

เครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ จากเศษวัสดุเพื่อสร้างวัตถุดิบขั้นต้น สำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน

Automatic 3-Wire Braiding Machine from Waste Materials to Create Raw Materials for Community Products

สุขุมล เจริญทอง¹ กิรดิช สายพัทลุง^{1*} รุจิราภา งามสระคู¹ อะเคื้อ กุลประสูติดิлок² และเพชร นันทิวิชิตชัย³

Sukhuman Rianthong¹, Keeradit Saipattalung^{1*}, Rujirapha Ngamsakoo¹,

Akua Kulprasutidilok² and Petch Nantiwichitchai³

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

¹Faculty of Industrial Technology, Phranakhon Rajabhat University

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

²Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University

³คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีจฬรดา

³Faculty of Industrial Technology, Chitralada Technology Institute

*Corresponding author: keeradit@pnru.ac.th

Received: May 3, 2024

Revised: July 21, 2024

Accepted: July 30, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องจักรสำหรับการถักเปีย 3 สายแบบอัตโนมัติ โดยใช้กลไกและระบบมอเตอร์ขับเคลื่อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดระยะเวลาในกระบวนการผลิตวัตถุดิบขั้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งเดิมใช้แรงงานคนในการถักด้วยมือ ซึ่งมีอัตราการผลิตค่อนข้างต่ำ โดยสามารถถักเปียได้เพียง 6 ถึง 7 เมตรต่อชั่วโมงต่อคน หรือเฉลี่ย 6.5 เมตรต่อชั่วโมง หากผู้ปฏิบัติงานถักเป็นเวลา 8 ชั่วโมง จะได้เปียถักยาวประมาณ 52 เมตรเท่านั้น โดยเครื่องจักรจะใช้มอเตอร์และกลไกทางกลศาสตร์สำหรับขับเคลื่อนการถัก แล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพด้วยการกำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์การถักครั้งที่ 30 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของมอเตอร์ชุดเก็บเปียตั้งแต่ 3 ถึง 23 รอบต่อนาที จากนั้นทำการประเมินคุณสมบัติของเส้นเปียที่ได้ ด้วยการประเมินดังนี้ (1) ประเมินขนาดของเส้นเปียด้วยการประมวลผลภาพเปรียบเทียบกับขนาดมาตรฐานชุมชนที่ 1 เซนติเมตร พบว่า ขนาดเส้นเปียจากเครื่องจักรอยู่ในช่วง 1.17 ถึง 1.72 เซนติเมตร และ (2) ทดสอบความแข็งแรงของเส้นเปียด้วยการดึง เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานชุมชนที่ 514.85 นิวตัน พบว่าเส้นเปียจากเครื่องจักรมีความแข็งแรงอยู่ในช่วง 295.18 ถึง 472.19 นิวตัน โดยความแข็งแรงที่ได้คำนวณจากแรงดึงที่คิดเป็น กิโลกรัมแรง (kgf) จากผลการทดสอบ สภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานเนื่องจากได้ขนาดและความแข็งแรงใกล้เคียงกับที่ชุมชนต้องการ คือ กำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์การถักครั้งที่ 30 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของมอเตอร์ชุดเก็บเปียที่ 15 รอบต่อนาที ซึ่งจะใช้เวลาในการถักเฉลี่ย 1.136 นาทีต่อความยาว 5 เมตร จุดคุ้มทุนของการผลิตอยู่ที่ความยาว 934.78 เมตร โดยการพัฒนาเครื่องจักรถักเปีย 3 สายอัตโนมัตินี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชนได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนถักด้วยมือตามวิธีดั้งเดิม โดยสามารถลดระยะเวลาและเพิ่มปริมาณการผลิตได้อย่างมาก

คำสำคัญ: เปีย 3 สาย เศษวัสดุ อัตโนมัติ การถ่ายทอด ผลิตภัณฑ์ชุมชน

Abstract

This research focuses on developing an automatic 3-strand rattan weaving machine driven by a motor mechanism. The primary goal is to increase efficiency and reduce the time required for producing raw materials for community products, which were traditionally hand-woven by human labor, a process with relatively low productivity rates. Typically, a worker could only weave 6-7 meters of rattan per hour, or an average of 6.5 meters per hour. If a worker wove for 8 hours, they would produce approximately 52 meters of woven rattan. The prototype utilizes a motor and mechanical mechanism to drive the weaving process. Its performance was evaluated by setting the weaving motor speed at a constant 30 Revolutions Per Minute--RPM and testing the rattan collection motor speed between 3-23 RPM. Subsequently, the researchers assessed the properties of the woven rattan strands produced by the prototype, including: Size Evaluation: Using image processing techniques, the rattan strand diameter was measured and compared to the community standard of 1 centimeter (cm). The strands produced by the machine had diameters ranging from 1.17 to 1.72 cm. Strength Testing: The rattan strand strength was tested through tensile testing and compared to the community standard of 514.85 Newtons (N). The machine-woven strands exhibited strengths ranging from 295.18 to 472.19 N. The strength is calculated from the tensile force calculated in kilograms-force (kgf). Based on the test results, the optimal operating conditions were determined as follows: because the size and strength are close to what the community needs. Weaving motor speed: 30 RPM and Rattan collection motor speed: 15 RPM. At these settings, the machine could weave 5 meters of rattan in approximately 1.136 minutes. Furthermore, the breakeven point or production level that justifies the investment cost was calculated to be 934.78 meters. The development of this automatic 3-strand rattan weaving machine prototype significantly improved the efficiency of producing raw materials for community products compared to traditional hand-weaving methods. It reduced production time and substantially increased output quantities.

Keywords: braid 3 line, recycle materials, automatic, transferring, product



บทนำ

โครงการเคหะชุมชนคลองกรุง เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร (National Housing Authority, 2023) เป็นโครงการที่อยู่อาศัยซึ่งอยู่ในความดูแลของการเคหะแห่งชาติ (กคช.) ก่อสร้างตั้งแต่ปี 2537 บนพื้นที่กว่า 426 ไร่ มีที่พักอาศัยทั้งหมด 3,599 หน่วย ทั้งนี้การบริหารจัดการดังกล่าวแบ่งโซนได้ทั้งสิ้น จำนวน 5 โซน ประกอบไปด้วย ชุมชนเคหะคลองกรุงโซน 2 5 และ 6 ชุมชนลำผักชี และ ชุมชนลำพะอง จะมีจำนวนครัวเรือน 327 ครัวเรือน โดยกลุ่มประชากรในชุมชนส่วนใหญ่มีอายุมาก ส่งผลให้เกิด

การว่างงานของคนในชุมชน รายได้ของครัวเรือนลดลงจากปัญหาดังกล่าว จึงทำให้เกิดการจัดตั้งกลุ่มแม่บ้านชุมชนหมู่บ้านการเคหะชุมชนคลองกรุงขึ้น เพื่อรวมกลุ่มหารายได้เสริมให้กับสมาชิก โดยกลุ่มได้ดำเนินการจัดทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น พรมเช็ดเท้า ที่รองหม้อ ผ้าถูพื้น เสื้อผ้า 1 ที่เน้นการนำวัสดุเหลือใช้มาเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น เศษผ้าจากโรงงาน ซองกาแฟ หลอดน้ำ ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่มีความโดดเด่นของกลุ่ม คือ ผลิตภัณฑ์จากเศษผ้า ซึ่งมีกลุ่มแม่บ้านและงานวิจัยมากมายนำเศษผ้ามาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ (Puongsanthia, 2021; Techathanased, 2019;

Amnueypomsakul, 2014; Kraikaew, 2021; Sasongkoah, 2014; Seehavatanakul, 2023; Sangrit, 2012; Chatakananda, 2013) จากนั้นดำเนินการถักผ้าด้วยมือเพื่อผลิตเป็นสินค้าของชุมชน จากการลงพื้นที่และการพูดคุยกับกลุ่มแม่บ้านทั้ง 5 โชน พบว่า ปัญหาในการดำเนินงานของกลุ่มนั้น คือ ความล่าช้าในการสร้างวัตถุดิบขึ้นต้น คือ การถักเส้นเปียที่ใช้ระยะเวลาในการถักด้วยมือต่อคนอยู่ที่ 1 ชั่วโมง อยู่ที่ 6 ถึง 7 เมตร ซึ่งผู้ถักต้องมีความชำนาญ หากมีการเปลี่ยนแปลงผู้ถักก็จะเกิดปัญหาตามมา คือ ความแน่นของเส้นเปียที่ไม่สม่ำเสมอ ขนาดของเปียไม่สม่ำเสมอ ซึ่งเกิดจากผู้ถักไม่มีความชำนาญ อีกทั้งการนั่งถักเปียเป็นระยะเวลานานทำให้เกิดปวดหลังได้อีกด้วย

