรงดึงที่ได้มีค่า 1,320 MPa เทียบกับแรงดึงของเนื้อโลหะเดิมที่ 1,293 MPa และ 818 MPa สำหรับการเชื่อมแบบมิก

ภาคผนวก

บทความสำหรับการเผยแพร่

ชื่อผลงานวิจัย / สิ่งประดิษฐ์	เครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสีย (New Parawood Bandsaw for Reducing Losses)
แหล่งทุนสนับสนุน วิจัย	สกว. สัญญารับทุน RDG5550113 และ RDG5650119
ตำแหน่งทางวิชาการ ชื่อนักวิจัย / หน่วยงานต้นสังกัด	รศ.ดร.วิริยะ ทองเรือง/รศ.ดร.วรวิฐ วิสุทธิ์เมธางกูร ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ. สงขลา
เบอร์โทรศัพท์ และ อีเมล	เบอร์มือถือ 0876324995 อีเมล: twiriya@me.psu.ac.th
สถานะผลงาน (อยู่ใน ระดับใด)	☐ ระดับงานวิจัย (ห้องปฏิบัติการ) ☐ ระดับต้นแบบ ☒ ระดับทดสอบภาคสนาม ☐ ระดับพร้อมถ่ายทอด ☐ อื่นๆ.....
การดำเนินการด้าน ทรัพย์สินทางปัญญา	☒ ยื่นจดสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตรแล้ว เลขที่คำขอ / เลขที่สิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร 1303000667 ยื่นจดเมื่อวันที่ 14 มิถุนายน 2556 ☐ รักษาความลับทางการค้า ☐ ยังไม่ได้ดำเนินการ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....
วัตถุประสงค์ในการ เผยแพร่	☒ เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี (เทคโนโลยีสมบูรณ์ พร้อมถ่ายทอดให้ผู้สนใจนำไปใช้ ประโยชน์ / ลงทุนเชิงพาณิชย์) ☒ เพื่อทำวิจัยต่อยอด (องค์ความรู้/เทคโนโลยียังจำเป็นต้องพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติม เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้) ☐ เพื่อโฆษณาผลิตภัณฑ์จากผลงานวิจัย (ผลงานวิจัยถูกนำไปใช้แล้ว ผู้ลงทุนต้องการ ผู้แทนจำหน่ายเพื่อทำตลาดผลิตภัณฑ์นี้) ☐ อื่นๆ โปรด ระบุ.....

องค์ความรู้ / เทคโนโลยีหลัก	เป็นโครงการต้นแบบเพื่อใช้เทคโนโลยีการเลื่อยไม้ยางพาราแบบสายพานแนวนอน ที่สามารถป้อนไม้อย่างต่อเนื่องได้ เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือในการเลื่อยที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการผลิตไม้ยางแปรรูป ตลอดจนแก้ปัญหาการแปรรูปท่อนไม้ที่มีความคงอและมีตาไม้ที่เลื่อยแบบเดิมให้เนื้อไม้ใช้ประโยชน์ต่ำ โดยการต่อยอดแนวคิดและลดข้อด้อยของเครื่องต้นแบบนำเข้า เป็นการสร้างต้นแบบใหม่ พร้อมปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสมสำหรับเลื่อยไม้ยางพาราขนาดเล็ก-กลาง (<8 นิ้ว) ไม้คงอ ไม้มีตา สำหรับลดการสูญเสียเนื้อไม้และต้นทุนการผลิต รวมถึงการวิจัยเพื่อยืดอายุใช้งานใบเลื่อย
ที่มาและความสำคัญ + รายละเอียดผลงาน	ข้อมูลในปัจจุบันพบว่าไม้ที่ส่งเข้าโรงเลื่อยส่วนใหญ่มีขนาดเล็กลงแต่มีศักยภาพในการแปรรูปให้มีมูลค่าสูงเทียบเท่าไม้ซุงใหญ่ได้ ในกระบวนการแปรรูปในปัจจุบันด้วยเลื่อยสายพานแนวดิ่งหรือแบบตั้งโต๊ะของไม้ขนาดดังกล่าวนี้ บริษัทยังประสบปัญหาเกี่ยวกับ 1) กระบวนการแปรรูปได้ yield ค่อนข้างต่ำ (20-30% ขึ้นอยู่กับความชำนาญของคนเลื่อย ความคงอและตาไม้เป็นสำคัญ) 2) เครื่องจักร อุปกรณ์ ที่ใช้ในการแปรรูปไม้ยางในปัจจุบันนั้นต้องอาศัยคนงานที่มีความชำนาญในการแปรรูปไม้ยาง และจะสูญเสียวัตถุดิบมากเมื่อผู้เลื่อยไม่ชำนาญ 3) การขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือในการเลื่อย ตลอดจนค่าแรงที่ปรับตัวสูงขึ้นส่งผลกระทบต่อ ต้นทุนในการผลิตไม้ยางแปรรูป และ 4) อันตรายจากการใช้เครื่องจักร เป็นต้น ด้วยเหตุดังกล่าวผู้ประกอบการจึงทดลองเลื่อยด้วยเครื่องสายพานแบบใหม่ (แบบเลื่อยแนวนอน) โดยสั่งซื้อเครื่องจากต่างประเทศมาทดลองใช้และสามารถเลื่อยไม้ขนาดเล็กดังกล่าวได้ค่อนข้างดีเป็นที่น่าพอใจ ให้กำลังผลิตสูง ใช้พลังงานน้อย แต่มีข้อด้อยที่จะต้องแก้ไขและพัฒนาให้ใช้ได้ดีขึ้นกับไม้ยางที่คงอและมีตามาก รวมถึงต้องการลดต้นทุนทั้งราคาเครื่องเลื่อยและค่าบำรุงรักษา จึงได้ร่วมกับนักวิจัยต่อยอดแนวคิดจากเครื่องต้นแบบนำเข้าพร้อมกับการปรับปรุงและพัฒนาไปพร้อมกับการสร้างต้นแบบขึ้นเองโดยเน้นการใช้เครื่องเลื่อยแบบใหม่สำหรับไม้ขนาดเล็กและอาจขยายผลได้ถึงระดับกลางได้ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากผลงานวิจัยนี้คือต้นแบบเครื่องเลื่อยแบบใหม่สำหรับไม้ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง (5-8 นิ้ว) ที่พัฒนาแล้วและสามารถขยายผลให้ใช้งานเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมเลื่อยไม้ยาง และ เฟอ์นเจอร์ในอนาคต
การประยุกต์ใช้	ใช้สำหรับเลื่อยท่อนไม้ยางพาราหรือไม้ชนิดอื่นขนาดเล็กถึงกลาง (5-8 นิ้ว) และไม้คงอได้ แรงงานไม่ต้องมีทักษะมาก กำลังการผลิตสูงและต้นทุนพลังงานต่ำ
จุดเด่น	1. ลดการสูญเสียเนื้อไม้ (เพิ่ม yield ในกรณีผู้เลื่อยมีทักษะต่ำ) 2. เหมาะกับการเลื่อยไม้ขนาดเล็ก-กลาง (<8 นิ้ว) ไม้มีตาและไม้คงอได้ 3. สามารถเลื่อยไม้ได้ไม้แผ่นหลายขนาดตามที่ต้องการ (ปรับระยะใบเลื่อยในแต่ละ module ได้)

