

การออกแบบและพัฒนาเครื่องผ่าและรีดไม้ไผ่จักสาน

Design and Development of Bamboo Craft Splitting and Slicing Machine

กถำณรงค์ สุขใจ รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ * จตุรงค์ ลังกาพินธุ์

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

Klanarong Sukjai Roongruang Kalsirisilp* Jaturong Langapin

Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology

Thanyaburi (RMUTT), Pathumthani, 12110

*Corresponding author Email: roongruang_k@rmutt.ac.th

(Received: January 5, 2021; Accepted: March 25, 2021)

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยเรื่อง เครื่องผ่าและรีดไม้ไผ่จักสานได้ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงาน ช่วยประหยัดเวลาและแรงงานคนในขั้นตอนการผ่าและรีดไม้ไผ่ เครื่องผ่าและรีดไม้ไผ่ที่ออกแบบและพัฒนา ประกอบด้วยโครงสร้างหลัก 5 ส่วน ได้แก่ 1. โครงเครื่อง 2. ระบบเฟือง 3. ชุดโซ่ลำเลียง 4. ชุดใบมีด และ 5. ระบบถ่ายทอดกำลัง ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ ความเร็วรอบของมอเตอร์สำหรับการผ่าไม้ไผ่ที่ 1,300 1,400 และ 1,500 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของมอเตอร์สำหรับการรีดไม้ไผ่ที่ 500 700 และ 900 รอบต่อนาที โดยมีค่าชี้ผลในการศึกษา ได้แก่ ความสามารถในการผ่า ความสามารถในการรีดไม้ไผ่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ ผลการทดสอบเครื่องผ่าและรีดไม้ไผ่จักสานพบว่า ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการผ่าและการรีดไม้ไผ่ เท่ากับ 1,500 รอบต่อนาที และ 700 รอบต่อนาที ตามลำดับ ความสามารถในการผ่าไม้ไผ่เฉลี่ยเท่ากับ 7.12 ท่อนต่อนาที ความสามารถในการรีดไม้ไผ่เฉลี่ยเท่ากับ 5.65 เส้นต่อนาที การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับการตัดเท่ากับ 1.87 กิโลวัตต์-ชั่วโมง การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสำหรับการรีดเท่ากับ 0.79 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ผลการเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนพบว่า การใช้เครื่องผ่าและรีดไม้ไผ่จะมีความสามารถในการผ่าและจักตอกไม้ไผ่มากกว่าการใช้แรงงานคน ประมาณ 2.6 และ 2.7 เท่า ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าค่าใช้จ่ายในการทำงาน 90.1 บาทต่อชั่วโมง จุดคุ้มทุนในการทำงาน 156 ชั่วโมงต่อปี และเมื่อพิจารณาการทำงานที่ 300 ชั่วโมงต่อปี จะมีระยะเวลาในการคืนทุน 2.5 ปี

คำสำคัญ: ไม้ไผ่จักสาน เครื่องผ่า เครื่องรีด

ABSTRACT

The research project entitled "design and development of bamboo craft splitting and slicing machine" was aimed to increase the working capacity as well as time and labor saving for bamboo splitting and slicing process. The machine consists of five main parts namely, steel frame, gear train, chain conveyor, blade unit and power transmission system. The speed of motor for bamboo splitting unit was selected at 500, 700 and 900 rpm. and the speed of motor for bamboo slicing unit was

selected at 1300, 1400 and 1500 rpm. The performance parameters studied were bamboo splitting capacity, bamboo slicing capacity, bamboo slicing loss, electrical consumption and economic analysis of bamboo splitting and slicing machine. The performance test of the machine showed that the optimum speed for splitting and slicing were 1,500 and 700 rpm, respectively. The average capacity of splitting and slicing were 7.12 sticks per min and 5.65 slices per min, respectively. The electrical power consumption for bamboo splitting and slicing were 1.87 and 0.79 kW-h, respectively. Based on the test results the capacity for bamboo splitting and slicing of the machine were approximately 2.6 and 2.7 times higher than traditional manual operation of bamboo splitting and slicing methods, respectively. An economic analysis further showed that the operation cost of the machine was 90.1 Bath per hour with the break even point of 156 hour per year. Considering the working hour of 300 hour per year, the pay back period of the machine was found to be 2.5 years.

Keyword: Bamboo craft, splitting machine, slicing machine.