ในปัจจุบันมีการใช้เครื่องมือ หรือสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ สำหรับใช้ทดแทนการใช้แรงงานมนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน จำพวกเครื่องทำอาหาร (Kumar, 2019; Syamsudduha, 2013) เครื่องล้างจาน (Venkatesh, 2017) เครื่องรีดผ้าอัตโนมัติ (Bashir, 2019; Li, 2022) จากการพัฒนาในข้างต้นนั้น ยังมีการออกแบบและพัฒนาเครื่องถักเปียสำหรับวัสดุต่าง ๆ เช่น ถักเชือกขนาดเล็กทั้งแบบ 3 สาย (Hussain, 2021) ถักเป็นเส้นกลม (Jan, 2015; Songyifan, 2020; Kumbhalkar, 2013) ถักแบบ 5 สายซึ่งเป็นเครื่องขนาดใหญ่ (Pickett, 2000) ซึ่งมีการทำงานที่แตกต่างกันออกไป และยังมีการออกแบบเครื่องถักที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม (Khade, 2019) ดังนั้นผู้วิจัยมีความประสงค์พัฒนาเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ จากเศษวัสดุเพื่อสร้างวัตถุดิบขึ้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้จะเป็นประโยชน์แก่ชุมชน โดยจะทำการพัฒนาเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ ที่สามารถควบคุมความแน่นของเปีย และขนาดของเปีย เพื่อสร้างวัตถุดิบขึ้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน เพื่อนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนในรูปแบบต่าง ๆ ตามความต้องการของชุมชน อันส่งผลให้สามารถผลิตงานต่าง ๆ ออกขายเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนได้อย่างรวดเร็วทันต่อความต้องการของตลาด ซึ่งรูปแบบการทำงานของเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ จากเศษวัสดุเพื่อสร้างวัตถุดิบขึ้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน จะเห็นได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นจากมีอยู่ 4 ลักษณะ คือ ความแน่นของเส้นเปียที่ไม่สม่ำเสมอ อาการปวดหลังจากการนั่งถักเปียเศษวัสดุด้วยมือเป็นเวลานาน ระยะเวลาในการถักเปียนาน โดยการพัฒนาเครื่องถักเปีย

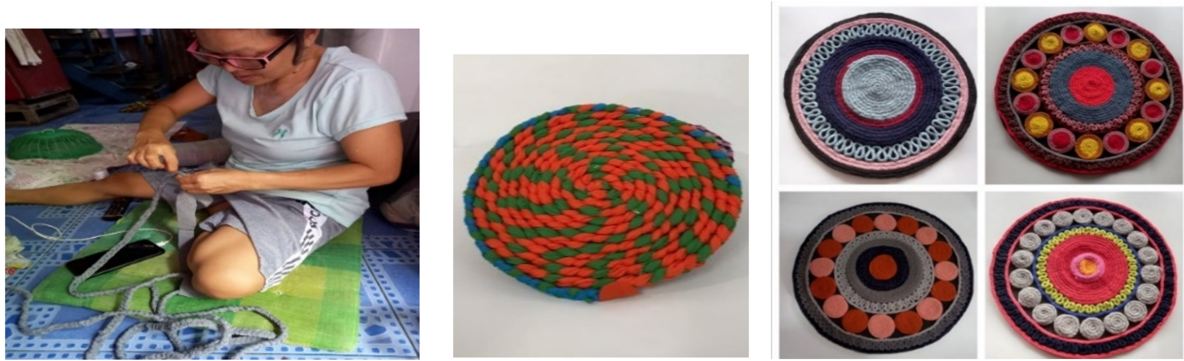
3 สายอัตโนมัติ จากเศษวัสดุเพื่อสร้างวัตถุดิบขึ้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน ต้องศึกษาการทำงานของกลไกการถักเปียแบบอัตโนมัติ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการถักเปียมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และระบบจัดเก็บเปียหลังจากการถักเรียบร้อยแล้ว ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้จากงานวิจัยนี้ คือ การถักเปีย 3 สายแบบอัตโนมัติได้ ซึ่งสามารถช่วยลดอาการปวดหลังของผู้ปฏิบัติเนื่องจากเป็นกลุ่มแม่บ้าน ลดเวลาในการถักเปีย ความสม่ำเสมอของความแน่นของเปีย และเพิ่มจำนวนเส้นเปียในการถักเปียในแต่ละรอบ พร้อมทั้งมีระบบการเก็บเปียที่ถักแล้วอย่างอัตโนมัติ ซึ่งกลุ่มแม่บ้านสามารถลดเวลาในการผลิตสินค้าชุมชนที่นำเปียไปผลิตได้รวดเร็วขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องถักเปียอัตโนมัติจากเศษวัสดุ
2. เพื่อเพิ่มความเร็วในการถักเปียสำหรับเป็นวัตถุดิบขึ้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน
3. เพื่อผลิตเปียที่มีคุณภาพ ด้านขนาด และความแน่นที่สม่ำเสมอ

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การถักเปียถัก หมายถึง เอาเส้นเชือกหรือหวายเป็นต้นไขว้สอดประสานกันให้เป็นลวดลายต่าง ๆ บ้างให้เป็นเส้นและเป็นผืนบ้าง ให้ติดต่อกันบ้าง ส่วนเปีย หมายถึง ผมหั้วยาวบริเวณท้ายทอย ผมหั้วที่ถักห้อยยาวลงมา ผมหั้วเปีย หรือ หางเปีย ก็เรียก เรียกกลายที่ถักดอก 3 ขาไขว้กันว่า ลายเปีย หรือ ลายผมหั้วเปีย ดังนั้น ถักเปีย จึงมีความหมายว่า การนำเส้นเชือก หวาย หรือวัสดุอื่น ๆ ที่เป็นเส้น แบ่งออกเป็น 3 ขา แล้วนำมาไขว้กัน (Allen, 2023) โดยเปียแบบต่าง ๆ จะถูกเรียกชื่อตามลักษณะของการถัก หรือ ตามรูปลักษณะของเปีย ไม่ว่าจะเป็น เปียสาม เปียกางปลา เปียนูน เปียน้ำตก เปียตะขาบ และยังมีชื่อเรียกอื่น ๆ อีกมาก และบางครั้งจะถูกเรียกตามจำนวนเส้นเปีย เช่น เปียสาม เปียสี่ เปียห้า เป็นต้น ดังภาพ 2



ภาพ 1 การถักเปียของกลุ่มแม่บ้านแบบเดิม และผลงานของกลุ่มแม่บ้านในชุมชน



ภาพ 2 การถักเปียแบบต่าง ๆ

Note. From *Four strand braid*, by Tummue, 2018, retrieved from <https://tum-mue.blogspot.com/2018/11/3-four-strand-braid.html#>

จุดคุ้มทุน (break-even point) เป็นจุดที่มีผลกำไรเป็นศูนย์ ซึ่งผลกำไร มาจากรายได้ลบค่าใช้จ่าย ดังนั้นจุดคุ้มทุน จึงหมายถึง จุดที่มีรายได้ เท่ากับค่าใช้จ่าย จุดคุ้มทุนทำให้ทราบถึงปริมาณการผลิตที่ทำให้ผลกำไรเป็นศูนย์ ซึ่งการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน เป็นการศึกษความสัมพันธ์ของต้นทุนรวม รายได้ และผลกำไร ที่แปรผันไปตามปริมาณการผลิต บางครั้งเรียกว่า การวิเคราะห์ต้นทุน-ปริมาณการผลิต-ผลกำไร ชนิดของต้นทุน ที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน คือ ต้นทุนคงที่ ต้นทุนแปรผัน และต้นทุนรวม ซึ่งมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของต้นทุน เพื่อให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของต้นทุนที่เปลี่ยนไปตามปริมาณการผลิต และต้นทุนที่ไม่เปลี่ยนไปตามปริมาณการผลิต จึงจำเป็นต้องแยกชนิดของต้นทุนคงที่ และต้นทุนแปรผันออกจากกันให้ชัดเจน (Blank, 2012; Sullivan, 2012;

Singkarlsiri, 2003; Logisticafe, 2009; Rijiravanich, 2007; Tongsukawong, 2023)

สูตรการคำนวณหาจุดคุ้มทุน จากขั้นตอนการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถนำมาเขียนเป็นสูตรการคำนวณหาจุดคุ้มทุนได้ ดังนี้

$$V = vN \quad (1)$$

$$C = F + V = F + vN \quad (2)$$

$$R = pN \quad (3)$$

$$P = R - C \quad (4)$$

ปริมาณการผลิต ณ จุดคุ้มทุน คือ

$$\therefore N^* = \frac{F}{p-v} \quad (5)$$

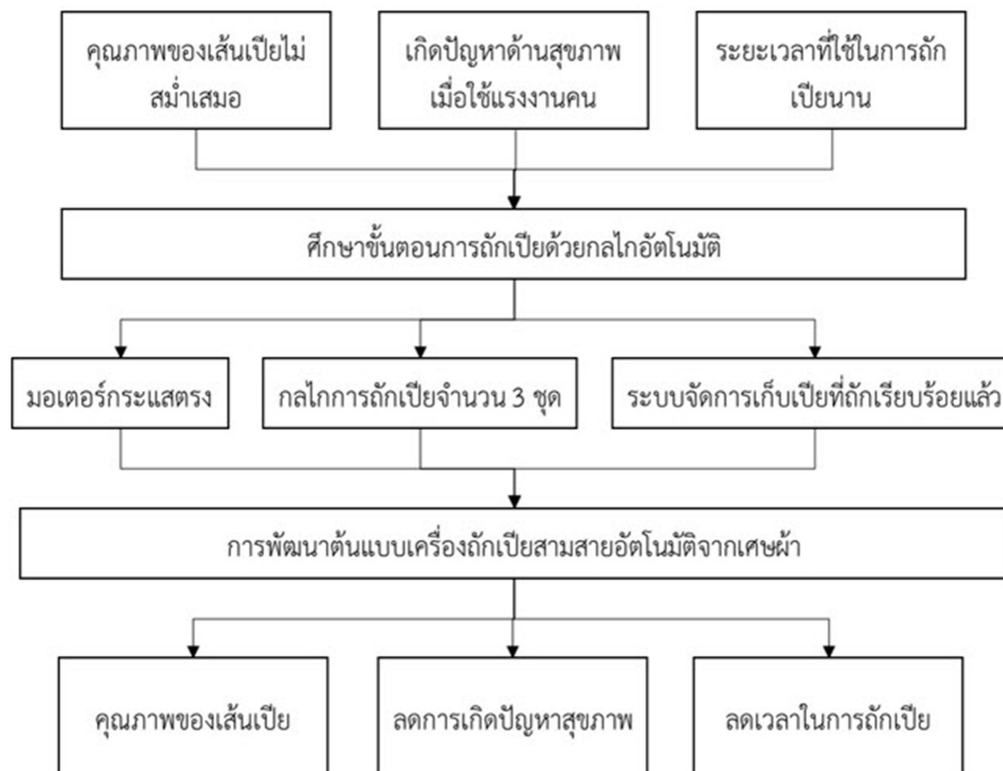
กำหนดให้ F	=	ต้นทุนคงที่
V	=	ต้นทุนแปรผัน
v	=	ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย
C	=	ต้นทุน หรือค่าใช้จ่ายรวม
N	=	ปริมาณการผลิต
R	=	รายได้
p	=	ราคาขายต่อหน่วย
P	=	กำไร
N*	=	ปริมาณการผลิต ณ จุดคุ้มทุน
p-v	=	ส่วนผลให้ต่อหน่วย