	4. ให้กำลังการผลิตสูง (เลื่อยได้เร็วกว่าแบบตั้งโต๊ะ ทั้งรอบเลื่อยและรอบป้อนสูงกว่า) 5. ลดค่าใช้จ่ายในเรื่องแรงงานได้ 6. ใช้พลังงานน้อย 7. ปลอดภัยกว่า		
ข้อมูลเปรียบเทียบ เทคโนโลยีจากงานวิจัย กับคู่แข่ง / เทคโนโลยี เดิม	รายการ	แบบเก่า (แนวตั้ง)	แบบใหม่ (แนวนอน)
	ขนาดของท่อนไม้	เหมาะกับท่อนไม้ใหญ่ > 8 นิ้ว	เหมาะกับท่อนไม้ขนาด < 8 นิ้ว
	การป้อนท่อนไม้	ใช้คนงานในการป้อน	สามารถออกแบบการป้อนได้ด้วย เครื่องจักร (มีแผนพัฒนาเพิ่มเติม ในอนาคต)
	วิธีการเลื่อย	ใบเลื่อยสายพานแนวตั้ง (มี ความปลอดภัยน้อย)	ใบเลื่อยสายพานในแนวนอน (ตำแหน่งการวางและระบบมีความ ปลอดภัยสูง)
	ขนาดไม้แผ่นที่ได้ (โดยเฉพาะด้านกว้าง)	ขึ้นอยู่กับคนเป็นผู้กำหนด (คุมยาก)	ขึ้นกับเครื่องจักรกำหนด (และปรับได้)
	ราคา/ต่อเครื่อง	~2.0-5.0 แสนบาท (ขึ้นกับเก่าใหม่และสภาพ ใช้งาน)	~1.7-2.0 ล้านบาท (มีรับประกันและบริการหลังการ ขาย)
	กำลังผลิต/เครื่อง	~5 ต้น/วัน	40-50 ต้น/วัน (สูงกว่า ~ 8-10 เท่า)
	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (คำนวณจากกำลังรวม ของเครื่อง)	มากกว่า	น้อยกว่า
	ผู้ปฏิบัติงาน	ต้องมีทักษะในการเลื่อย การมองหน้าไม้	ไม่จำเป็นต้องมีทักษะมาก ฝึกได้ ง่าย
	จำนวนแรงงาน/เครื่อง	3	ปัจจุบันใช้ 6 คน แต่สามารถลด เหลือ 4 คนได้ (โดยการเพิ่มระบบ อัตโนมัติ)
ผู้ที่แนะนำ ผลงานวิจัยไปใช้ / ต่อ ยอดเชิงพาณิชย์	1. ผู้ประกอบการโรงเลื่อยและเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา 2. ตัวแทนจำหน่ายเครื่องจักร		
ตลาด/ ลูกค้าเป้าหมาย	1. ผู้ประกอบการโรงเลื่อยและเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา		

	2. สมาคมโรงเลื่อยฯ 3. ผู้ประกอบการรับซื้อไม้และผู้สนใจประกอบธุรกิจเลื่อยไม้เพื่อส่งโรงอบ
รูปภาพประกอบ และ วิดีโอคลิป (ถ้ามี)	    

