

การพัฒนาเครื่องคั่นหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน

Development of Horizontal Warping Wheel Machine

เสรณี ศรีสุข *

Seranee Srisuk *

Received: 30 September 2021, Revised: 30 December 2022, Accepted: 17 January 2023

บทคัดย่อ

การเตรียมเส้นด้ายยืนหรือเรียกว่า “การคั่นหูก” เป็นขั้นตอนการเตรียมเส้นด้ายยืนให้มีความยาวและจำนวนเส้นตามที่กำหนด ที่มีความสำคัญและยุ่งยากเพราะเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้แรงงาน และระยะเวลาปฏิบัติงานนาน ตลอดจนทักษะฝีมือของผู้ปฏิบัติงาน การวิจัยนี้จึงเล็งเห็นถึงปัญหาของการเดินด้ายยืน จึงได้ศึกษาออกแบบเครื่องคั่นหูก เพื่อให้การคั่นหูกหรือการเดินด้ายยืนสะดวกมากขึ้น ลดการใช้แรงงานคน และระยะทางที่ผู้ปฏิบัติงานต้องเดินในการเดินด้ายคั่นหูก งานวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องคั่นหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน โดยใช้กงล้อทรงกระบอกแนวนอนทำหน้าที่เป็นชุดดึงเส้นด้าย ด้วยการหมุนเพื่อม้วนเส้นด้ายให้มาพันรอบกงล้อทรงกระบอก ทั้งนี้กงล้อทรงกระบอกสามารถหมุนได้ทั้งในทิศทางเข็มและทวนเข็มนาฬิกา สำหรับการทำงานของเครื่องคั่นหูกนั้นมีการเคลื่อนที่อยู่สองส่วนหลัก ๆ คือ การเคลื่อนที่ของส่วนกงล้อ (แบบหมุน) และการเคลื่อนที่ของบอลสกรูพร้อมรางเลื่อน (แบบแนวแกน) โดยผลการพัฒนาเครื่องคั่นหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน พบว่าสามารถลดเวลาการคั่นหูกเส้นด้ายยืนลงได้เท่ากับร้อยละ 5.4 ลดจำนวนผู้ปฏิบัติงานคั่นหูก ลงได้เท่ากับร้อยละ 66.66 และลดระยะทางที่ผู้ปฏิบัติงานต้องเดินคั่นหูกเส้นด้ายยืน ลงได้เท่ากับร้อยละ 100 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการคั่นหูกแบบวิธีการดั้งเดิมของชาวบ้าน

คำสำคัญ: การเตรียมเส้นด้ายยืน, เครื่องคั่นหูก, กงล้อหมุนแนวนอน

สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุและสิ่งทอ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Department of Materials and Textile Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Rangsit Campus, Klong Luang, Pathumthani 12120, Thailand.

* ผู้รับผิดชอบประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): seranee_s@sci.tu.ac.th

ABSTRACT

Yarn warping preparation is called “warping”. Warping is a step in the yarn preparation process aimed at obtaining suitable yarn length and the desired number of yarn strands. Warping is both important and difficult, because the step requires labor and long periods of time in practice. This study, therefore, was aimed at solving these problems by designing a warping machine which reduces the distance that the operators need to walk during the process, rendering the warping process more convenient, less time-consuming, and less labor-intensive. This study designed a prototype of a warping machine which relied on the rotation of a horizontal, cylindrical warping wheel to wind the yarns. The wheel can rotate in both clockwise and counterclockwise directions. The warping wheel contained two main moving parts, namely, the movement of the wheel (rotating) and the movement of the ball screw with the linear guide (moving along the wheel). The utilization of the horizontal warping wheel machine demonstrated a 56.45% decrease in the time required for warp preparation, a reduction of 66.66% in the number of wheel operators, and a complete elimination of the distance operators had to walk during yarn warping, as compared to the traditional warp preparation method.