การควบคุมมอเตอร์กระแสตรง ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี โดยทั่วไปมักเน้นที่การควบคุม 3 ส่วนหลัก คือ ความเร็ว ทิศทางการหมุน และแรงบิด ซึ่งมีวิธีในการควบคุมที่นิยมใช้ ได้แก่ (1) การควบคุมแรงดัน เพื่อเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์เพื่อปรับความเร็ว (2) การควบคุมแบบ PWM--Pulse Width Modulation - ใช้สัญญาณพัลส์ที่มีความถี่คงที่แต่ปรับความกว้างพัลส์ เพื่อควบคุมกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่จ่ายให้มอเตอร์ (3) การควบคุมกระแสสนาม เพื่อปรับกระแสที่ขดลวดสนามแม่เหล็กเพื่อควบคุมแรงบิด (ใช้กับมอเตอร์แบบแยกกระตุ้น) (4) การใช้วงจรขับ (driver circuit) - วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยควบคุมการทำงานของมอเตอร์ เช่น วงจร H-Bridge สำหรับควบคุมทิศทางการหมุนซึ่งเป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการควบคุมมอเตอร์อย่างแพร่หลาย (5) ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ เป็นวิธีที่ใช้เซนเซอร์วัดความเร็วหรือตำแหน่งของมอเตอร์ แล้วนำข้อมูลมาปรับการควบคุมให้แม่นยำยิ่งขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย

แนวคิดการย้อมสีแบ่งออกเป็นโครงทั้งหมด 3 โครงสร้าง ซึ่งจะแบ่งเป็นโครงสร้างของกรอบแนวคิดในการพัฒนาเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ จากเศษวัสดุเพื่อสร้างวัตถุดิบขึ้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน ประกอบไปด้วย ปัญหา กระบวนการวิจัย และผลที่ได้จากการวิจัย ดังภาพ 3

จากภาพ 3 รูปแบบการทำงานของการพัฒนาเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ จากเศษวัสดุเพื่อสร้างวัตถุดิบขึ้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน จะเห็นได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ (1) ความแน่นของเส้นเปียที่ไม่สม่ำเสมอ (2) อาการปวดหลังจากการนั่งถักเปียเศษวัสดุด้วยมือเป็นเวลานาน (3) ระยะเวลาในถักเปียนาน โดยการพัฒนาเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ จากเศษวัสดุเพื่อสร้างวัตถุดิบขึ้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน ต้องศึกษาการทำงานของกลไกการถักเปียแบบอัตโนมัติ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการถักเปีย มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและระบบจัดเก็บเปียหลังจากการถักเรียบร้อยแล้ว ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้จากงานวิจัยนี้ คือ การถักเปีย 3 สายแบบอัตโนมัติได้ครั้งละ 3 เส้น ลดอาการปวดหลังของผู้ปฏิบัติเนื่องจากเป็นกลุ่มแม่บ้านลดเวลาในการถักเปีย ความสม่ำเสมอของความแน่นของเปีย และเพิ่มจำนวนเส้นเปียในการถักเปียในแต่ละรอบ พร้อมทั้งมีระบบการเก็บเปียที่ถักแล้วอย่างอัตโนมัติ ซึ่งกลุ่มแม่บ้านสามารถลดเวลาในการผลิตสินค้าชุมชนที่นำไปผลิตได้รวดเร็วขึ้น



ภาพ 3 กรอบแนวคิดงานวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการการถักเปีย 3 สาย
2. ทำการการออกแบบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องถักประกอบด้วย (1) มอเตอร์ชุดถักขนาด 24V (2) เฟืองอะคริลิคหนา 6 มิลลิเมตร กว้าง 265 มิลลิเมตร (3) ฐานเครื่องถักเป็นเหล็กหนา 2 มิลลิเมตร ขนาดกว้าง 310 มิลลิเมตร ยาว 640 มิลลิเมตร สูง 120 มิลลิเมตร (4) ลูกว้างในรางขนาดยาว 640 มิลลิเมตร กว้าง 9.45 มิลลิเมตร (5) ถังใส่เศษผ้าสำหรับการถัก (6) ไรสำหรับเก็บเส้นเปีย (7) มอเตอร์ชุดเก็บเส้นเปีย 24V (8) ชุดรับส่งลูกว้างบนราง ซึ่งเชื่อมอยู่กับเฟืองด้านล่าง มี 2 ชุด (9) แผ่นรองเสริมความหนาให้ชุดเฟืองอยู่ในระดับเท่ากัน (10) แผ่นรางด้านนอกขนาดยาว 630 มิลลิเมตร กว้าง 310 มิลลิเมตร (11) แผ่นขนาดรางด้านใน
3. ทำการสร้างเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ
4. การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ จากเศษวัสดุเพื่อสร้างวัตถุต้นแบบสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ

ซึ่งจะประกอบบอร์ดอาดูโน เป็นหน่วยประมวลผลหลัก ซึ่งจะ เป็นหน่วยที่ทำการควบคุมความเร็วมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของเครื่องถัก และควบคุมมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของชุดเก็บเปียที่ถักแล้ว ผ่านบอร์ดควบคุมมอเตอร์ ขนาด 24 โวลต์ 40 แอมป์ ดังภาพ 5

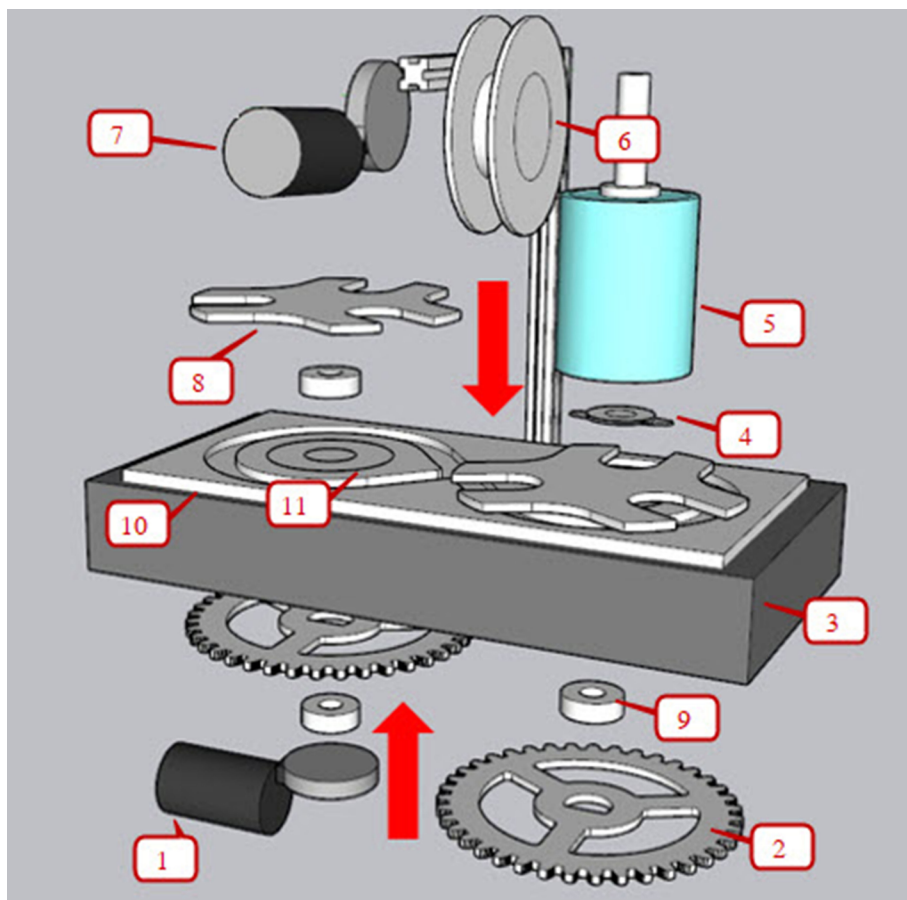
จากภาพ 5 วงจรควบคุมชุดกลไกเครื่องถักจะมีการต่อวงจรเพื่อควบคุม ดังนี้ (1) ต่อพอร์ตไฟเลี้ยง +5 โวลต์ จากบอร์ดอาดูโนไปยังขา Vcc ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ ทั้ง 2 ตัว (2) ต่อพอร์ตกราวด์ GND จากบอร์ดอาดูโนไปยังขา GND ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว (3) ต่อพอร์ต D5 จากบอร์ดอาดูโนไปยังขา RPWM (ขา 1) ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 1 (4) ต่อพอร์ต D6 จากบอร์ดอาดูโนไปยังขา LPWM (ขา 2) ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 1 (5) ต่อพอร์ต D7 จากบอร์ดอาดูโนไปยังขา L_EN (ขา 4) ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 1 (6) ต่อพอร์ต D8 จากบอร์ดอาดูโนไปยังขา R_EN (ขา 3) ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 1 (7) ต่อพอร์ต D9 จากบอร์ดอาดูโนไปยังขา RPWM (ขา 1) ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 2 (8) ต่อพอร์ต D10 จากบอร์ดอาดูโนไปยังขา LPWM (ขา 2) ของ