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลงานไปใช้ประโยชน์

1. นำเสนอข้อบกพร่องงานวิจัยทางพาราซูเซิงพาณิชย์ จัดโดย สกว. ในวันจันทร์ที่ 30 มิถุนายน 2557 ณ ห้องกมลทิพย์ โรงแรมเดอะสุโกศล ถนนศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร
2. แสดงนิทรรศการในงานแถลงข่าว research expo วันที่ 15 กรกฎาคม 2557 ณ Central World กรุงเทพมหานคร
3. Thailand Research Expo 2014 วันที่ 7-11 สิงหาคม 2557 ณ Central World กรุงเทพมหานคร
4. นำเสนอต่อที่ประชุมผู้ประกอบการธุรกิจไม้อย่างพารา วันที่ 16 สิงหาคม 2557 ณ Twin Lotus Hotel นครศรีธรรมราช
5. เข้าร่วมแสดงนิทรรศการในงาน Regional Research Expo 2015 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ระหว่างวันที่ 26-28 มีนาคม 2558

ตารางแสดง Output

Output		ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100 %)
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ / หรือจากการปรับเปลี่ยน	ผลสำเร็จ (%)	
1. การออกแบบต้นแบบเครื่องเลี้ยงฯ	100	-
2. จัดสร้างและติดตั้งเครื่องจักร	100	-
3. ทดสอบการทำงานเบื้องต้น*	100	*เป็นเพียงการทดสอบความสมบูรณ์และพร้อมในการเดินเครื่องเพื่อเก็บข้อมูลทดสอบในระยะที่ 2 ต่อไป
4. สรุปผล/จัดทำรายงาน	100	-

ลัทธิบัตร

หน้าที่ 1 ของจำนวน 3 หน้า

รายละเอียดการประดิษฐ์
ข้อที่แสดงถึงการประดิษฐ์
เครื่องมือเลี้ยงไม้ยางพารา

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

5 วิศวกรรมเครื่องกลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือเลี้ยงไม้ยางพารา

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

- ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 16.9 ล้านไร่ ซึ่งมากเป็นอันดับสองของโลก รองจากอินโดนีเซีย (21.47 ล้านไร่) จากข้อมูลของสถาบันวิจัยยาง พบว่า ในปี พ.ศ. 2551 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมด 16,889,686 ไร่ โดยพื้นที่ภาคใต้มีการปลูกยางพารามากที่สุด เท่ากับ 11,339,658 ไร่ ด้านปริมาณไม้ยางพาราในประเทศที่จะสามารถเป็นวัตถุดิบป้อนอุตสาหกรรมไม้ยางพารา กลุ่มอุตสาหกรรมไม้ยางพารา สภาอุตสาหกรรมได้ทำการประเมินปริมาณผลผลิตไม้ยางพาราในประเทศ พบว่าพื้นที่ยางพารา ซึ่งมีอายุประมาณ 25-30 ปี และสามารถตัดโค่นได้ในปี พ.ศ. 2551 มีประมาณ 4 แสนไร่ ซึ่งจะมีไม้ท่อนป้อนอุตสาหกรรมประมาณ 12.2 ล้านตัน เมื่อนำไปแปรรูป จะได้ไม้ยางพาราแปรรูปประมาณ 170.4 ล้านลูกบาศก์ฟุต (4.8 ล้านลูกบาศก์เมตร) ปีกไม้ 4.9 ล้านตัน และขี้เลื่อย 0.97 ล้านตันทาง
- 10 ผู้ประกอบการโรงเลื่อยไม้ยางพาราเล็งเห็นถึงการนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจของท่อนไม้ยางที่มีขนาดในช่วง 3-5 นิ้ว ที่มีอยู่ประมาณ 30 %ของไม้ท่อนใหญ่ และมีแนวโน้มจะมีมากขึ้นในอนาคต อีกทั้งมีราคาถูกกว่า สามารถแปรรูปให้เกิดมูลค่าเทียบเท่ากับท่อนไม้ขนาดใหญ่ได้ แต่ในกระบวนการแปรรูปในปัจจุบัน บริษัทยังประสบปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการแปรรูปไม้ยางให้ได้ขนาดตามที่ต้องการนั้นทำได้ยาก
- 15 โรงเลื่อยไม้ยางพาราส่วนใหญ่ใช้ระบบการแปรรูปไม้ยางพาราโดยมีเครื่องมือ 2-3 เครื่องต่อหนึ่งชุด ชุด 3 1/2 ฟุต ใบเลื่อยกว้าง 5-6 นิ้ว และรูปแบบฟันเลื่อยเป็นรูปตัว N (N-shape) โดยการแปรรูปแบบผ่าครึ่ง (half-cut) แบบเลื่อยคะและตีปอนผสมผสานกัน ผลการแปรรูปไม้แบบ สปลิท - ฟลอป พบว่า การแปรรูปทั้ง 3 แบบ คือ แบบเลื่อยคะ แบบตีปอนและแบบแบ่งครึ่ง ได้อัตราการแปรรูปไม้ 39.32% 38.39% และ 37.08% ตามลำดับ อัตราการแปรรูปเฉลี่ยเท่ากับ 38.26% โดยรูปแบบการแปรรูปไม้มีผลต่ออัตราการแปรรูปไม้ที่ได้แค่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม้ท่อนมีผลต่ออัตราการแปรรูปไม้ได้อย่างมี
- 25 นัยสำคัญกล่าวคือ กลุ่มไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6-7 นิ้ว ให้อัตราการแปรรูปไม้ 33.63-34.69% เฉลี่ย 34.16 % และกลุ่มไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8-10 นิ้ว ให้อัตราการแปรรูปไม้ 40.02-42.68% เฉลี่ย 41.00 % มากกว่าอัตราการแปรรูปไม้ของกลุ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6-7 นิ้ว