Key words: yarn preparation, warping machine, horizontal warping wheel

บทนำ

การทอผ้าพื้นบ้าน หรือหัตถกรรมสิ่งทอ เป็นงานหัตถกรรมที่อยู่คู่กับท้องถิ่นไทยมาอย่างยาวนาน มีการทอผ้าอยู่ทุกภูมิภาค (The Queen Sirikit Institute of Sericulture, 2009) โดยมีลวดลาย และกรรมวิธีการทอเอกลักษณ์ตามแต่ละท้องถิ่นหรือตามกลุ่มชาติพันธุ์ (Nuejantha *et al.*, 2018) เพื่อประโยชน์ใช้สอยในชีวิตประจำวันตั้งแต่เกิดจนตาย ทุกเพศ ทุกวัย เพื่อสนองความเชื่อด้านประเพณี พิธีกรรม ศาสนา ในอดีตมีการถ่ายทอดกรรมวิธีการทอผ้าภายในครอบครัวที่เป็นผู้หญิง (Sumankere and Promlawan, 2007; Nualkhaw, 2007) สืบต่อจากรุ่นสู่รุ่น จากยายสู่แม่ จากแม่สู่ลูก แต่จากสภาพเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบัน ทำให้วิถีการดำเนินชีวิตเปลี่ยนแปลงไป ลูกหลานต่างหลั่งไหลเข้าสู่เมืองใหญ่ เพื่อเข้ามาเรียน หรือทำงานหาเลี้ยงชีพ องค์ความรู้และความสามารถในการทอผ้าลายพื้นบ้านได้ลดลงไปอย่างมาก ทำให้

ปัจจุบันเหลือเพียงผู้เฒ่า ผู้แก่ที่ยังคงรักษาการทอผ้าพื้นบ้าน

การทอผ้ามีขั้นตอนการเตรียมเส้นด้ายเพื่อใช้สำหรับการทอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นตอนการเตรียมเส้นด้ายยืนหรือ “การคั่นหูก” ที่มีความสำคัญและยุ่งยากเพราะเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้แรงงาน และระยะเวลาปฏิบัติงานนาน ตลอดจนทักษะฝีมือของผู้ปฏิบัติงาน โดยการคั่นหูกเป็นขั้นตอนการเตรียมเส้นด้ายยืนให้มีความยาวและจำนวนเส้นตามที่กำหนดสำหรับผ้าแต่ละผืน บนผ้าเดินด้ายที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้างประมาณ 2-3 เมตร ยาว 4-8 เมตร ตามแต่ละท้องถิ่น ผ้าเดินด้ายมีเสาหลักเพื่อหรือหลักคั่น ตั้งไว้เพื่อใช้คล้องเส้นด้ายยืน เริ่มจากการนำเส้นด้ายจากหลอดด้ายตามจำนวนที่กำหนด เช่น 50 หลอด มาโยงคล้องไปที่หลักเสาด้านใดด้านหนึ่ง แล้วดึงโยงเส้นด้ายไปคล้องกับหลักเสา อีกหลักหนึ่งที่อยู่ตรงข้าม จากนั้นทำการโยงเส้นด้ายคล้องสลับ

กลับไปมาระหว่างหลักเพื่อทั้งสองด้านบนผ้าเดินด้าย เมื่อได้ความยาวที่ต้องการจะทำการขมวดเส้นด้ายขึ้นแต่ละเส้น ให้มีลักษณะเป็นบ่วง เรียกขั้นตอนนี้ว่า “การไขว้เส้นด้าย” แล้วทำการโยงคล้องเส้นด้ายไปตามหลักเพื่อย้อนกลับมาที่จุดเริ่มต้น นับเป็น 2 เที้ยว หรือ 1 หลบ ซึ่งเป็นหน่วยนับที่ใช้เรียกกันโดยทั่วไปในการทอผ้าพื้นบ้าน ดังนั้น การโยงคล้องเส้นด้ายขึ้น 1 หลบ จะได้จำนวนเส้นด้ายตามจำนวนหลอดด้ายที่โยง เช่น เส้นด้าย 50 เส้น แต่กระบวนการทอผ้าจะมีกำหนดเส้นด้ายขึ้นไว้ เช่น 400, 600 หรือ 800 เส้นตามแต่ละชนิดผ้า (Mangkara, 2016) ดังนั้น ในการค้นหูกจะต้องทำการโยงคล้องเส้นด้ายไปมาหลายหลบเพื่อให้ได้จำนวนตามที่กำหนดไว้