บอร์ดควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 2 (9) ต่อพอร์ต D11 จากบอร์ดอาดูโนไปยังขา L_EN (ขา 4) ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 2 (10) ต่อพอร์ต D12 จากบอร์ดอาดูโนไปยังขา R_EN (ขา 3) ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 2 (11) ต่อไฟ +24 โวลต์จากแหล่งจ่ายภายนอกไปยังขา S+ ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว (12) ต่อไฟ GND จากแหล่งจ่ายภายนอกไปยังขา S- ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว (13) ต่อมอเตอร์ตัวที่ 1 ไปยังขา M+ ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 1 (14) ต่อมอเตอร์ตัวที่ 1 ไปยังขา M- ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 1 (15) ต่อมอเตอร์ตัวที่ 2 ไปยังขา M+ ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 2 (16) ต่อมอเตอร์ตัวที่ 2 ไปยังขา M- ของบอร์ดควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 2

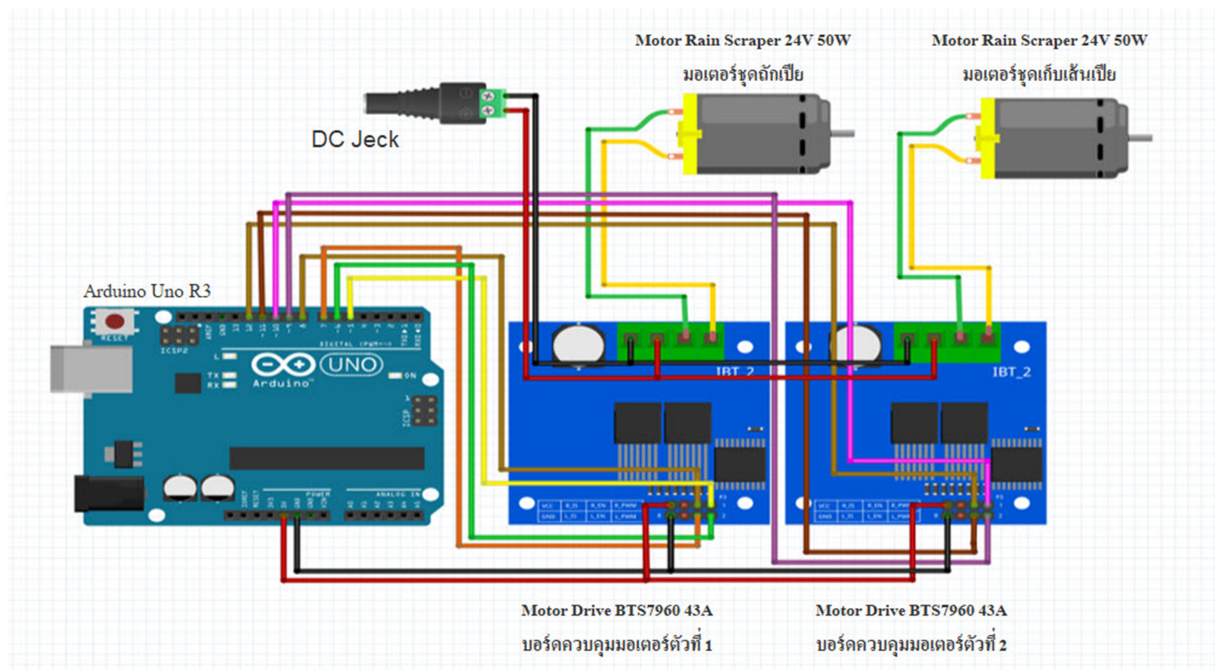
5. ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องถักเปีย 3 สายที่ความเร็วต่าง ๆ ซึ่งกลไกการทำงานของเครื่องถักจะ

เริ่มต้นจากการควบคุมมอเตอร์ชุดแรกให้หมุนตามเข็มนาฬิกา ซึ่งจะหมุนเฟืองชุดที่ 1 จากนั้นเฟืองชุดที่ 1 ก็ไปขับเฟืองชุดที่ 2 ให้หมุนทวนเข็มนาฬิกาทำให้เกิดการหมุนสลับกันเพื่อส่งชุดถึงที่บรรจุเศษผ้าสำหรับการถักจำนวน 3 ถึงให้หมุนสลับกันในร่อง โดยเมื่อชุดแรกเริ่มถัก มอเตอร์ชุดเก็บก็เริ่มทำการเก็บเส้นเปียที่ถักเรียบร้อยแล้ว ซึ่งจะทดสอบการถักทุกความเร็วจำนวน 10 เส้น จากนั้นทำการทดสอบขนาดความกว้างของเส้นเปียด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ ทดสอบความแข็งแรงของเส้นเปียด้วยการทดสอบแรงดึง ทดสอบการถักเปียที่ความยาว 5 เมตร และจุดคุ้มทุนของเครื่องถัก

6. สรุปผลการทำงานของเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ จากเศษวัสดุเพื่อสร้างวัตถุดิบขั้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน



ภาพ 4 แบบเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ



ภาพ 5 วงจรควบคุมชุดกลไกเครื่องถัก

ผลการวิจัย

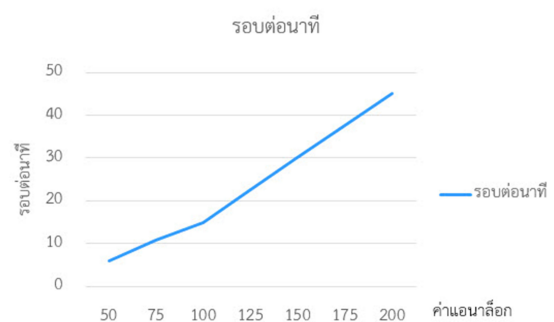
1. การทดสอบหาความเร็วมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของเครื่องถัก ซึ่งเป็นมอเตอร์ขนาด 24 โวลต์ ความเร็วมี 110 rpm ซึ่งผลการทดสอบเมื่อเปรียบเทียบกับ การสั่งงานผ่านพอร์ตแอนาล็อกของอาดูโน ซึ่งมีผลการทดสอบ ดังตาราง 1 และการทดสอบหาความเร็วมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของชุดเก็บเปียที่ถักแล้ว ซึ่งเป็นมอเตอร์กระแสตรงขนาด 24 โวลต์ ความเร็ว 110 rpm ซึ่งผลการทดสอบ เมื่อเปรียบเทียบกับ การสั่งงานผ่านพอร์ตแอนาล็อกของอาดูโน ซึ่งมีผลการทดสอบดังตาราง 2

2. ผลการถักเปียในความเร็วต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้การจำกัดความเร็วมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของเครื่องถักไว้ที่ 30 รอบต่อนาที เนื่องจากเป็นความเร็วที่ชุดกล่อบบรรจุเศษผ้า ไหลเลื่อนภายในรางที่ดีที่สุด และปรับความเร็วมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของชุดเก็บเปียที่ถักจะทำการปรับค่า ตั้งแต่ 3 6 8 11 13 15 17 19 21 และ 23 รอบต่อนาที ซึ่งผลการถักจะได้ดังภาพ 6

ตาราง 1

ความเร็วมอเตอร์ของเครื่องถัก

ลำดับ	ค่าแอนะล็อก	รอบต่อนาที
1	50	6
2	75	10.67
3	100	15
4	125	22.67
5	150	30
6	175	37.67
7	200	45

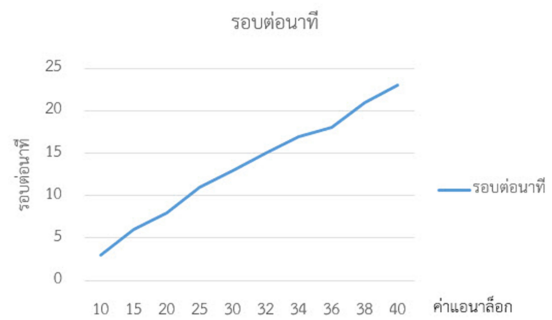


ภาพ 6 ความเร็วรอบของมอเตอร์ชุดถักเปีย

ตาราง 2

ความเร็วมอเตอร์ของชุดเก็บเส้นเปีย

ลำดับ	ค่าแวนะล็อก	รอบต่อนาที
1	10	3
2	15	6
3	20	8
4	25	11
5	30	13
6	32	15
7	34	17
8	36	18
9	38	21
10	40	23