คลองเลื่อย (Free Cutting Action) คือ ความกว้างของร่องบนวัสดุงาน หลังจากที่มีการตัดเฉือนปกติคลองเลื่อยจะขนาดหนามากกว่าใบเลื่อย ทั้งนี้ ถ้าไม่มีคลองเลื่อย ขณะทำการเลื่อยใบเลื่อยก็จะติด ซึ่ง

- เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ใบเลื่อยหัก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การเลื่อยไม่เกิดการสูญเสียเนื้อไม้เกิดขึ้นหากเลือกใช้ไม่เหมาะสม และอาจจะส่งผลเสียหายต่อใบเลื่อยได้ ถ้าเลือกใช้คล่องเลื่อยไม่เหมาะสมกับการเลื่อยไม้ ซึ่งปัจจุบันโรงเลื่อยแต่ละโรงนิยมใช้เลื่อยสายพานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93.5 รองลงมาคือเลื่อยวงเดือน คิดเป็นร้อยละ 6.5 คือ เครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบเก่าที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เครื่องจักรราคา 2-5 แสน
- 5 บาท/เครื่อง ระบบการทำงานไม่ซับซ้อน แต่มีข้อเสียคือ การสูญเสียที่เกิดจากการแปรรูปไม้ยางพาราสูง ต้นทุนแรงงานในการแปรรูปไม้ยางพาราสูง มีการสูญเสียเนื้อไม้ยางไปมากในการเลื่อย ครั้งหนึ่ง คนงานต้องมีประสบการณ์สูง สภาพแวดล้อมการทำงานที่ไม่ปลอดภัย รวมถึงฝุ่นเชื้อเพลิงที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์
- ความมุ่งหมายของการประดิษฐ์นี้เพื่อสร้าง ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องเลื่อยไม้ยางพาราต้นแบบให้เหมาะสมสำหรับเลื่อยไม้ยางพาราขนาดเล็กและขนาดกลาง เพื่อทดแทนเครื่องจักรนำเข้าที่มีราคาแพง ลดการสูญเสียเนื้อไม้ยางจากขั้นตอนการเลื่อยทำให้ไม้ยางพาราให้เกิดประโยชน์มากที่สุด รวมถึงการลดค่าใช้จ่ายในส่วนของการจ้างแรงงาน
- 10 เครื่องเลื่อยไม้ยางพารา ตามการประดิษฐ์นี้ ประกอบด้วย ชุดสายพานลำเลียง, ชุดใบเลื่อย, ชุดลูกกลิ้ง และชุดตะปึกไม้ ซึ่งทั้งหมดดังกล่าวตั้งอยู่บนชุดโครงสร้างและฐาน
- 15 การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์
- ตามรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงเครื่องเลื่อยไม้ยางพารา ซึ่งประกอบด้วยชุด โครงสร้างและฐาน(1) ที่ทำจากโลหะที่มีความแข็งแรงและคงทน เชื่อมติดกันเป็นโครง ทำหน้าที่รับน้ำหนักอุปกรณ์ทั้งหมดของเครื่องเลื่อยไม้ยางพารา โดยมีชุดสายพานลำเลียง(2) วางเป็นแนวยาวอยู่บนชุด โครงสร้างและฐาน(1) ชุดสายพานลำเลียง (2) มีชุดใบเลื่อย(3) เชื่อมติดอยู่ด้านบนอย่างน้อย 1 ชุด ทั้งนี้ส่วนหน้าและหลังของชุดใบเลื่อย(3) จะมีชุดลูกกลิ้ง(4) จำนวนอย่างน้อย 2 แท้ ของชุดใบเลื่อย(3) ทำหน้าที่กดไม้ยางพาราให้แนบสนิทกับชุดสายพานลำเลียง(2) ในขณะที่ผ่านเข้าและออกชุดใบเลื่อย(3) นอกจากนี้ด้านหลังของชุดใบเลื่อย (3) จะมีชุดตะปึกไม้(5) อย่างน้อย 1 ตัวทำหน้าที่ตะปึกไม้ขณะลำเลียงแผ่นไม้ออกจากเครื่องเลื่อยไม้
- 20 ตามรูปที่ 2 ชุดสายพานลำเลียง(2) ประกอบด้วย ชุดสายพาน(21) อย่างน้อย 1 เส้น วางตามแนวยาวของชุดสายพานลำเลียง(2) ทำหน้าที่ในการลำเลียงไม้เข้าและออกจากเครื่องเลื่อยไม้ และมีชุดโรลเลอร์ด้านข้าง(22) อย่างน้อย 1 ตัว วางตั้งฉากกับชุดสายพาน(21) ทำหน้าที่ช่วยเสริมการเคลื่อนที่ของไม้ตามสายพาน ส่วนต้นด้านข้างของชุดสายพาน (21) ที่เป็นส่วนรับไม้เข้าเครื่องเลื่อยไม้ยางพารา มีชุดประคองไม้(23) เชื่อมติดอยู่ เพื่อทำหน้าที่ประคองไม้ในขณะที่เริ่มต้นลำเลียง ไม้เข้า
- 25 ตามรูปที่ 3 ส่วนปลายสุดของชุดสายพานลำเลียง(2) มีแปรงปัดฝุ่น(24) เชื่อมติดอยู่เพื่อทำหน้าที่ปัดฝุ่นเชื้อเพลิงออกจากสายพาน(21)