1. บทนำ

ไม้ไผ่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในเขตร้อนอยู่ในวงศ์ Gramineae เช่นเดียวกับหญ้าแต่เป็นพืชตระกูลหญ้าที่สูงที่สุดในโลก ไม้ไผ่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง เช่น นำมาสร้างเป็นที่อยู่อาศัย สร้างเป็นไม้นั่งร้านในงานก่อสร้าง ใช้จักสานภาชนะต่าง ๆ ใช้ทำเครื่องดนตรี ใช้เป็นเยื่อกระดาษในอุตสาหกรรมทำกระดาษ ทำเครื่องกีฬา ใช้เป็นอาวุธ เช่น คันธนู หอก หลาว ใช้เป็นเครื่องอุปกรณ์การประมง เช่น ทำเสาโป๊ะ ทำเครื่องมือในการเกษตร นอกจากนี้ไผ่ยังใช้ห่อขนม หน่อไผ่ใช้เป็นอาหารอย่างดี และกอไผ่ยังใช้ประดับสวนได้งดงาม ไม้ไผ่ทั่วโลกที่รู้จักกัน มีประมาณ 75 สกุล ที่ได้สำรวจพบในเมืองไทยมีประมาณ 12 สกุล แยกเป็นชนิดประมาณ 44 ชนิด [1] มีพื้นที่ป่าไผ่ธรรมชาติในประเทศกว่า 28 ล้านไร่ นอกจากนี้คนไทยยังนิยมปลูกไผ่ไว้รอบบ้านเพื่อนำไผ่ไว้ใช้สอยและรั้วไม้ไผ่ยังช่วยป้องกันลมพายุและไผ่ยังช่วยในเรื่องการอนุรักษ์ดินและน้ำเพราะไผ่มีระบบรากเหง้าที่ยึดเหนี่ยวกันแน่นหนา ป้องกันการพังทลายของดินได้ [2] ไม้ไผ่เป็นไม้พุ่ม หลายชนิดเป็นไม้ไม่ผลัดใบ ขึ้นเป็นกอ ลำต้นเป็นปล้องๆ เช่น ไผ่จั่น ไผ่ป่า ไผ่สีสุก ไผ่ไร่ ไผ่ดำ ไผ่เป็นไม้ที่ขึ้นง่ายและเติบโตเร็ว ขึ้นได้ดีในทุกสภาวะอากาศดำรงอยู่ในพื้นดิน

ทุกชนิด ที่สำคัญคือ ไผ่เป็นพันธุ์ไม้ที่อำนวยการประโยชน์หลายประการ ทั้งประโยชน์ทางตรงและทางอ้อม และเป็นพืชที่ลำต้นและกิ่งมีลักษณะแปลกสวยงาม ไผ่เป็นไม้ที่ตายยาก ถ้าไผ่ออกดอกเมื่อโตจึงจะตาย ซึ่งใช้เวลานานมากที่ไผ่จะออกดอก ในปัจจุบันสามารถนำไม้ไผ่มาจักสานทำเป็นอาชีพหารายได้ให้แก่ครอบครัว และยังเป็นงานที่ส่งออกไปขายอยู่นอกประเทศ สำหรับ คนไทยแล้วงานที่ใช้ฝีมือถือว่าเป็นงานที่ประณีตละเอียด มีคุณค่าสมควรแก่การอนุรักษ์สืบสานให้คงอยู่ และยังมีความสวยงามมาก [3][4]

ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ให้ความสำคัญกับการเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถของชุมชนในการจัดการปัญหาด้วยตนเอง สนับสนุนการรวมกลุ่มอาชีพที่สอดคล้องกับศักยภาพของพื้นที่ ส่งเสริมความรู้ ความสามารถในการเป็นผู้ประกอบการ ยกระดับการแปรรูป การผลิต โดยใช้เทคโนโลยี และเครื่องจักรสมัยใหม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิต สามารถแข่งขันกับตลาดต่างประเทศได้ [5] ซึ่งผู้วิจัยให้ความสำคัญกับการเตรียมวัตถุดิบสำหรับงานหัตถกรรมด้านเครื่องจักสานไม้ไผ่

จากการศึกษาขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับงานหัตถกรรมเครื่องจักสานไม้ไผ่ พบว่าการนำไม้ไผ่มาจักสานจะต้องมีขั้นตอนการทำให้ไม้ไผ่บางลงและได้ตามขนาดที่ต้องการ แต่ในการทำนั้นยังใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ไม่มีเครื่องมือมาอำนวยความสะดวกในการทำงานผ่าและรีดไม้ไผ่ (จักตอก) (รูปที่ 1-2) เพื่อให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ อีกทั้งเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ระยะเวลาและแรงงานจำนวนมากในการรีดไม้ไผ่ให้ได้ขนาดและจำนวนที่ต้องการ จากการศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มผู้ผลิตเครื่องจักสานไม้ไผ่ในตำบลนานกกก อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องผ่าไม้ไผ่ [6] พบว่าชาวบ้านยังใช้วิธีการผลิตแบบเดิมคือการผ่าไม้ไผ่ด้วยมีด วิธีการผ่าด้วยมีดแบบเดิมนั้นมีข้อดีในด้านการผ่าที่สามารถผ่าไม้ไผ่ได้ทั้งลำ ตลอดความยาวของลำไม้ไผ่ แต่มีข้อจำกัดในด้านของวิธีการผ่าคือต้องใช้แรงงานมากกว่า 1 คน เพื่อใช้ในการผ่าไม้ไผ่ และใช้เวลามากในการผ่าไม้ไผ่ ซึ่งจากการศึกษาโดยการจับเวลาพบว่าการผ่าไม้ไผ่แบบเดิมด้วยการใช้มีดผ่า เมื่อผ่าไม้ไผ่ความยาว 2 เมตร หนา 7 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการผ่าเฉลี่ย 4.25 นาที ส่วนที่ความหนา 9 มิลลิเมตร จะใช้เวลาผ่าเฉลี่ย 4.76 นาที ส่วนการผ่าไม้ไผ่ขนาดความยาว 4 เมตร หนา 7 มิลลิเมตร จะใช้เวลาเฉลี่ยในการผ่า 6.46 นาที ส่วนการผ่าไม้ไผ่ขนาดความยาว 8 เมตร หนา 9 มิลลิเมตร จะใช้เวลาเฉลี่ยในการผ่า 10.93 นาที ส่วนความหนา 10 มิลลิเมตร จะใช้เวลาเฉลี่ยในการผ่า 12.14 นาที



รูปที่ 1 การผ่าไม้ไผ่ด้วยแรงงานคน [7]