ภาพ 7 ความเร็วรอบของมอเตอร์ชุดเก็บเส้นเปีย



(a) ความเร็วชุดเก็บที่ 3 รอบต่อนาที



(b) ความเร็วชุดเก็บที่ 6 รอบต่อนาที



(c) ความเร็วชุดเก็บที่ 8 รอบต่อนาที



(d) ความเร็วชุดเก็บที่ 11 รอบต่อนาที



(e) ความเร็วชุดเก็บที่ 13 รอบต่อนาที



(f) ความเร็วชุดเก็บที่ 15 รอบต่อนาที



(g) ความเร็วชุดเก็บที่ 17 รอบต่อนาที



(h) ความเร็วชุดเก็บที่ 19 รอบต่อนาที



(i) ความเร็วชุดเก็บที่ 21 รอบต่อนาที



(j) ความเร็วชุดเก็บที่ 23 รอบต่อนาที

ภาพ 8 เส้นเปียที่ได้จากการเครื่องถักเส้นเปีย 3 สาย

3. ผลการวัดขนาดความกว้างของเส้นเปียที่ทำจากเครื่องถักเส้นเปีย 3 สายอัตโนมัติ จากเศษวัสดุเพื่อสร้างวัตถุดิบขึ้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชนด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ โดยทำการถักเปียที่ความเร็วต่าง ๆ ซึ่งได้ผลของการถักจะแตกต่างกันออกไป ซึ่งการทดสอบจะจำกัดความเร็วมอเตอร์การหมุนของเครื่องถักไว้ที่ 30 รอบต่อนาที ส่วนความเร็วมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของชุดเก็บเปียที่ถักจะทำการปรับค่า ตั้งแต่ 3 6 8 11 13 15 17 19 21 และ 23 รอบต่อนาที ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบกับเส้นเปียมาตรฐานตามขนาดที่ชุมชน ดังภาพ 9

จากภาพ 9 การทดสอบความกว้างของเส้นเปียด้วยการประมวลผลภาพ ซึ่งจะเป็นการวัดขนาดเส้นเปียที่ถักได้ ด้วยการวิเคราะห์ภาพซึ่งตั้งค่าสีระบบ HSV ไว้ที่ $H_{min}=97$ $H_{max}=124$ $S_{min}=133$ $S_{max}=216$ $V_{min}=56$ $V_{max}=255$ และค่าขนาดพื้นที่ที่ 310 เพื่อแยกแยะขนาดเส้นเปีย เพื่อสร้างตัวเลขประกอบ โดยการวัดจะเริ่มวัดความกว้างจากเส้นเปียมาตรฐานได้ 1.00 เซนติเมตร ส่วนเส้นที่ถักด้วยเครื่องที่จำกัดความเร็วมอเตอร์การหมุนของเครื่องถักไว้ที่ 30 รอบต่อนาที ส่วนความเร็วมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของชุดเก็บเปียที่ถักจะทำการปรับค่า ตั้งแต่ 3 ถึง 23 รอบต่อนาที สามารถวัดความกว้างได้ที่ 1.17 เซนติเมตร 1.43 เซนติเมตร 1.23 เซนติเมตร 1.38 เซนติเมตร 1.46 เซนติเมตร 1.60 เซนติเมตร 1.65 เซนติเมตร 1.66 เซนติเมตร 1.69 เซนติเมตร และ 1.72 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า หากความเร็วชุดเก็บเร็วขึ้นจะทำให้ขนาดเส้นเปียจะใหญ่ขึ้น

4. ผลการทดสอบความแข็งแรงของเส้นเปียด้วยการทดสอบแรงดึง

จากการพัฒนาเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ จากเศษวัสดุเพื่อสร้างวัตถุดิบขึ้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชนเมื่อดำเนินการเริ่มถักเปียในความเร็วต่าง ๆ ซึ่งได้ผลการถักที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งการทดสอบจะทำการจำกัดความเร็วมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของเครื่องถักไว้ที่ 30 รอบต่อนาที ส่วนความเร็วมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของชุดเก็บเปียที่ถักจะทำการปรับค่าตั้งแต่ 3 ถึง 23 รอบต่อนาที ในข้อที่ 3 แล้วนั้น จะทำการหาความแข็งแรงของเส้นเปียด้วยการทดสอบ

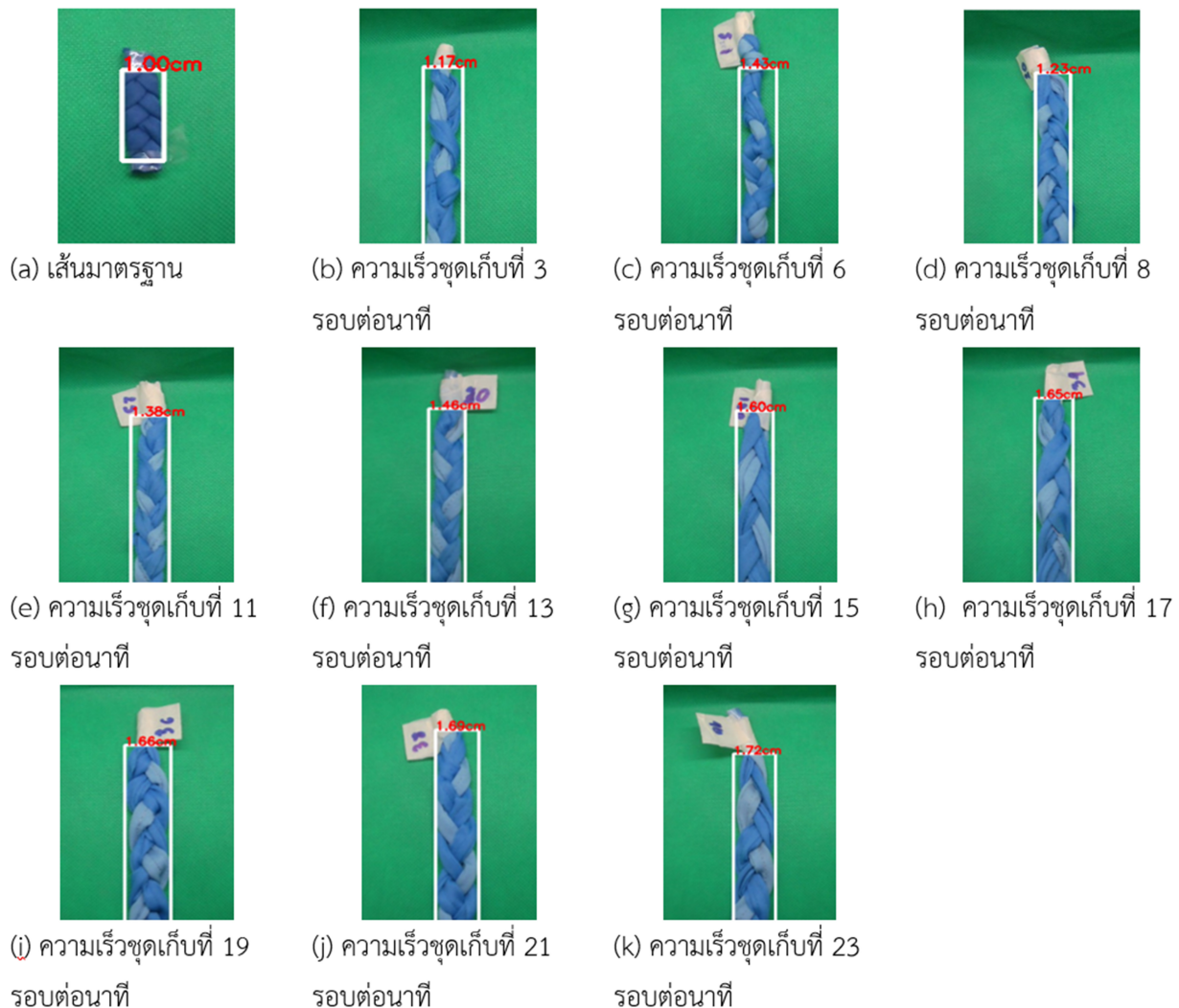
แรงดึงซึ่งมีวิธีการทดสอบ ซึ่งจะใช้มอเตอร์ขนาด 24 โวลต์ 350 วัตต์ 450 รอบต่อนาที ดึงโหลดเซลล์ขนาด 50 กิโลกรัม ดังภาพ 10 เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงกับเส้นเปียมาตรฐานตามขนาดที่ชุมชน ดังภาพ 11

จากภาพ 11 การทดสอบความกว้างของเส้นเปียด้วยการประมวลผลภาพ ซึ่งวัดความกว้างเส้นเปียมาตรฐานได้ 1.00 เซนติเมตร ส่วนเส้นที่ถักด้วยเครื่องที่จำกัดความเร็วมอเตอร์การหมุนของเครื่องถักไว้ที่ 30 รอบต่อนาที ส่วนความเร็วมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของชุดเก็บเปียที่ถักจะทำการปรับค่า ตั้งแต่ 3 6 8 11 13 15 17 19 21 และ 23 รอบต่อนาทีนั้นสามารถวัดความแข็งแรงของด้วยการดึง