ตามรูปที่ 4 ชุดลูกกลิ้ง(4) ประกอบด้วยกลิ้งโลหะสี่เหลี่ยม(41) มีลูกกลิ้ง(42) เชื่อมติดอยู่ส่วนปลายของกลิ้งสี่เหลี่ยม ซึ่งภายในแกนกลางของลูกกลิ้ง(42) มีเพลลา(43) อยู่ภายใน โดยลูกกลิ้ง (42) มีลักษณะพิเศษคือ มีพื้นเพื่อง (44) อยู่บนพื้นผิวโดยรอบของลูกกลิ้ง (42) เพื่อทำหน้าที่ยึดเกาะแผ่นไม้ขณะลำเลียงเข้า

- 5 ตามรูปที่ 5 ชุดตะปิกไม้(5) ประกอบด้วยฐานโครงสร้าง(51) มีท่อประคองแผ่นไม้(52) เชื่อมติดอยู่ด้านบนและมีแผ่นเสริมความแข็งแรง(53) เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากยึดติดอยู่ด้านข้างของฐานโครงสร้าง(51) โดยมีแผ่นตะปิกไม้(54) เชื่อมติดอยู่ด้านข้างของฐานโครงสร้าง(51) โดยแผ่นตะปิกไม้(54) มีแกนประคองแผ่นตะปิกไม้(55) อย่างน้อย 2 แกน ยึดติดอยู่ส่วนปลายทั้งสองของแผ่นตะปิกไม้(54) และมีแกนกระบอกกลม(56) อย่างน้อย 2 แกน ยึดติดอยู่ส่วนปลายทั้งสองของแผ่นตะปิกไม้(54)
- 10 แกนกระบอกกลม (56) มีกระบอกกลม(57) เชื่อมติดอยู่ส่วนปลาย
- ถ้าอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบหลักของเครื่องเลื่อยไม้ยางพารา

รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบของระบบสายพานลำเลียง

รูปที่ 3 แสดงแปรงปัดฝุ่นขี้เลื่อย

- 15 รูปที่ 4 แสดงส่วนประกอบของชุดลูกกลิ้ง

รูปที่ 5 แสดงส่วนประกอบของชุดตะปิกไม้

วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

เหมือนกับที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

หน้าที่ 1 ของจำนวน 1 หน้า

ข้อถ้อยสัญญา

1. เครื่องมือไม้ยางพารา ประกอบด้วย

- ชุดโครงสร้างและฐาน(1) ที่ทำจากโลหะที่มีความแข็งแรงและคงทน เชื่อมติดกันเป็นโครง ทำหน้าที่รับน้ำหนักอุปกรณ์ทั้งหมดของเครื่องมือไม้ยางพารา โดยมีชุดสายพานลำเลียง(2) วางเป็นแนวยาวอยู่บนชุดโครงสร้างและฐาน(1) ชุดสายพานลำเลียง (2) มีชุดใบเลื่อย(3) เชื่อมติดอยู่ด้านบนอย่างน้อย 1 ชุด ทั้งนี้ส่วนหน้าและหลังของชุดใบเลื่อย(3) จะมีชุดลูกกลิ้ง(4) จำนวนอย่างน้อย 2 เท่าของชุดใบเลื่อย(3) ทำหน้าที่กดไม้ยางพาราให้แนบสนิทกับชุดสายพานลำเลียง(2) ในขณะที่ผ่านเข้าและออกชุดใบเลื่อย(3) นอกจากนี้ด้านหลังของชุดใบเลื่อย (3) จะมีชุดตะปิกไม้(5) อย่างน้อย 1 ตัวทำหน้าที่ตะปิกไม้ขณะลำเลียงแผ่นไม้ออกจากเครื่องมือ โดยมียกข้อยกเว้น คือ
 - ชุดสายพานลำเลียง(2) ประกอบด้วย ชุดสายพาน(21) อย่างน้อย 1 เส้น วางตามแนวยาวของชุดสายพานลำเลียง(2) ทำหน้าที่ในการลำเลียงไม้เข้าและออกจากเครื่องมือ และมีชุดโรลเลอร์ด้านข้าง(22) อย่างน้อย 1 ตัว วางตั้งฉากกับชุดสายพาน(21) ทำหน้าที่ช่วยเสริมการเคลื่อนที่ของไม้ตามสายพาน ส่วนด้านข้างของชุดสายพาน (21) ที่เป็นส่วนรับไม้เข้าเครื่องมือไม้ยางพารา มีชุดประคองไม้(23) เชื่อมติดอยู่ เพื่อทำหน้าที่ประคองไม้ในขณะที่เริ่มต้นลำเลียงไม้เข้า ส่วนปลายสุดของชุดสายพานลำเลียง(2) มีแปรงปัดฝุ่น(24) เชื่อมติดอยู่เพื่อทำหน้าที่ปัดฝุ่นขี้เลื่อยออกจากสายพาน(21)
 - ชุดลูกกลิ้ง(4) ประกอบด้วยกลิ้งโลหะที่เหล็มน(41) มีลูกกลิ้ง(42) เชื่อมติดอยู่ส่วนปลายของกลิ้งที่เหล็มน ซึ่งภายในแกนกลางของลูกกลิ้ง(42) มีเพล(43) อยู่ภายใน โดยลูกกลิ้ง (42) มีลักษณะพิเศษคือ มีฟันเฟือง(44) อยู่บนพื้นผิวโดยรอบของลูกกลิ้ง(42) เพื่อทำหน้าที่ยึดเกาะแผ่นไม้ขณะลำเลียงเข้า
 - ชุดตะปิกไม้(5) ประกอบด้วยฐานโครงสร้าง(51) มีท่อประคองแผ่นไม้(52) เชื่อมติดอยู่ด้านบนและมีแผ่นเสริมความแข็งแรง(53) เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากยึดติดอยู่ด้านข้างของฐานโครงสร้าง(51) โดยมีแผ่นตะปิกไม้(54) เชื่อมติดอยู่ด้านข้างของฐานโครงสร้าง(51) โดยแผ่นตะปิกไม้(54) มีแกนประคองแผ่นตะปิกไม้(55) อย่างน้อย 2 แกน ยึดติดอยู่ส่วนปลายทั้งสองของแผ่นตะปิกไม้(54) และมีแกนกระบอกกลม(56) อย่างน้อย 2 แกน ยึดติดอยู่ส่วนปลายทั้งสองของแผ่นตะปิกไม้(54) และแกนกระบอกกลม(56) มีกระบอกกลม(57) เชื่อมติดอยู่ส่วนปลาย