รูปที่ 2 การจักตอกไม้ไผ่ด้วยแรงงานคน [8]

ดังนั้นเพื่อต้องการลดระยะเวลาและแรงงานในการผ่าและรีดไม้ไผ่ (จักตอก) ป้องกันอุบัติเหตุจากการใช้มีดในการผ่าและจักตอกไม้ไผ่ ลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อมือในการทำงานที่ยาวนานและต่อเนื่อง ตลอดจนความไม่สม่ำเสมอของคุณภาพไม้จากการจักตอกด้วยมือ และเป็นการเพิ่มผลผลิตในการเตรียมวัสดุได้มากขึ้น จึงได้มีการออกแบบและพัฒนาเครื่องผ่าและรีดไม้ไผ่จักสานขึ้นมาเพื่อให้สามารถทำงานในขั้นตอนการผ่าและรีดไม้ไผ่จักสานได้ในเครื่องเดียวกัน

2. วัตถุประสงค์

ออกแบบและพัฒนาเครื่องผ่าและรีดไม้ไผ่จักสานเพื่อช่วยลดระยะเวลาและแรงงานในการผ่าและรีดไม้ไผ่ ลดอันตรายที่เกิดจากการทำงาน และเพิ่มผลผลิตในการเตรียมวัสดุ ทำให้สามารถผลิตงานด้านหัตถกรรมได้มากขึ้น

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 การออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบ

จากการรวบรวมข้อมูลขั้นต้นพบว่า การผ่าไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 3 นิ้ว ควรที่จะผ่าให้ได้ 6 ซีก ต่อ 1 ไม้ไผ่ท่อน จึงจะเป็นจำนวนที่พอดีเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำผลิตภัณฑ์เครื่องจักสานไม้ไผ่ที่ผ่าโดยใช้แรงงานคนนั้น ในการผ่าจะใช้มีดผ่าไม้ไผ่ 1 ท่อน หนา 7 มิลลิเมตร เพื่อให้ได้จำนวนซีก 6 ซีก ใช้

เวลาในการผ่าประมาณ 2 นาที ซึ่งต้องใช้แรงในการผ่า และอาจเกิดอันตรายจากการถูกมีดบาดได้ง่าย เพื่อการแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการออกแบบใบมีดสำหรับขั้นตอนการผ่าจำนวน 6 แฉก และมีมุมตรงกลางไว้เจาะไม้ไผ่ที่เชื่อมติดใบมีดทั้ง 6 ไว้ ส่วนใบมีดที่ใช้สำหรับริดไม้ไผ่หรือจกตอกออกแบบให้สามารถริดแผ่นไม้ไผ่ให้มีความบาง เหมาะสมสำหรับงานหัตถกรรม จากการสำรวจพบว่า ไม้ไผ่ 1 ซีก จะถูกริดออกมาเป็นแผ่นบางได้จำนวน 7 เส้น และใช้เวลาในการจกตอกประมาณ 3 นาที แต่ในระหว่างปฏิบัติมักเกิดการหยุดชะงักขึ้น เนื่องจากผู้ปฏิบัติจะต้องพึ่งสายตาเป็นเวลานาน จึงได้มีการออกแบบใบมีดสำหรับการจกตอกไม้ไผ่ โดยมีใบมีดที่สามารถติดตั้งระยะในการริดที่เหมาะสมและคมของใบมีดจะเป็นตัวริดให้ได้ความบางของไม้ไผ่ในระยะที่ต้องการและจากผลการทดลองทำให้สามารถกำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการผ่าไม้ไผ่และจกตอกได้ดีที่สุด ส่วนต้นกำลังนั้นเลือกใช้มอเตอร์ 1 เฟส 2 แรงม้า ซึ่งเครื่องผ่าและริดไม้ไผ่จกสานนี้ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน คือ โครงสร้างเครื่อง ระบบต้นกำลัง ระบบเฟือง โซลาลีเยง และระบบใบมีดสำหรับผ่าและริดไม้ไผ่ ซึ่งมีผลการออกแบบต่อไปนี้

3.1.1 ชุดโครงสร้างเครื่อง

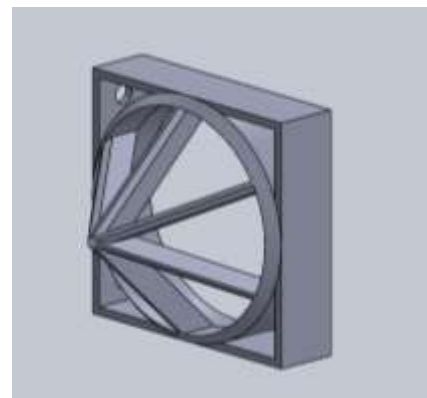
โครงสร้างเครื่องทำจากเหล็กกล่องนำมาเชื่อมให้ได้ขนาด ความกว้าง 600 มิลลิเมตร ยาว 1,000 มิลลิเมตร สูง 500 มิลลิเมตร โครงสร้างเครื่องมีหน้าที่รองรับการติดตั้งให้กับชิ้นส่วนหลักของเครื่องต้นแบบ แสดงดังรูปที่ 3