จากนโยบายส่งเสริมผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ และกระแสความนิยมที่ให้ความสำคัญด้านคุณค่า การสร้างสรรค์ วัฒนธรรม และการช่วยเหลือสังคม ทำให้สินค้าหัตถกรรมสิ่งทอที่มีกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม และวิสาหกิจชุมชน เป็นผู้ผลิตหลักมีแนวโน้มความต้องการของสินค้าหัตถกรรมสิ่งทอเพิ่มมากขึ้น แต่ในการพัฒนาสินค้าหัตถกรรมสิ่งทอ ตลอดจนถึงอุตสาหกรรมสิ่งทอไทย (Auekarn *et al.*, 2014) ยังประสบปัญหาด้านต่าง ๆ โดยปัญหาหลักคือด้านการผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต จากวิธีการค้นหูกเส้นด้ายขึ้นสำหรับการทอผ้า ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเดินโยงคล้องเส้นด้ายไปมาหลายเที้ยว เช่น การค้นหูกให้ได้เส้นด้ายขึ้นยาว 150 เมตร โยงเส้นด้ายจำนวน 40 หลอด ต้องการเส้นด้ายจำนวน 600 เส้น ระยะห่างหลักเพื่อบนผ้าเดินด้าย 3 เมตร ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเดินโยงคล้องเส้นด้ายคิดเป็นระยะทางประมาณ 2.25 กิโลเมตร เป็นต้น ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเมื่อยล้าเป็นอย่างมาก ทำให้ไม่สามารถทำการค้นหูกเส้นด้ายขึ้นได้หลาย ๆ ครั้งต่อวัน เพราะผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ และขั้นตอนการค้นหูก

เส้นด้ายขึ้นต้องอาศัยความชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน ส่งผลให้ผลิตผ้าทอมือพื้นบ้านได้ปริมาณน้อยและใช้เวลานาน Nithikarnjanatharn *et al.* (2016) พัฒนาเครื่องค้นหูกเส้นไหม โดยใช้ข้อมูลกลุ่มสตรีทอผ้าไหมจังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดสุรินทร์ พบว่าอุปกรณ์ค้นหูกเส้นไหมของวิสาหกิจชุมชน มีลักษณะและวิธีการทำงานไม่เหมาะสมตามหลักกายศาสตร์ ผู้ปฏิบัติงานต้องเอื้อม ก้ม และโยกตัวซ้ายขวา ส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้า เวลาการค้นหูกเส้นไหมสำหรับการทอผ้าไหมจำนวน 17 ผืน เท่ากับ 57.17 วินาทีต่อรอบ และอัตราการเต้นของหัวใจ 112.60 ครั้งต่อนาที และเครื่องจัดเรียงเส้นไหม พบว่าผู้ปฏิบัติงานมีการทำงานตามหลักกายศาสตร์ เวลาเฉลี่ยการค้นหูกเส้นไหมสำหรับการทอผ้าไหมจำนวน 19 ผืน เท่ากับ 67.28 วินาทีต่อรอบ และอัตราการเต้นหัวใจ 94.88 ครั้งต่อนาที ประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้น 10.52 เปอร์เซ็นต์ และการใช้พลังงานของผู้ปฏิบัติงานลดลง 29.08 เปอร์เซ็นต์ Chaodon *et al.* (2020) พัฒนาเครื่องค้นฝ้ายมัดหมี่ระบบอัตโนมัติ โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า AC ขนาด 500 วัตต์ เป็นต้นกำลังของเครื่องค้นเส้นฝ้ายมัดหมี่ ซึ่งถูกควบคุมความเร็วในการหมุนด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้ระบบใช้กระแสไฟฟ้าที่ต่ำ ติดตั้งเซนเซอร์อินฟราเรดไว้ที่จุดหมุนของกงล้อเก็บเส้นด้ายให้ตรวจนับจำนวนรอบการหมุน ทำให้สามารถควบคุมจำนวนรอบเส้นด้ายและระยะเส้นด้ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ปฏิบัติงานสามารถป้อน จำนวนรอบ ระยะการขยับแต่ละช่วง และจำนวนกลุ่มเส้นด้าย ที่จะจัดเรียงบนกงล้อค้นฝ้ายสำหรับทำมัดหมี่ได้ Rithinyo *et al.* (2017) พัฒนาเครื่องค้นหูกเส้นไหม โดยอาศัยเทคนิคการคิดหาวิธีการปรับปรุง ด้วยเทคนิค ECRS โดยใช้เฉพาะ E, C และ S คือ E-Eliminate มุ่งเน้นตัดทอนขั้นตอนการทำงานและลดการเคลื่อนไหวที่ทำให้เกิดความสูญเปล่า C-Combine มุ่งเน้นรวมการทำงานคล้ายคลึงกัน