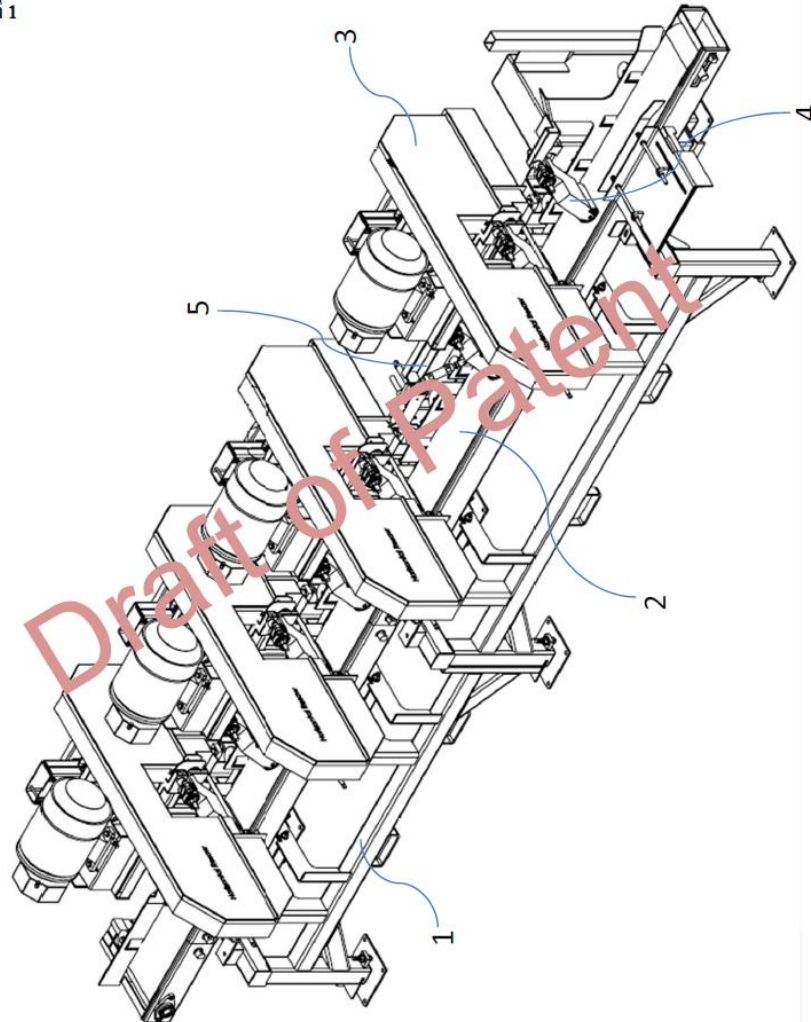
หน้าที่ 1 ของจำนวน 1 หน้า

บทสรุปการประดิษฐ์

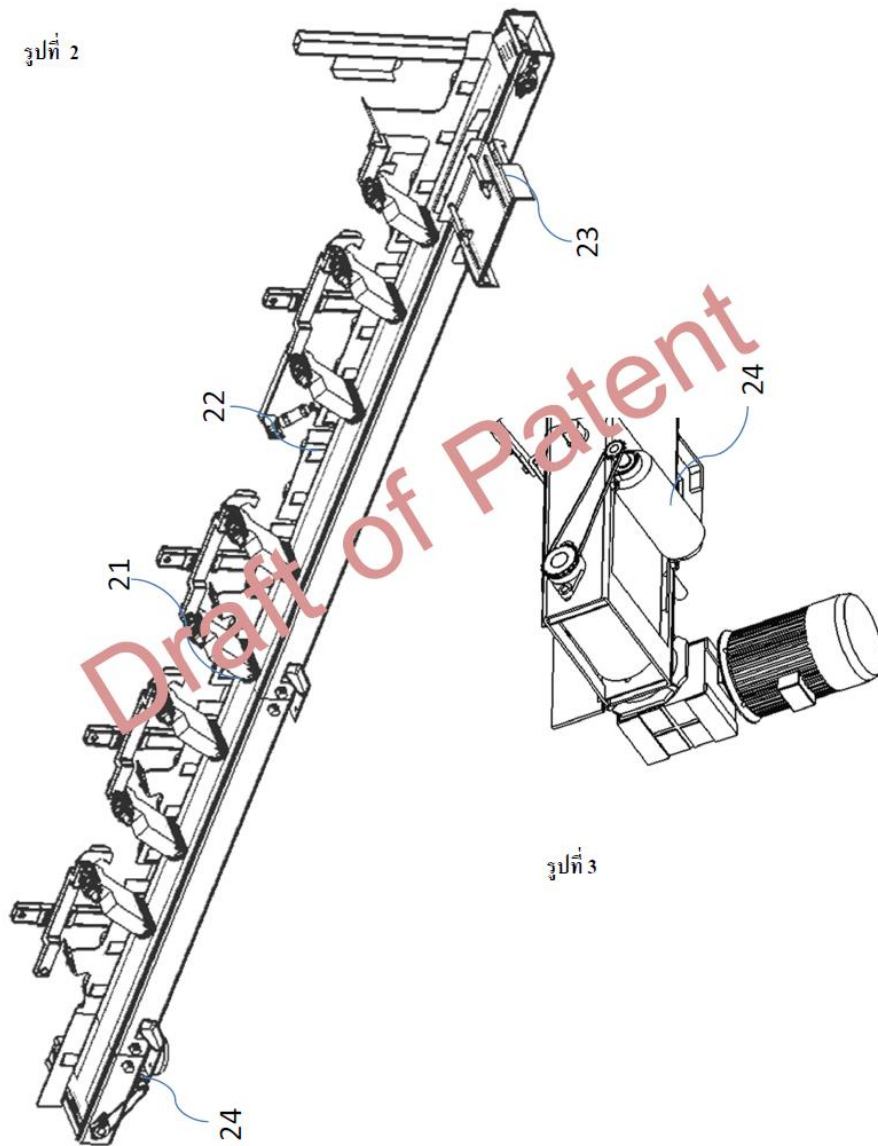
การประดิษฐ์นี้เป็นการประดิษฐ์เครื่องมือไม้ยางพารา สำหรับเลื่อยไม้ยางพาราขนาดเล็กและขนาดกลาง โดยเครื่องมือไม้ยางพารา ตามการประดิษฐ์นี้ ประกอบด้วย ชุดสายพานลำเลียง, ชุดใบเลื่อย, ชุดลูกกลิ้ง และชุดตะปิกไม้ ซึ่งทั้งหมดดังกล่าวตั้งอยู่บนชุดโครงสร้างและฐาน