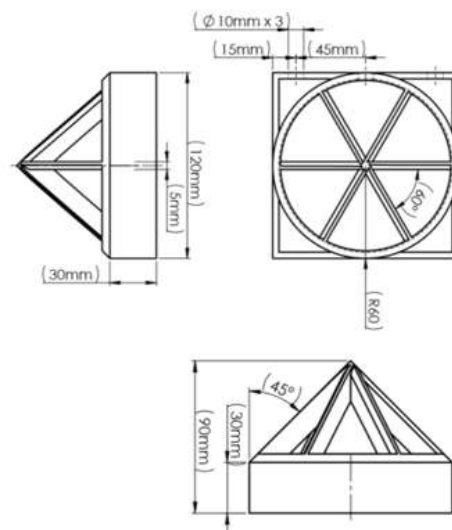
รูปที่ 3 โครงสร้างเครื่อง

3.1.2 ชุดใบมีดผ่าไม้ไผ่

ใบมีดผ่าไม้ไผ่ เป็นใบมีดที่มีลักษณะเชื่อมต่อกันเป็นวงกลมและมีจุดกึ่งกลางที่เป็นปลายแหลมไว้เจาะศูนย์กลางของไม้ไผ่ ประกอบด้วยจำนวนใบมีด 6 ใบ และมีความหนา 3 มิลลิเมตร แต่ละใบทำมุมกัน 60 องศา เชื่อมยึดติดกับแผ่นเหล็กรูปวงกลมรัศมี 60 มิลลิเมตร ยึดติดกับกรอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความยาวด้านละ 120 มิลลิเมตร (รูปที่ 4)



(1) ใบมีดผ่าไม้ไผ่

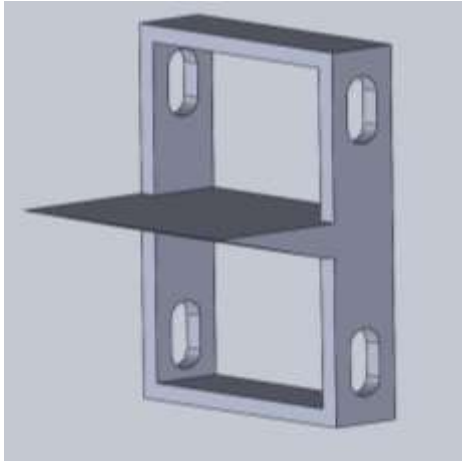


(2) ขนาดของใบมีดผ่าไม้ไผ่

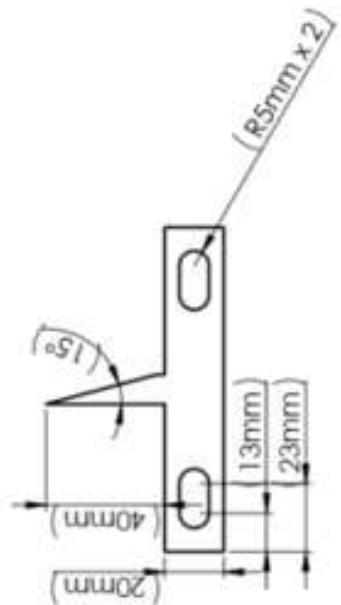
รูปที่ 4 ชุดใบมีดผ่าไม้ไผ่

3.1.3 ชุดใบมีดรีดไม้ไผ่

ใบมีดรีดไม้ไผ่ เป็นใบมีดที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 7 ซม. ยาว 11 ซม. และมีใบมีดเชื่อมติดอยู่ระหว่างกลางกรอบบนและกรอบล่าง ใบมีดมีความหนา 5 มม. มุมเอียงของคมใบมีด 15 องศา (รูปที่ 5)



(1) ใบมีดสำหรับจักตอก

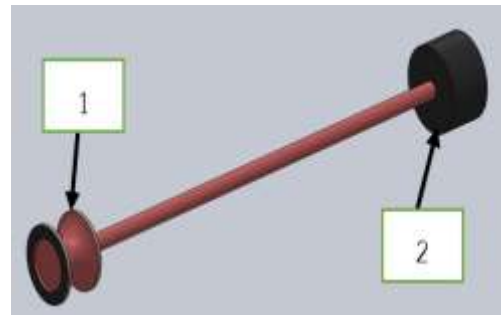


(2) ขนาดของใบมีดจักตอก

รูปที่ 5 ชุดใบมีดรีดไม้ไผ่สำหรับจักตอก

3.1.4 ชุดเพลาลูกกลิ้งลำเลียง

ชุดเพลาลูกกลิ้งลำเลียง ลูกกลิ้งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มม. นำมาเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 มม. แล้วนำมาสวมเข้ากับเพลาลูกกลิ้งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. และด้านตรงข้ามประกอบด้วยลูกกลิ้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม. นำมาเจาะรูขนาดเดียวกันและสวมเพลาลูกกลิ้ง (รูปที่ 6)