เข้าด้วยกัน และ S-Simplify มุ่งเน้นการปรับปรุงวิธีการคันหูกเส้นไหมให้ง่ายขึ้น พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการคันหูกแบบเดิม สามารถลดเวลาการคันหูกเส้นไหมลงได้ร้อยละ 56.45 – 67.01 และลดการใช้พลังงานของผู้ปฏิบัติงานลงได้ร้อยละ 17.35 – 31.59 ตามขนาดของผืนผลิตภัณฑ์ Mangkara (2016) ได้มีการพัฒนาเครื่องคันหูกแบบกึ่งอัตโนมัติ ได้มีการออกแบบ เพลากลางเป็นกงล้อม้วนด้วยรูปทรงกากบาท ทำหน้าที่เป็นแกนให้เส้นด้ายมาพันสามารถหมุนได้ 2 ทิศทางทั้งตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา โดยมีมอเตอร์ทำหน้าที่ส่งกำลัง ร่วมกับพูลเลย์สายพาน และชุดเฟืองทดแบบเฟืองหนอน ซึ่งช่วยลดความเมื่อยล้าจากการเดินโยงเส้นด้ายของผู้ปฏิบัติงานได้

จากที่กล่าวมาทั้งหมด งานวิจัยนี้จึงพัฒนาเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน ให้สะดวกต่อการใช้งาน ใช้จำนวนผู้ปฏิบัติงานที่น้อยลง และลดระยะทางที่ผู้ปฏิบัติงานต้องเดินคันหูกสำหรับการเตรียมเส้นด้ายขึ้นของการทอผ้าพื้นบ้าน

วิธีดำเนินการวิจัย

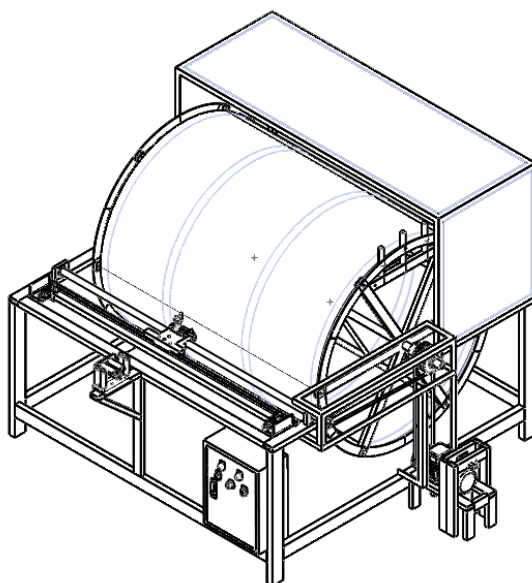
1. การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการคันหูกของกลุ่มทอผ้าพื้นบ้าน

ศึกษาข้อมูลวิธีการทำงาน เวลาการคันหูก และจำนวนผู้ปฏิบัติงานสำหรับการทอผ้า โดยใช้ข้อมูลกลุ่มสตรีทอผ้าไททรงดำ บ้านเขาหัวจัน ตำบลห้วยยางโตน อำเภอลำทะลุ จังหวัดราชบุรี การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยอาศัยการสังเกตและการสัมภาษณ์ (Joungtrakul *et al.*, 2021) สำหรับเป็นข้อมูลเปรียบเทียบก่อนและหลังการพัฒนาเครื่องคันหูก