หน้าที 1 ของจำนวน 4 หน้า

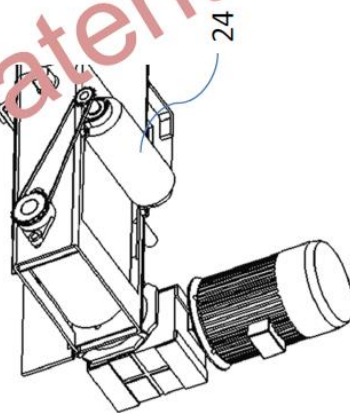
รูปที่ 1



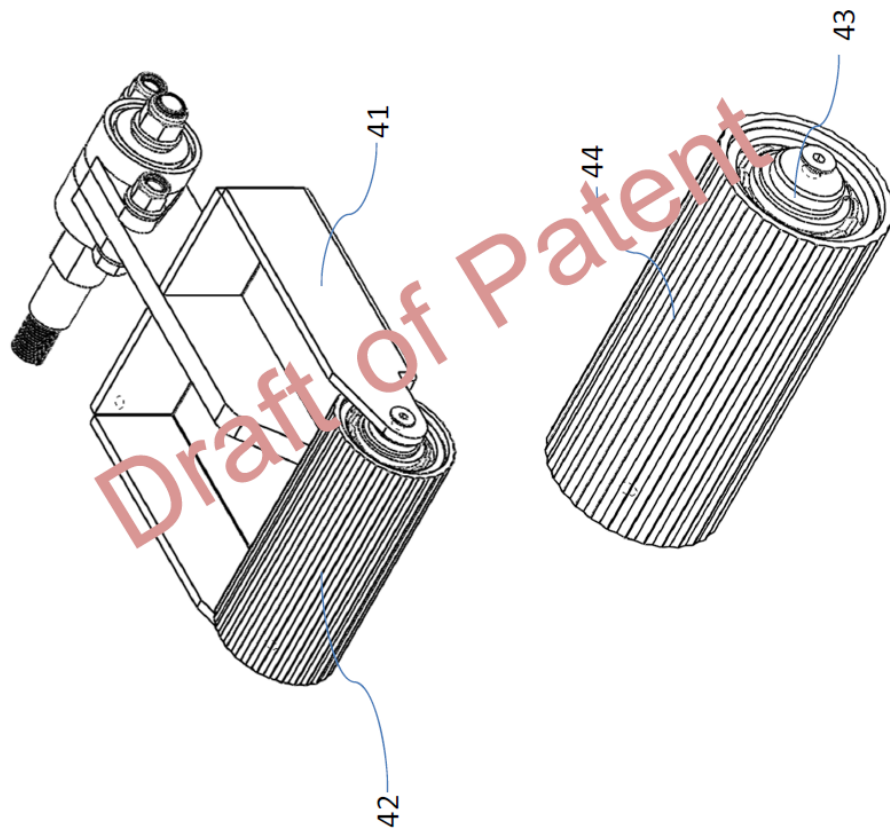
รูปที่ 2



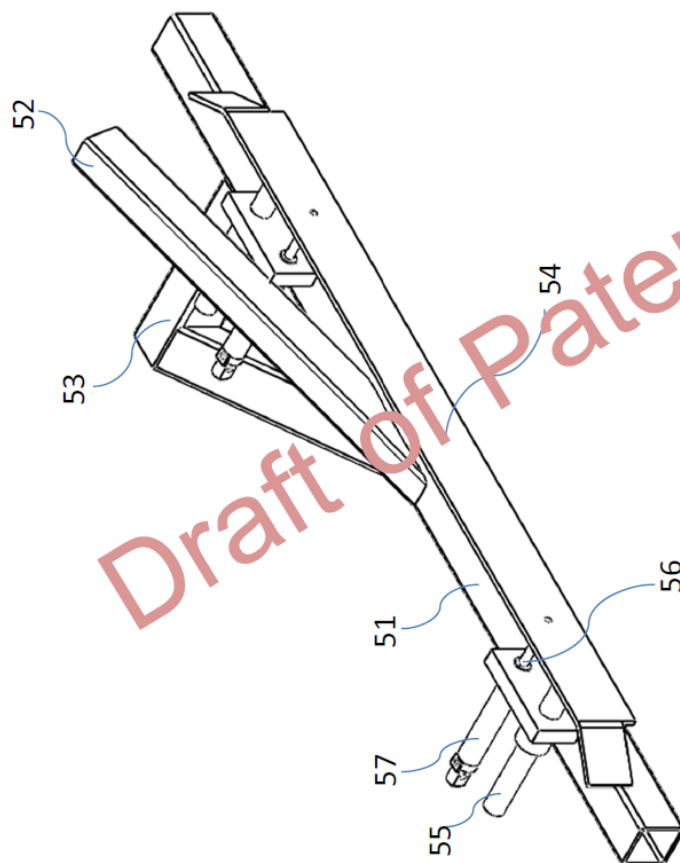
รูปที่ 3



รูปที่ 4



รูปที่ 5



สรุปข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการ
 “เครื่องเลื่อยไม้ยางพาราแบบใหม่เพื่อลดการสูญเสีย”
 โดยมี ผศ.ดร.วิริยะ ทองเรือง เป็นหัวหน้าโครงการ

ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ	ตอบข้อคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิโดยนักวิจัย
<u>ความเห็นด้านวิชาการ (Technical)</u> 1. ทำให้ครบถ้วน โดยขาดผลการทดสอบเปรียบเทียบกับเครื่องจักรแบบเก่าและประมาณการงบประมาณการสร้างเครื่องจักรใหม่ (ต้นทุน) * หัวข้อคือ เครื่องเลื่อยไม้ยางเพื่อ “ลดการสูญเสีย” ต้องมีผลการทดสอบที่แสดงให้เห็นเรื่องการลดการสูญเสียคุณภาพของรายงาน 2. ขาดการใส่ผลที่สำคัญ คือการทดสอบเครื่องจักร 3. วิเคราะห์ข้อมูลในส่วนที่ไม่ใช่ Main idea ของโครงการ (เช่นเรื่องการเชื่อมโยงใบเลื่อย) ค่อนข้างละเอียดแต่ขาดการใส่ข้อมูลและวิเคราะห์ส่วนข้อมูลหลักคือการทดสอบการใช้งานจริงของเครื่องจักร <u>ข้อเสนอแนะ :</u> - ทำผลการทดสอบใช้งานจริงให้ครบถ้วนและวิเคราะห์ข้อมูล - ควรหาผู้ประกอบการที่สนใจลงทุนในการทำ Translational research ต่อ	สืบเนื่องจากโครงการวิจัยนี้เป็นโครงการที่แบ่งแผนดำเนินงานเป็น 2 ระยะ โดยในงบประมาณปี 