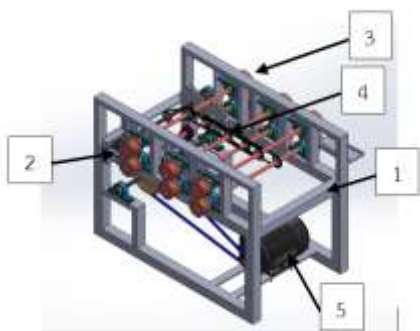


หมายเลข	รายละเอียด
1	ลูกกลิ้งสำหรับชุดผ้าไม้ไผ่
2	ลูกกลิ้งสำหรับชุดรีดไม้ไผ่

รูปที่ 6 ชุดเพลาลูกกลิ้งลำเลียง

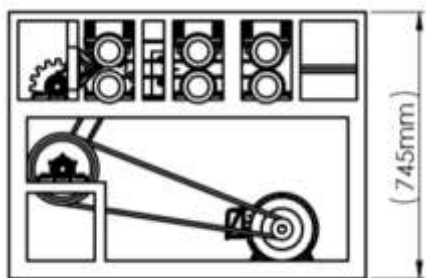
3.1.5 ผลการออกแบบเครื่องต้นแบบ

รายละเอียดในการออกแบบเครื่องผ้าและรีดไม้ไผ่จกสาน มีส่วนประกอบหลักได้แก่ โครงสร้างเครื่อง เพลารองรับลูกกลิ้ง โซ่ลำเลียง ชุดส่งกำลัง และชุดใบมีดสำหรับผ้าและสำหรับจักตอก โดยมีมอเตอร์เป็นต้นกำลัง ในการถ่ายทอดกำลังไปยังชุดเพลาลอยด้วยพูลเลย์และสายพาน จากนั้นส่งถ่ายกำลังไปยังชุดลูกกลิ้งลำเลียงสำหรับชุดผ้าและชุดรีดไม้ไผ่ด้วยเฟืองและโซ่ตามลำดับ รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 7 และต้นแบบที่สร้างขึ้นแสดงดังรูปที่ 8



หมายเลข	รายละเอียด
1	โครงเครื่อง
2	ชุดใบมีดผ้าไหม
3	ชุดใบมีดรีดไหม
4	โซ่ลำเลียง
5	มอเตอร์ต้นกำลัง

- (1) ผลการออกแบบเครื่องผ้าและรีดไหมไหมจกสานด้วยโปรแกรมด้าน CAD



- (2) ออกแบบระบบถ่ายทอดกำลังของเครื่อง

รูปที่ 7 แบบของเครื่องผ้าและรีดไหมไหมจกสาน



รูปที่ 8 เครื่องต้นแบบเครื่องผ้าและรีดไหมไหมจกสาน

3.2 วิธีการทดสอบ

เพื่อทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผ้าและรีดไหมไหมจกสาน ดำเนินการทดสอบดังนี้

1. ตัดไหมให้ได้ขนาดความยาวเท่าๆ กัน แบบไม่มีข้อตรงกลาง

2. สำหรับการทดสอบความสามารถในการตัดไหมไหมทดสอบไหมไหมครั้งละจำนวน 20 ท่อน ด้วยความเร็วรอบการทำงานของมอเตอร์ 1,300 1,400 และ 1,500 รอบต่อนาที ตามลำดับ จับเวลาในการทำงานของเครื่องคำนวณความสามารถในการทำงาน และการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

3. สำหรับการทดสอบความสามารถในการรีดไหมไหม (จกตอก) ปรับตั้งความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ 500 700 และ 900 รอบต่อนาที ทดสอบไหมไหมจำนวน 20 ซีกต่อครั้ง คำนวณความสามารถในการทำงาน การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียไหมไหมจากการจกตอก

3.2.1 ความสามารถในการผ่าท่อนไหมไหม ได้แก่ อัตราส่วนระหว่างจำนวนท่อนที่ผ่าได้ต่อเวลาที่ใช้ในการทำงาน คำนวณได้จากสมการที่ 1

$$C_c = \frac{H}{t} \quad (1)$$

เมื่อ

C_c = ความสามารถในการผ่า (ท่อนต่อนาที)

H = จำนวนไหมไหมที่ผ่าได้ (ท่อน)

t = เวลาที่ใช้ในการผ่า (นาที)

3.2.2 ความสามารถในการรีดเส้นไหมไหม ได้แก่ อัตราส่วนระหว่างจำนวนเส้นที่รีดได้ต่อเวลาที่ใช้ในการทำงาน คำนวณได้จากสมการที่ 2

$$C_s = \frac{R}{t} \quad (2)$$

เมื่อ

C_s = ความสามารถในการรีดเส้นไหมไหม (เส้นต่อนาที)

R = จำนวนเส้นไหมไหมที่รีดได้ (เส้น)

t = เวลาที่ใช้ในการรีดเส้นไหมไหม (นาที)

3.2.3 การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า หาได้จากผลคูณของกระแสไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าและเวลาในการทำงานคำนวณได้ดังสมการที่ 3 [9]

$$W = \frac{i.V.PF.t}{1,000} \quad (3)$$

เมื่อ

W = การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

i = กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

V = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (โวลต์)

PF = เพาเวอร์แฟคเตอร์ (0.7-0.95)

t = เวลาในการทำงาน (ชั่วโมง)

3.2.4 วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์

วัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการทำงาน จุดคุ้มทุน และวิเคราะห์หาระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่อง วิธีการประเมินค่าใช้จ่ายโดยรวม ในการใช้งานเครื่องโดยพิจารณาจาก เกษตรกรซื้อเครื่องแทนวิธีการใช้แรงงานคน ซึ่งค่าใช้จ่ายโดยรวมจะประกอบด้วยต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนผันแปร (Variable cost) โดยต้นทุนคงที่ได้แก่ ค่าเสื่อมราคาของเครื่อง (คิดค่าเสื่อมราคาโดยวิธีเส้นตรงเมื่อประมาณอายุการใช้งานของเครื่องผ่าและรีดไม้ไผ่จักสานเท่ากับ 5 ปี) และค่าเสียโอกาสของเงินทุน (คิดอัตราดอกเบี้ย 10 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนคงที่จะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของการใช้งานของเครื่อง อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์จะไม่คิดต้นทุนคงที่เกี่ยวกับค่าประกันภัย ค่าภาษี ค่าโรงเรือน และค่าจ้างขนย้ายเครื่องไปทำงานตามสถานที่ต่าง ๆ เป็นต้น สำหรับต้นทุนผันแปรซึ่งเป็นต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของการทำงาน ได้แก่ ค่าจ้างแรงงานคนเพื่อทำงานร่วมกับเครื่อง ค่าไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษาและค่าซ่อมแซม เป็นต้น

1. ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) คำนวณได้จากสมการที่ 4 [10]

$$D = \left(\frac{P-S}{L} \right) \quad (4)$$

เมื่อ

D = ค่าเสื่อมราคา (Baht/yr)

P = ราคาเครื่องจักร (Baht)

S = มูลค่าซาก (Baht)

L = อายุการใช้งาน (year)

2. ค่าดอกเบี้ย หรือค่าเสียโอกาสในการลงทุนสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5 [10]

$$I = \frac{(P+S)}{2} i \quad (5)$$

เมื่อ

I = ค่าดอกเบี้ย (Baht/yr)

i = อัตราดอกเบี้ยทศนิยม

3. ระยะเวลาในการคืนทุน (Pay Back Period, PBP)

เป็นการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องจักรว่ามีระยะเวลานานเท่าไรเมื่อลงทุนในเครื่องจักรไปแล้ว จะได้รับผลตอบแทนกลับคืนมาในจำนวนเงินเท่ากับที่ลงทุนไปแล้วภายในระยะเวลาที่ปี คำนวณได้จากสมการที่ 6 [11]

$$PBP = \frac{P}{R} \quad (6)$$

เมื่อ

PBP = ระยะเวลาในการคืนทุน (year)

p = ราคาเครื่องจักร (Baht)

R = กำไรสุทธิต่อปี (Baht/yr)

4. จุดคุ้มทุน (Break Even Point)

จุดคุ้มทุนในการทำงานของเครื่องคือจุดที่รายได้และรายจ่ายจากการใช้เครื่องมีค่าเท่ากัน หรือจุดที่ไม่ก่อให้เกิดผลกำไร คำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างผลรวมของค่าใช้จ่ายคงที่กับผลต่างระหว่างอัตราการรับจ้างและค่าใช้จ่ายผันแปร ดังสมการที่ 7 [11]

$$BEP = \frac{F_C}{B-VC} \quad (7)$$

เมื่อ

BEP = จุดคุ้มทุน (hr/yr)

F_C = ค่าใช้จ่ายคงที่ (Baht/yr)

B = อัตราการรับจ้าง (Baht/hr)

VC = ค่าใช้จ่ายผันแปร (Baht/hr)

5. ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่อง (Total Cost)

ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่อง ได้แก่ ผลรวมของ ค่าใช้จ่ายคงที่และค่าใช้จ่ายผันแปร คำนวณได้จากสมการที่ 8 [11]

$$TC = \frac{F_c}{X} + VC \quad (8)$$

เมื่อ

TC = ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่อง (Baht/hr)

F_c = ค่าใช้จ่ายคงที่ (Baht/yr)

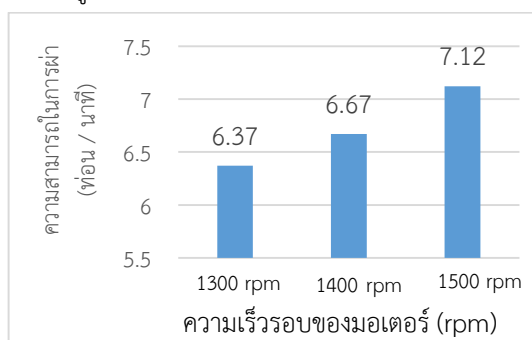
X = ชั่วโมงการทำงานต่อปี (hr)

VC = ค่าใช้จ่ายผันแปร (Baht/hr)

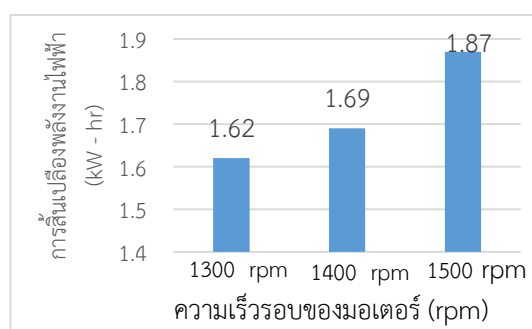
4. ผลการศึกษา

4.1 ความสามารถในการผ่าไม้ไผ่

ทำการทดสอบความสามารถในการผ่าไม้ไผ่และการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ที่ความเร็วรอบมอเตอร์ 1,300 1,400 และ 1,500 รอบต่อนาที ตามลำดับ ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 9-10