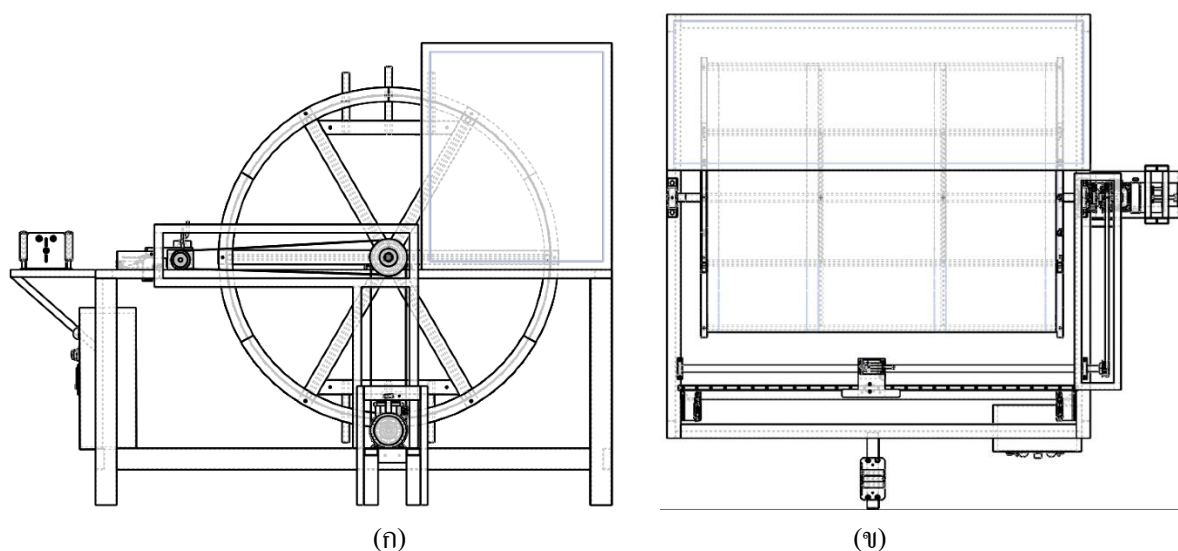
2. ออกแบบและพัฒนาเครื่องคันหูก

การออกแบบและพัฒนาเครื่องคันหูกแบบการคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน ได้ใช้แนวคิดหลักสำคัญในการออกแบบเครื่องมือคันหูกคือ 1) การออกแบบเครื่องคันหูกให้ใช้งานง่าย ลดจำนวนผู้ปฏิบัติงานในการเดินด้ายคันหูกน้อยกว่าการใช้วิธีการเดินด้ายคันหูกแบบเดิมของชาวบ้าน 2) การออกแบบเครื่องคันหูกที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องเดินกลับไป-มาระหว่างการเดินด้ายคันหูก 3) การออกแบบเครื่องคันหูกให้ผู้ปฏิบัติงานใช้เวลาการคันหูกน้อยกว่าวิธีการเดินคันหูกดั้งเดิมของชาวบ้าน

การออกแบบเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน ดังภาพที่ 1-2 นำไปสู่การจดอนุสิทธิบัตร เลขที่คำขอ 1803000577 สิทธิบัตรไทย เลขที่ 17686 (Srisuk, 2021)



ภาพที่ 1 เครื่องดันแบบการคั่นหูกแบบกงล้อ หมุนทรงกระบอกแนวนอน (Srisuk, 2021)