2555 (RDG5550113) ของรายงานนี้เป็นการรายงานผลการวิจัยในระยะที่ 1 ที่ระบุแผนดำเนินงานหลักเพื่อดำเนินการออกแบบรายละเอียดและจัดสร้างเครื่องจักรที่พร้อมสำหรับการใช้ในการทดสอบในระยะที่ 2 ปีงบประมาณ 2556 (RDG5650119) ซึ่งได้ส่งร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ให้ทางสกว. ด้วยแล้ว ทั้งนี้ในส่วนการวิจัยในระยะที่ 2 นั้นเนื้อหา รายงานจะประกอบไปด้วย ข้อมูลผลการดำเนินงานการทดสอบเครื่องจักร (ชนิดใบเลื่อย, yield, ไฟฟ้า แรงงาน) และผลเปรียบเทียบระหว่างเครื่องจักรที่สร้างขึ้นใหม่และเครื่องจักรที่สถานประกอบการใช้ ตลอดจนต้นทุนเครื่องจักรที่สร้างขึ้นใหม่ ดังที่ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ความเห็นและเสนอแนะไว้ <u>ดังนั้นจึงไม่ขอปรับปรุง</u> เพิ่มเติมในรายงานฉบับสมบูรณ์ในระยะที่ 1 ปีงบประมาณ 2555 นี้ (สัญญาเลขที่ RDG5550113) สำหรับประเด็นเรื่องหาผู้ประกอบการที่สนใจลงทุนในการทำ Translational research ต่อ นั้น เนื่องจากเครื่องจักรที่สร้างขึ้นยังต้องศึกษาเพิ่มเติมในกรณีที่ต้องเดินเครื่องเป็นระยะเวลานานเพื่อศึกษาเรื่องความทนทานของชิ้นส่วนต่างๆ การเก็บข้อมูลการเลื่อยเป็นปริมาณมาก (20-25 ต้นไม้/ท่อน) ซึ่งนักวิจัยได้รับทุนทำ proof of technology จากอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคใต้และกำลังดำเนินการอยู่ เพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้ประกอบการต่อไป