รูปที่ 9 ความสามารถในการผ่าไม้ไผ่



รูปที่ 10 การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

ความสามารถในการผ่าไม้ไผ่ ที่ความเร็วรอบมอเตอร์ 1,300 รอบต่อนาที มีค่าเท่ากับ 6.37 ท่อนต่อนาที การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 1.62 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เพิ่มความเร็วรอบเป็น 1,400 รอบต่อนาที ความสามารถในการผ่าไม้ไผ่เท่ากับ 6.67 ท่อนต่อนาที การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 1.69 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และเพิ่มเป็น 7.12 ท่อนต่อนาที การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 1.87 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ที่ความเร็วรอบการทำงาน 1,500 รอบต่อนาที ตามลำดับ ซึ่งที่ความเร็วรอบการทำงาน 1,500 รอบต่อนาที จะให้ความสามารถในการผ่าไม้ไผ่ได้สูงสุด ที่ 7.12 ท่อนต่อนาที หรือ ประมาณ 43 ซีกต่อนาที (ไม้ไผ่ 1 ท่อนผ่าได้จำนวน 6 ซีก) เมื่อเปรียบเทียบการผ่าไม้ไผ่โดยใช้แรงงานคน ซึ่งมีความสามารถในการผ่าไม้ไผ่ 2.67 ท่อนต่อนาที หรือคิดเป็น 16 ซีกต่อนาที ดังนั้นการใช้เครื่องผ่าและรีดไม้ไผ่จะมีความสามารถในการผ่าไม้ไผ่มากกว่าการใช้แรงงานคนในการผ่า ประมาณ 2.7 เท่า ซึ่งจะช่วยลดประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาในการทำงาน ทำให้ผลิตผลงานทางด้านหัตถกรรมได้มากขึ้น มีรายได้ในการจำหน่ายสินค้าได้มากขึ้นตามไปด้วย รูปที่ 11-12 แสดงการผ่าไม้ไผ่ด้วยเครื่องและไม้ไผ่ที่ถูกผ่าด้วยเครื่อง



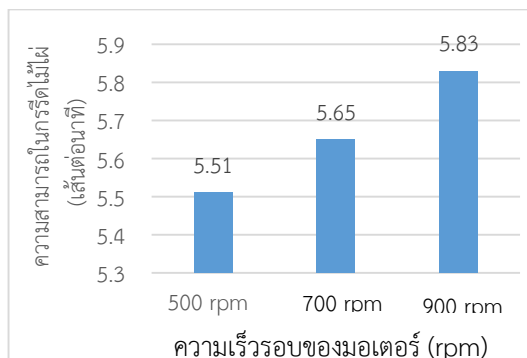
รูปที่ 11 การผ่าไม้ไผ่ด้วยเครื่อง



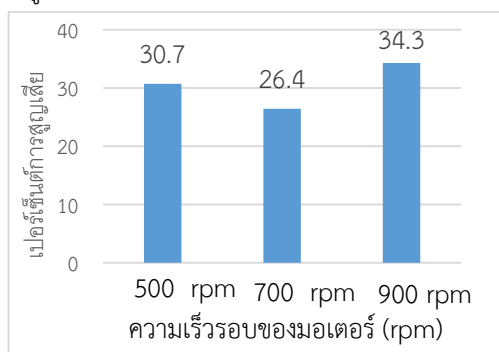
รูปที่ 12 ไม้ไผ่ที่ถูกผ่าด้วยเครื่อง

4.2 ความสามารถในการรีดไม้ฝ่

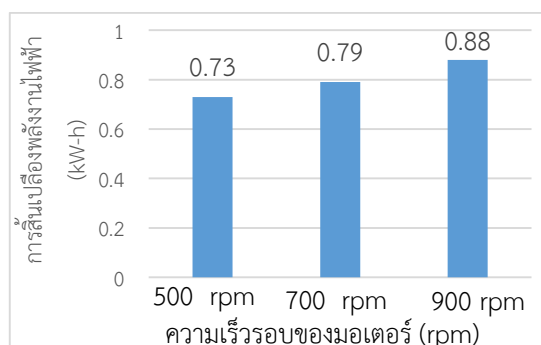
ทำการทดสอบความสามารถในการรีดไม้ฝ่ (จ๊กตอก) เพอร์เซ็นต์การสูญเสียในการจ๊กตอกและการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ที่ความเร็วรอบมอเตอร์ 500 700 และ 900 รอบต่อนาที ตามลำดับ ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 13-15



รูปที่ 13 ความสามารถในการรีดไม้ฝ่ (จ๊กตอก)



รูปที่ 14 เปอร์เซนต์การสูญเสียในการรีดไม้ฝ่ (จ๊กตอก)



รูปที่ 15 การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

จากผลการทดสอบดังรูปที่ 13-15 พบว่า ความสามารถในการรีดไม้ฝ่ (จ๊กตอก) ที่ความเร็วรอบมอเตอร์ 500 รอบต่อนาที มีค่าเท่ากับ 5.51 เส้นต่อนาที เพอร์เซ็นต์การสูญเสียในการจ๊กตอก 30.7 เปอร์เซนต์ การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.73 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เพิ่มความเร็วรอบเป็น 700 รอบต่อนาที ความสามารถในการรีดไม้ฝ่ (จ๊กตอก) เท่ากับ 5.65 เส้นต่อนาที เพอร์เซ็นต์การสูญเสียในการจ๊กตอก 26.4 เปอร์เซนต์ การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.79 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และความสามารถในการทำงานเพิ่มเป็น 5.83 เส้นต่อนาที เพอร์เซ็นต์การสูญเสียในการจ๊กตอก 34.3 เปอร์เซนต์ การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.88 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ที่ความเร็วรอบการทำงาน 900 รอบต่อนาที ตามลำดับ ซึ่งที่ความเร็วรอบการทำงาน 900 รอบต่อนาที จะให้ความสามารถในการรีดไม้ฝ่ได้สูงสุด ที่ 5.83 เส้นต่อนาที เมื่อเปรียบเทียบการจ๊กตอกไม้ฝ่โดยใช้แรงงานคน ซึ่งมีความสามารถในการจ๊กตอก 2.22 เส้นต่อนาที ดังนั้นการใช้เครื่องผ่าและรีดไม้ฝ่จะมีความสามารถในการจ๊กตอกไม้ฝ่มากกว่าการใช้แรงงานคน ประมาณ 2.6 เท่า เมื่อพิจารณาเปอร์เซนต์การสูญเสียจากการจ๊กตอก เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการจ๊กตอก พบว่า การใช้แรงงานคนในการจ๊กตอกจะมีจำนวนตอกที่ไม่มีคุณภาพไม่สามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์ได้เฉลี่ย 26 เปอร์เซนต์ ใกล้เคียงกับเปอร์เซนต์การสูญเสียจากการใช้เครื่องจักรที่ความเร็วรอบการทำงาน 700 รอบต่อนาที ดังนั้นการใช้เครื่องจักรช่วยในการทำงานจะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาในการทำงาน ทำให้ผลิตผลงานทางด้านหัตถกรรมได้มากขึ้น มีรายได้ในการจำหน่ายสินค้าได้มากขึ้นตามไปด้วย รูปที่ 16 แสดงการจ๊กตอกด้วยเครื่อง