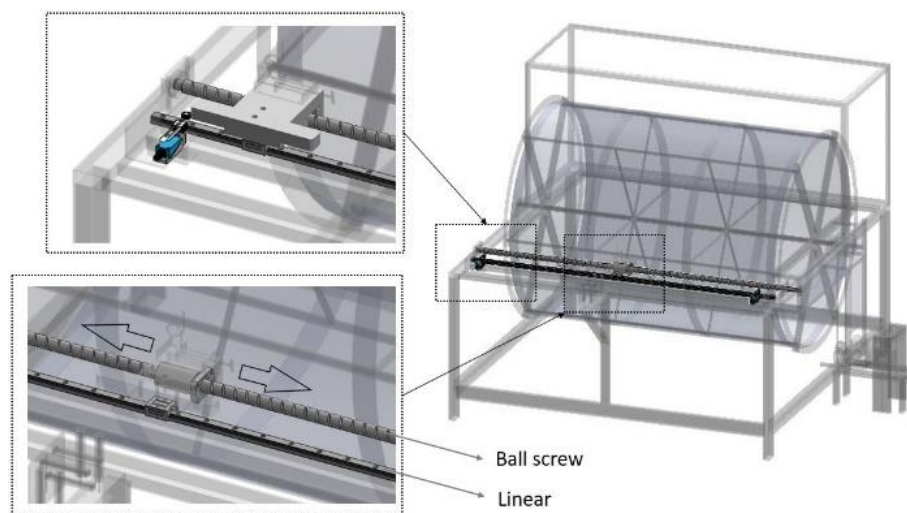


ภาพที่ 2 เครื่องดันแบบการคั่นหูกแบบกงล้อ หมุนทรงกระบอกแนวนอน

(ก) ภาพด้านข้าง และ (ข) ภาพด้านหน้า (Srisuk, 2021)

การออกแบบของเครื่องคั่นหูกแบบกงล้อ หมุนทรงกระบอกแนวนอน เป็นการออกแบบแบบกึ่งอัตโนมัติ คือบางขั้นตอนจำเป็นต้องใช้ผู้ดูแลเครื่องจำนวน 1 คน เพื่อทำการควบคุมการทำงานเครื่องและการไขว้เส้นด้าย แล้วทำการเดินเครื่องย้อนกลับไปยังอีกฝั่งหนึ่ง ตัวเครื่องมีขนาดสูงสุด คือ

$1820 \times 1820 \times 1630$ มิลลิเมตร³ โครงสร้างเครื่องคั่นหูกแบบกงล้อ หมุนทรงกระบอกแนวนอน ใช้เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมแบนสีดำความหนา 2.3 - 3.2 มิลลิเมตร เนื่องจากหาได้ง่ายตามท้องตลาด มีราคาถูกลงและสามารถประกอบขึ้นรูปได้ง่าย



ภาพที่ 3 เครื่องต้นแบบการคันหูกแบบกงล้อ แสดงการเคลื่อนที่ของบอลสกรูและรางเลื่อน

การออกแบบใบมีดเตอร์กระแสดับ กำลัง 1 แรงม้า 0.75 กิโลวัตต์ ทำหน้าที่ขับเคลื่อนให้พู่เล็หมุน เพื่อส่งกำลังผ่านสายพานมายังบอลสกรู ทำให้บอลสกรูหมุน ส่งผลให้ตลับลูกปืนที่ติดตั้งยึดติดกับลูกบล็อกของรางเลื่อน เคลื่อนที่ไปพร้อมกันในแนวแกนของบอลสกรูอยู่บริเวณหน้าของเครื่องคันหูก ดังภาพที่ 3 โดยการหมุนของกงล้อและบอลสกรูทำงานสอดคล้องกันโดยอาศัยสายพานและพู่เลย์

3. การศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคันหูก

ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวอน ด้านเวลาการคันหูก จำนวนผู้ปฏิบัติงาน และระยะทางที่ผู้ปฏิบัติงานต้องเดินคันหูกเส้นด้ายยืน สำหรับการเตรียมเส้นด้ายยืน เปรียบเทียบกับวิธีการเดินคันหูกดั้งเดิมของชาวบ้าน