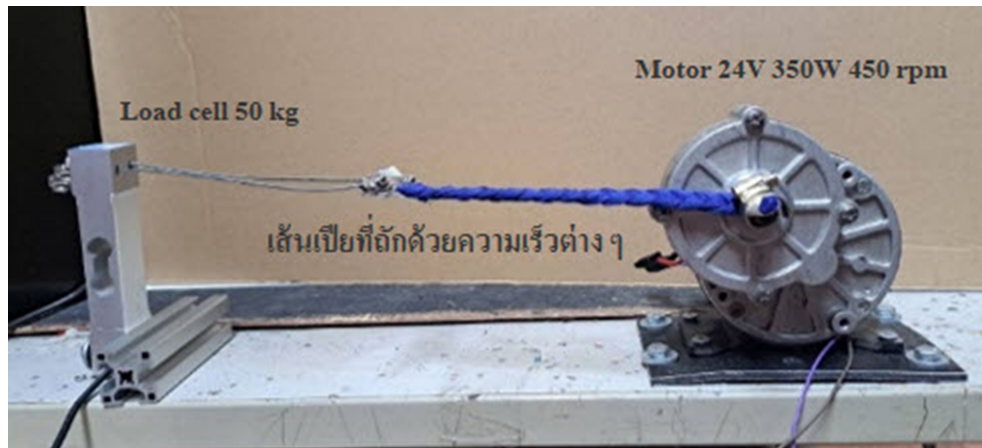
จากภาพ 11(a) เส้นเปียมาตรฐานที่ชุมชนถักด้วยมือ มีความกว้างของเส้นเปียอยู่ที่ 1.00 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเริ่มดึงเส้นเปียเครื่องจะทำการวัดค่าได้ 52.5 กิโลกรัมแรง (kgf) หรือเท่ากับ 514.85 นิวตัน และจากภาพ 11(b) เส้นเปียที่ถักด้วยความเร็วชุดเก็บที่ 3 รอบต่อนาทีที่มีความกว้างของเส้นเปียอยู่ 1.17 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเริ่มดึงเส้นเปียเครื่องจะทำการวัดค่าได้ 42.75 กิโลกรัมแรง (kgf) หรือเท่ากับ 419.23 นิวตัน และจากภาพ 11(c) เส้นเปียที่ถักด้วยความเร็วชุดเก็บที่ 6 รอบต่อนาที มีความกว้างของเส้นเปียอยู่ที่ 1.43 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเริ่มดึงเส้นเปียเครื่องจะทำการวัดค่าได้ 34.95 กิโลกรัมแรง (kgf) หรือเท่ากับ 342.74 นิวตัน และจากภาพ 11(d) เส้นเปียที่ถักด้วยความเร็วชุดเก็บที่ 8 รอบต่อนาที มีความกว้างของเส้นเปียอยู่ที่ 1.23 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเริ่มดึงเส้นเปียเครื่องจะทำการวัดค่าได้ 30.1 กิโลกรัมแรง (kgf) หรือเท่ากับ 295.18 นิวตัน และจากภาพ 11(e) เส้นเปียที่ถักด้วยความเร็วชุดเก็บที่ 11 รอบต่อนาที มีความกว้างของเส้นเปียอยู่ที่ 1.38 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเริ่มดึงเส้นเปียเครื่องจะทำการวัดค่าได้ 41.50 กิโลกรัมแรง (kgf) หรือเท่ากับ 406.98 นิวตัน และจากภาพ 11(f) เส้นเปียที่ถักด้วยความเร็วชุดเก็บที่ 13 รอบต่อนาทีที่มีความกว้างของเส้นเปียอยู่ที่ 1.46 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเริ่มดึงเส้นเปียเครื่องจะทำการวัดค่าได้ 43.10 กิโลกรัมแรง (kgf) หรือเท่ากับ 422.67 นิวตัน และจากภาพ 11(g) เส้นเปียที่ถักด้วยความเร็วชุดเก็บที่ 15 รอบต่อนาที มีความกว้างของเส้นเปียอยู่ที่ 1.60 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเริ่มดึงเส้นเปียเครื่อง

จะทำการวัดค่าได้ 48.15 กิโลกรัมแรง (kgf) หรือเท่ากับ 472.19 นิวตัน และจากภาพ 11(h) เส้นเปียที่ถักด้วยความเร็วชุดเก็บที่ 17 รอบต่อนาที มีความกว้างของเส้นเปียอยู่ที่ 1.65 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเริ่มดึงเส้นเปียเครื่องจะทำการวัดค่าได้ 42.5 กิโลกรัมแรง (kgf) หรือเท่ากับ 416.78 นิวตัน และจากภาพ 11(i) เส้นเปียที่ถักด้วยความเร็วชุดเก็บที่ 19 รอบต่อนาที มีความกว้างของเส้นเปียอยู่ที่ 1.66 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเริ่มดึงเส้นเปียเครื่องจะทำการวัดค่าได้ 39.5 กิโลกรัมแรง (kgf) หรือเท่ากับ 387.36 นิวตัน และจากภาพ 11(j)

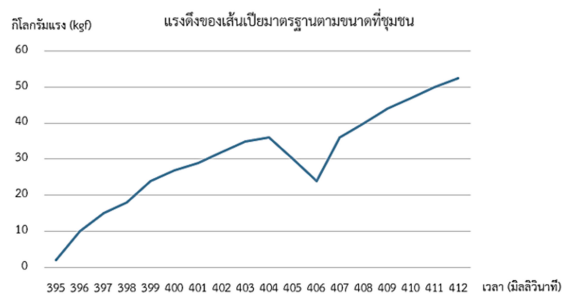
เส้นเปียที่ถักด้วยความเร็วชุดเก็บที่ 21 รอบต่อนาที มีความกว้างของเส้นเปียอยู่ที่ 1.69 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเริ่มดึงเส้นเปียเครื่องจะทำการวัดค่าได้ 44.10 กิโลกรัมแรง (kgf) หรือเท่ากับ 432.47 นิวตัน และจากภาพ 11(k) เส้นเปียที่ถักด้วยความเร็วชุดเก็บที่ 23 รอบต่อนาที มีความกว้างของเส้นเปียอยู่ที่ 1.72 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเริ่มดึงเส้นเปียเครื่องจะทำการวัดค่าได้ 37.5 กิโลกรัมแรง (kgf) หรือเท่ากับ 367.75 นิวตัน ดังตาราง 3



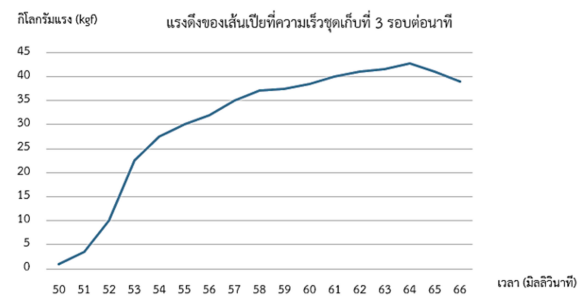
ภาพ 9 การทดสอบขนาดของเส้นเปีย 3 สายด้วยการประมวลผลภาพ