รูปที่ 16 การจ๊กตอกไม้ฝ่ด้วยเครื่อง

4.3 วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่อง

จากผลการทดสอบเครื่องผ่าและรีดไม้ไผ่ที่ได้ ออกแบบและพัฒนาขึ้นโดยใช้แรงงานคนปฏิบัติงาน 1 คน ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่อง 13,510 บาท การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ารวม 2.4 กิโลวัตต์-ชั่วโมง พิจารณาค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4 บาท (อ้างอิงราคาจากการไฟฟ้านครหลวง) รวมค่าไฟฟ้า 9.6 บาทต่อชั่วโมง ค่าแรงงานในการควบคุมเครื่อง 50 บาทต่อชั่วโมง ค่าบำรุงรักษา 20 บาทต่อชั่วโมง ชั่วโมงการทำงานของเครื่อง 300 ชั่วโมงต่อปี ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่อง พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการทำงาน 90.1 บาทต่อชั่วโมง จุดคุ้มทุนในการทำงาน 156 ชั่วโมงต่อปี มีระยะเวลาในการคืนทุน 2.5 ปี ถ้าเพิ่มชั่วโมงการทำงานต่อปีของเครื่องผ่าและรีดไม้ไผ่เป็น 500 และ 800 ชั่วโมงต่อปี จะมีระยะเวลาในการคืนทุนเป็น 1.4 ปี และ 0.8 ปีตามลำดับ

5. สรุป

เครื่องต้นแบบเครื่องผ่าและรีดไม้ไผ่จักสานขนาด ความกว้าง × ความยาว × ความสูง เท่ากับ 1,000×745×600 มิลลิเมตร โดยใช้ต้นก้างจากมอเตอร์ 1 เฟส 2 แรงม้า โดยมีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วนคือ โครงสร้างเครื่อง ระบบต้นก้าง ระบบเฟือง โซลาล์เสีย และชุดใบมีด จากการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องผ่าและรีดไม้ไผ่จักสาน พบว่าผลการทดสอบในขั้นตอนการผ่า มีความสามารถในการทำงาน 7.12 ท่อนต่อนาที หรือ 43 ชีกต่อนาที และการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 1.62 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ที่ความเร็วรอบในการทำงาน 1,500 รอบต่อนาที ผลการทดสอบในขั้นตอนการรีดหรือจักตอก ความสามารถในการทำงาน 5.65 เส้นต่อนาที เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย 26 เปอร์เซ็นต์ การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.79 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ที่ความเร็วรอบในการทำงาน 700 รอบต่อนาที ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่อง พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการทำงาน 90.1 บาทต่อชั่วโมง จุดคุ้มทุนในการทำงาน 156 ชั่วโมงต่อปี มีระยะเวลาในการคืนทุน 2.5 ปี

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนงบประมาณในการจัดสร้างสถานที่และอุปกรณ์ในการทดสอบ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Bamboo History. (2011, Sept 11). Bamboo. [online]. Available: <http://jaklub.blogspot.com/2011/09/blog-post.html>
- [2] Bamboo and Livelihoods in Thailand (2014, August 14). Local knowledge and management. [online]. Available: <https://www.recoftc.org/sites/default/files>
- [3] Bamboo. (2009, November 22). Type of bamboo. [online]. Available: <https://vachirapilan.wordpress.com/2009/11>
- [4] T. Puangchick and B. Harakotr “A Survey, Collecting and Characterization of Natural Bamboo in Kanchanaburi Province, Thailand” *Journal of Science and Technology*, vol. 7, pp. 382-392, 2018.
- [5] Office of the National Economic and Social Development Council. (2017, March 1) The twelfth national economic and social development plan (2017-2021) [online]. Available: https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php
- [6] T. Kornpitak “A Bamboo Chopping Machine” *Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal*, vol.7, no. 2, pp. 16-28, July-December 2014.

- [7] Tool for Splitting Bamboo. (2020, August 22) Bamboo [online]. Available: <https://www.pinterest.com>
- [8] Bamboo Slicing. (2019, January 24) Bamboo [online]. Available: <https://www.gotoknow.org/posts>
- [9] H. W. Beaty, *Hand Book of Electric Power Calculation*. New York: McGraw Hill, 1984.
- [10] A. W. Stonier, *A Text Book of Economic Theory*. New York: Longman 5th edition, 1980.
- [11] D. Humt, *Farm Power and Machinery Management*. Waveland Press, 2016.