ภาพ 10 วิธีการทดสอบความแข็งแรงของเส้นเบียด 3 สาย



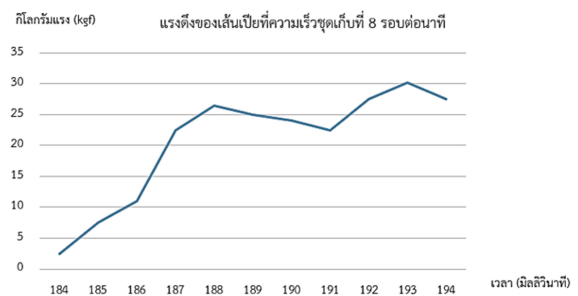
(a) เส้นเบียดมาตรฐานตามขนาดที่ชุมชน



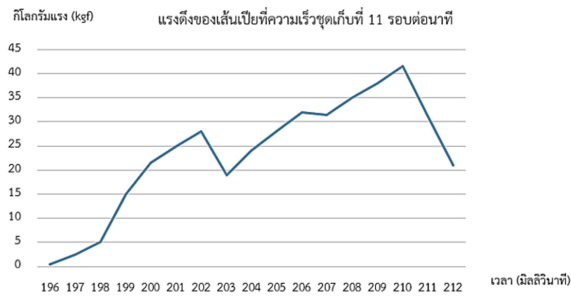
(b) ความเร็วชุดเก็บที่ 3 รอบต่อนาที



(c) ความเร็วชุดเก็บที่ 6 รอบต่อนาที



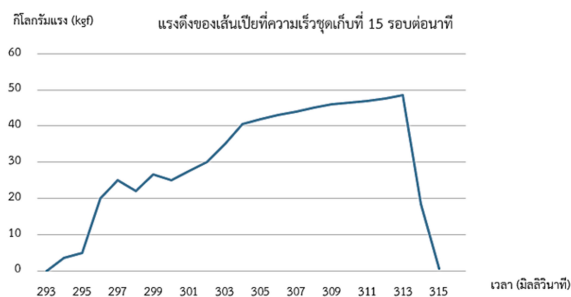
(d) ความเร็วชุดเก็บที่ 8 รอบต่อนาที



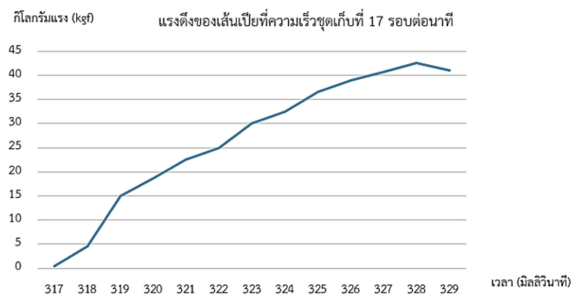
(e) ความเร็วชุดเก็บที่ รอบต่อนาที 11



(f) ความเร็วชุดเก็บที่ รอบต่อนาที 13



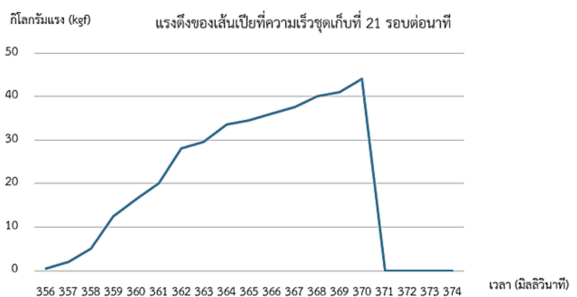
(g) ความเร็วชุดเก็บที่ รอบต่อนาที 15



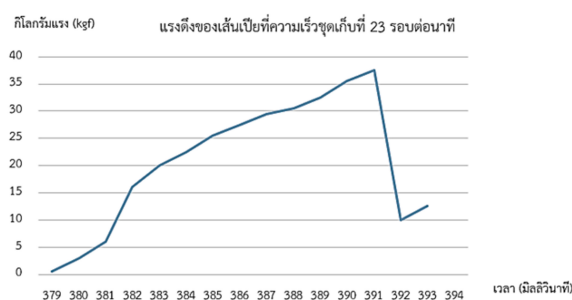
(h) ความเร็วชุดเก็บที่ รอบต่อนาที 17



(i) ความเร็วชุดเก็บที่ 19 รอบต่อนาที



(j) ความเร็วชุดเก็บที่ 21 รอบต่อนาที



(k) ความเร็วชุดเก็บที่ 23 รอบต่อนาที

ภาพ 11 วิธีการทดสอบความแข็งแรงของเส้นเปี้ย 3 สาย

5. ผลการทดสอบการถักเปียยาว 5 เมตร

ผลการทดสอบการถักเปียที่ความยาว 5 เมตร ซึ่งเป็นการทดสอบที่ความเร็วชุดเก็บที่ 15 รอบต่อนาที กับความเร็วชุดถักที่ 30 รอบต่อนาที เนื่องจากมีเส้นเปียที่ถักได้จากการทดสอบมีขนาดและความแข็งแรงใกล้เคียงกับมาตรฐานของชุมชนมากที่สุด เพื่อหาเวลาในการถักเปีย 3 สายจำนวน 10 ครั้ง แล้วหาเวลาเฉลี่ยในการถัก ดังตาราง 4

จากตาราง 3 ผลการทดสอบการถักเปียที่ความยาว 5 เมตร ที่ความเร็วชุดเก็บที่ 15 รอบต่อนาที กับความเร็วชุดถักที่ 30 รอบต่อนาที ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการถักอยู่ที่ 1.136 นาที

6. ผลการคำนวณหาจุดคุ้มทุนของเครื่องถัก

การพัฒนาเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติจากเศษวัสดุเพื่อสร้างวัตถุดิบขึ้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งเป็นการพัฒนาเพื่อทำงานแทนการถักเปียของกลุ่มแม่บ้าน เพื่อความรวดเร็วในการสร้างวัตถุดิบขึ้นต้น ซึ่งจากเดิมการถักเปีย 3 สายที่ใช้ระยะเวลาในการถักด้วยมือต่อคนอยู่ที่ 6 ถึง 7 เมตรต่อชั่วโมง คิดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.5 เมตรต่อชั่วโมง หาก 1 วัน ทำงาน 8 ชั่วโมง จะสามารถถักเปีย 3 สายได้ 52 เมตร คิดต้นทุนต่าง ๆ ได้ ดังนี้

ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย ได้แก่ ต้นทุนวัตถุดิบเป็นค่าผ้า และค่าแรงตัดผ้าให้มีขนาดเท่ากัน (เหมาต่อผืน) คิดเป็นเงิน 2.44 บาทต่อเมตร และต้นทุนค่าแรงงาน 500 บาทต่อวัน 1 วันทำได้ 52 เมตร คิดเป็นเงิน 9.62 บาทต่อเมตร รวมมีต้นทุนแปรผันคือ 12.06 บาทต่อเปีย 3 สาย 1 เมตร สำหรับเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ จากเศษวัสดุเพื่อสร้างวัตถุดิบขึ้นต้นสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน จากตาราง 3 ผลการทดสอบการถักเปียที่ความยาว 5 เมตรจะใช้เวลา 1.136 นาที หาก 1 วัน ทำงาน 8 ชั่วโมง จะสามารถถักเปีย 3 สายได้ 422 เมตร คิดต้นทุนต่าง ๆ ได้ ดังนี้ ต้นทุนคงที่คำนวณมาจากต้นทุนของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ ได้แก่ เหล็ก โครงสร้างอะคริลิก

ชุดใส่ผ้า ท่อน้ำทิ้ง มอเตอร์ เฟืองมอเตอร์ และโหลเก็บผ้า รวมมูลค่า 6,020 บาท ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย ได้แก่ ต้นทุนวัตถุดิบเป็นค่าผ้า และค่าแรงตัดผ้าให้มีขนาดเท่ากัน (เหมาต่อผืน) คิดเป็นเงิน 2.44 บาทต่อเมตร ค่าไฟฟ้า 2 ยูนิต์ ๆ ละ 5 บาท ถักเปีย 3 สายได้ 5 เมตร คิดเป็นเงิน 2 บาทต่อเมตร และต้นทุนค่าแรงงาน 500 บาทต่อวัน 1 วันทำได้ 422 เมตร คิดเป็นเงิน 1.18 บาทต่อเมตร รวมมีต้นทุนแปรผันคือ 5.62 บาทต่อเปีย 3 สาย 1 เมตร

การคำนวณจุดคุ้มทุนโดยการเปรียบเทียบระหว่างการถักเปียด้วยมือและการใช้เครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ ที่มีลักษณะของต้นทุน หรือค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกัน ซึ่งไม่ว่าจะตัดสินใจเลือกแบบใดก็ตาม ผลลัพธ์หรือสินค้าที่ได้ออกมาจะมีคุณภาพใกล้เคียงกัน มีผลทำให้รายได้ที่เกิดขึ้นเท่ากัน ดังนั้น จึงเป็นการเปรียบเทียบเฉพาะต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเท่านั้น ซึ่งจุดคุ้มทุนในที่นี้จะหมายถึงจุดที่ทั้งการถักเปียด้วยมือและการใช้เครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ มีปริมาณการผลิตและค่าให้จ่ายที่เท่ากัน นั่นคือ $C1=C2$ และ $N1=N2=N^*$ เมื่อกำหนดให้ 1 แทนการถักเปียด้วยมือ และ 2 แทนเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติ ดังภาพ 10 โดยที่ C1 คือ ต้นทุนรวมของการถักเปียด้วยมือ C2 คือ ต้นทุนรวมของการถักเปียด้วยเครื่องถักเปีย N1 คือ ปริมาณการผลิตของการถักเปียด้วยมือ N2 คือ ปริมาณการผลิตของการถักเปียด้วยเครื่องถักเปีย

จากภาพ 10 จะเห็นได้ว่าปริมาณการผลิต ณ จุดคุ้มทุน คือ 934.78 เมตร ซึ่งเป็นปริมาณการผลิตที่ทำให้การถักเปียด้วยมือและการใช้เครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติที่เท่ากัน แต่หากในระยะยาว ต้นทุนการผลิตของเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติจะมีต้นทุนที่ถูกกว่า

ตาราง 3

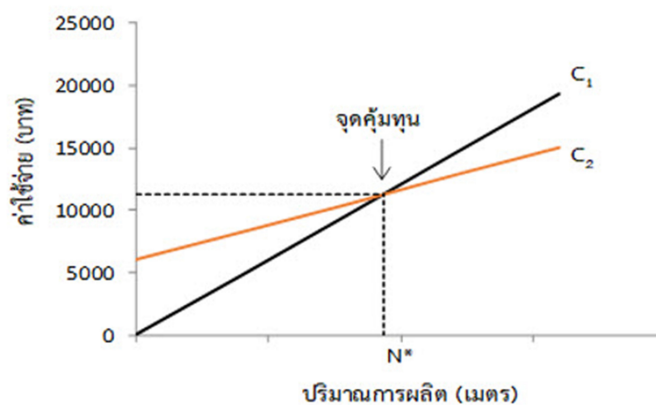
ผลการทดสอบขนาดและความแข็งแรงจากการถักเปียที่ความเร็วต่าง ๆ

ลำดับ	ความเร็วการหมุน ชุดถัก (รอบต่อนาที)	ความเร็วชุดเก็บ เส้นเปีย(รอบต่อนาที)	ขนาด (เซนติเมตร)	ความแข็งแรง (นิวตัน)
1	ขนาดมาตรฐานที่ชุมชนถักด้วยมือ		1.00	514.85
1	30	3	1.17	419.23
2	30	6	1.43	342.74
3	30	8	1.23	295.18
4	30	11	1.38	406.98
5	30	13	1.46	422.67
6	30	15	1.60	472.19
7	30	17	1.65	416.78
8	30	19	1.66	387.36
9	30	21	1.69	432.47
10	30	23	1.72	367.75

ตาราง 4

ผลการทดสอบการถักเปียที่ความยาว 5 เมตร

ครั้งที่	ความยาว (เมตร)	เวลา (นาท)	ครั้งที่	ความยาว (เมตร)	เวลา (นาท)
1	5	1.15	6	5	1.07
2	5	1.06	7	5	1.12
3	5	1.11	8	5	1.09
4	5	1.12	9	5	1.21
5	5	1.20	10	5	1.23
ค่าเฉลี่ย					1.136



ภาพ 12 จุดคุ้มทุนของเครื่องถักเปีย 3 สาย

การอภิปรายผลและสรุปผล

1. จากตาราง 1 และตาราง 2 ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อหาความเร็วรอบของมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว โดยความเร็วมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของเครื่องถักจะมีค่าตั้งแต่ 6 รอบต่อนาที ถึง 45 รอบต่อนาที ที่การควบคุมค่าแอมป์ถักตั้งแต่ 50 ถึง 200 ส่วนความเร็วมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของชุดเก็บเปียที่ถักแล้วจะมีค่าตั้งแต่ 3 รอบต่อนาที ถึง 23 รอบต่อนาที ที่การควบคุมค่าแอมป์ถักตั้งแต่ 10 ถึง 40

2. จากผลการทดสอบขนาดความกว้างของเส้นเปียด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งจากภาพ 6 จะสามารถวัดค่าความกว้างของเส้นเปียมาตรฐานที่ชุมชนต้องการอยู่ที่ 1.00 เซนติเมตร ส่วนค่าความกว้างของเส้นเปียที่เครื่องถักเปียที่พัฒนาขึ้นจะอยู่ระหว่าง 1.17 ถึง 1.72 เซนติเมตร

3. ผลการทดสอบความแข็งแรงของเส้นเปียด้วยการทดสอบแรงดึง ซึ่งจะเป็นการวัดความแข็งแรงของเส้นเปียด้วยการทดสอบแรงดึง ซึ่งจะใช้มอเตอร์ขนาด 24 โวลต์ 350 วัตต์ 450 รอบต่อนาที ดึงโหลดเซลล์ขนาด 50 กิโลกรัม เพื่อเปรียบเทียบกับเส้นเปียมาตรฐานที่ชุมชนต้องการ ซึ่งจากภาพ 8 จะสามารถวัดค่าความแข็งแรงของเส้นเปียมาตรฐานที่ชุมชนต้องการอยู่ที่ 514.85 นิวตัน ส่วนค่าความแข็งแรงของเส้นเปียที่เครื่องถักเปียที่พัฒนาขึ้นจะอยู่ระหว่าง 295.18 ถึง 472.19 นิวตัน

4. ผลการทดลองที่ทำให้เส้นเปียมีขนาดแล้วความแข็งแรงน้อยกว่าเส้นเปียมาตรฐานของชุมชนเนื่องจากความตึงของเส้นเชือกที่ออกจากกล่องปล่อยไม่สม่ำเสมอทำให้ขนาด

และความแข็งแรงจึงไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

5. ผลการทดสอบการถักเปียที่ความยาว 5 เมตร ที่ความเร็วชุดเก็บที่ 15 รอบต่อนาที กับความเร็วชุดถักที่ 30 รอบต่อนาที ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการถักอยู่ที่ 1.136 ± 0.094 นาที

6. ผลการคำนวณหาจุดคุ้มทุนของเครื่องถักจะอยู่ที่ 934.78 เมตร ซึ่งเป็นปริมาณการผลิตที่ทำให้การถักเปียด้วยมือและการใช้เครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติที่เท่ากันกับแบบเดิม แต่หากในระยะยาว ต้นทุนการผลิตของเครื่องถักเปีย 3 สายอัตโนมัติจะมีต้นทุนที่ถูกกว่า เนื่องจากการถักเปียด้วยมือจะใช้เวลา 1 ชั่วโมง ได้เส้นเปียเพียง 6 ถึง 7 เมตร ซึ่งช้ากว่าใช้เครื่องถัก

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัยปีงบประมาณ 2566 และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร สำหรับการสนับสนุน ส่งเสริม และอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานตลอดโครงการ รวมถึงโครงการเคหะชุมชนคลองกรุง เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความร่วมมือ และอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานตลอดโครงการ



References

- Allen, M. (2023). *The fascinating history of braids you never knew about*. Retrieved from <https://www.byrdie.com/history-of-braids>. (in Thai)
- Amnueypornsakul, P. (2014). *Study for use scrap fabric waste in small industrial to create a new design approach to consumers* (Master's thesis). Silpakorn University. Nakhon Pathom. (in Thai)
- Bashir, S. A. M. A., & Tuljapure, S. B. (2019). Design of low cost semi-automatic dry ironing machine for laundries. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*, 9(5), 113-124. <https://bit.ly/3YDe5XD>

- Blank, L., & Tarquin, A. (2012). *Engineering economy* (7th ed.). New York: McGraw – Hill.
- Chatakananda, L., Rattananaraphan, J., & Tempiam, S. (2013). *Value-added products from textile waste: Household items and souvenirs*. Bangkok: Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (in Thai)
- Hussain, S. Z., Ali, S. M., & Imran, T. (2021). *Automatic braiding machine*. Topi, Swabi: Faculty of Mechanical Engineering Ghulam Ishaq Khan Institute of Engineering and Technology.
- Jan, K. (2015). *Development of 3D braiding concept for multi-axial textile preforms* (Doctoral dissertation). University of Manchester. England.
- Khade, M. S., Askar, P. S., Meshram, A. P., Aglawe, P. N., Deshmukh, S. G., Gangreddiwar, S. S., & Halmare, A. (2019). Design of continuity process of cable in braiding machine in cable industry. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*, 6(4), 345-348. <https://www.jetir.org/papers/JETIR1904F57.pdf>
- Kraikaew, P. (2021). *Furniture creation using waste fabric from industrial factories* (Research report). Bangkok: Suphan Buri College of Fine Arts, Institute of Fine Arts Development. (in Thai)
- Kumar, A., Prakash, A., Datta, P., Kumar, R., & Sharma, A. G. (2019). Automatic cooking machine using arduino. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8(2), 650-653. <https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i2/B1659078219.pdf>
- Kumbhalkar, M. A., Mate, S. V., Dhote, S., & Gondane, M. (2013). Enhance production rate of braiding machine using speed reduction technique. *International Journal on Theoretical and Applied Research in Mechanical Engineering (IJTARME)*, 2(2), 2319 – 3182. http://www.irdindia.in/journal_ijtar-me/pdf/vol2_iss2/9.pdf
- Li, F., Zhang, M., Chen, S., & Hang, L. (2022). Design and research of an Intelligent Ironing Machine. *SSRG International Journal of Polymer and Textile Engineering*, 9(1), 11-13. doi: 10.14445/23942592/IJPTE-V9I1P103
- Logisticafe. (2009). *Break-even point*. Retrieved from <http://www.logisticafe.com/2009/09/break-even-point/>. (in Thai)
- National Housing Authority. (2023). *Chalong Krung Community Housing Project, Nong Chok District, Bangkok*. Retrieved from <https://www.nha.co.th/en/>. (in Thai)
- Puongsanthia, N. (2021). *Study and development of room divider from macramae knitting techniques for textile products* (Master's thesis). Rajamangala University of Technology PhraNakhon. Bangkok. (in Thai)
- Pickett, A. K., Schneider, M., Wulfhorst, B., & Langer, P. J. (2000). Design and manufacture of 3D-braided textiles as a reinforcement for composites. *Materials for Transportation Technology*, 1, 169-175. <https://doi.org/10.1002/3527606025.ch28>
- Rijiravanich, W., & Ploimekha, S. (2007). *Engineering economics* (10th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)

- Sasongkoah, T., Ariya-kruea, K., Sariganont, J., & Saliganon, C. (2014). *Design and development of textile household products from waste fabric using hand tufted technique for Ban Kiang Ngam community enterprise group, Nakhon Nayok province* (Research report). Bangkok: Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (in Thai)
- Seehavatanakul, P., & Jaiton, A. (2023). Development of artificial flower products from Remnant of fabric with coating technique by community enterprise and artificial craft in Khao Kaew Srisomboon, Thung Saliam, Sukhothai. *Suan Sunandha Academic & Research Review Journal*, 17(1), 12–25. (in Thai)
- Sangrit, P. (2012). *The study and development of handbags crafted from water hyacinth for foreign tourists: Case study-Wicker Handbags of Bangsai Arts and Crafts Centre of H.M. Queen Sirikit of Thailand* (Master's thesis). Srinakharinwirot University. Bangkok. (in Thai)
- Singkarlsiri, C. (2003). *Engineering economics* (3rd ed.). Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok. (in Thai)
- Songyifan, S., Hexinhai, H., Nhao, L. j., Zhangzhiyi, Z., & Zhagliang, Z. (2020). Design of a new braiding device with 3D integral active yarn carried. *Industria Textila*, 71(06), 557-561. doi: 10.35530/IT.071.06.1706
- Syamsudduha, A. A., Pratiwi, D., Yudistari, A. R., Hindharta, J., & Agushinta, R. D. (2013). Future smart cooking machine system design. *Telkomnika*, 11(4), 827-834. <https://bit.ly/3Ck9aDj>
- Sullivan, W. G., Wicks, E. M., & Koelling, C. P. (2012). *Engineering economy* (15th ed.). London: Pearson Education.
- Techathanased, P., Choommongkon, P., Konsongsan, T., & Chatkam, P. (2019). The development of cloth bags from pieces of the fabric, Ton Yang Village, Chan Cha Sub-District, Mae Chan District, Chiang Rai Province. *The Journal of Accounting Review, Chiang Rai Rajabhat University: JAR CRRU*, 4(1), 1-13. (in Thai)
- Tongsukawong, A. (2023). *Variable costs and cost-volume-profit analysis*. Retrieved from http://home.kku.ac.th/anuton/3526301/Doc_02.pdf. (in Thai)
- Tummue. (2018). *Four strand braid*. Retrieved from <https://tum-mue.blogspot.com/2018/11/3-four-strand-braid.html>. (in Thai)
- Venkatesh, R. B., & SivaramKumar, V. (2017). Design and fabrication of automatic dishwasher machine. *International Conference on Emerging trends in Engineering, Science and Sustainable Technology (ICETSSST-2017)* (pp. 26-31). Erode, India: Erode Sengunthar Engineering College. <https://bit.ly/40Dgynq>