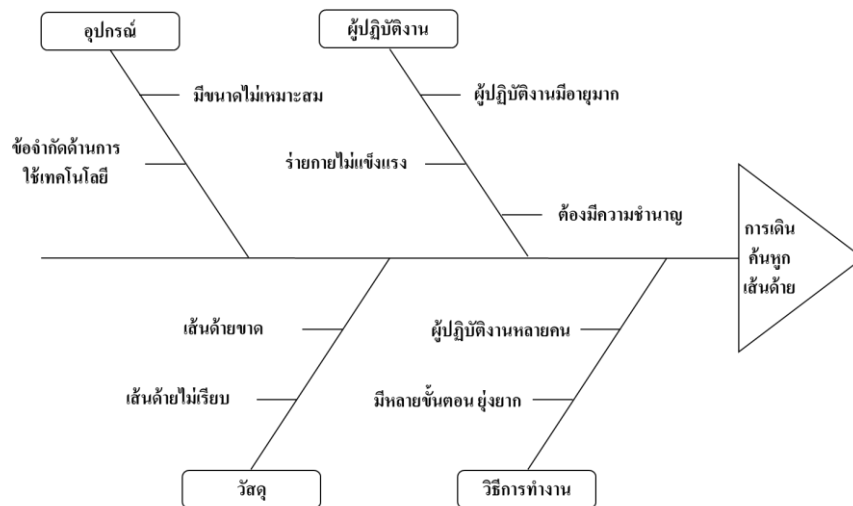
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการคันหูกของกลุ่มทอผ้าพื้นบ้าน

กลุ่มสตรีทอผ้าไททรงดำ บ้านเขาหัวจัน ตำบลห้วยยางโทน อำเภopakทอ จังหวัดราชบุรี

พบว่า สมาชิก กลุ่มสตรีทอผ้าไททรงดำ เป็นเพศหญิง จำนวน 30 คน อายุระหว่าง 50-70 ปี มีเส้นด้ายยาว 4 เมตร มีหลักเพื่อทั้งหมด 36 หลัก ด้านละ 18 หลัก เส้นด้ายจำนวน 10 หลบ หรือ 20 เที้ยว เส้นด้ายจำนวน 84 หลอด ใช้เวลาเฉลี่ยการเดินคันหูกทั้งหมด 37 นาที โดยจับเวลาเฉพาะการเดินคันหูกเท่านั้น ไม่รวมการเก็บไขว้เส้นด้ายทุกเส้นในแต่ละหลบ ชาวบ้านทอผ้าขาวม้ายาว 144 เมตรต่อม้วน ตัดแบ่งได้ผ้าขาวม้า ยาวผืนละ 2 เมตร จำนวน 65 ผืน มีรายได้จากการทอผ้าขาวม้า 6,500 บาทต่อม้วน หรือ 100 บาทต่อผืน โดยใช้เวลาทอ 20-60 วันต่อม้วน เนื่องจากการทอผ้าเป็นรายได้เสริมของชาวบ้าน ที่อาศัยช่วงเวลาว่างในแต่ละวันทำการทอผ้า

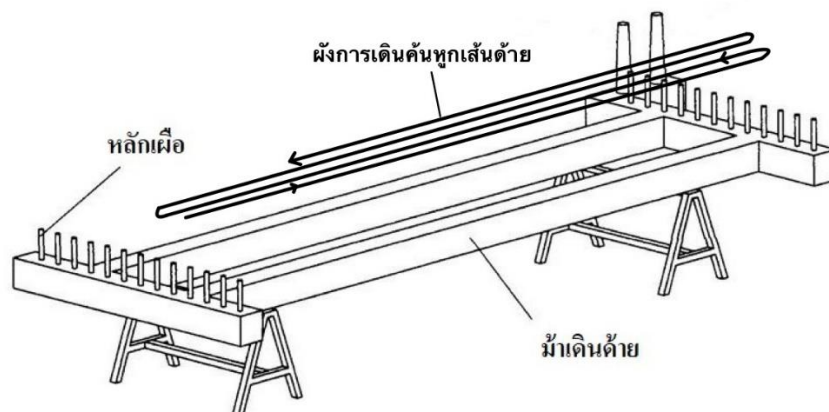
จากการสังเกตพบว่าระยะการเดินของชาวบ้านกลุ่มสตรีทอผ้าไททรงดำ เทียบกับการเดินด้ายของผู้อื่น กรณีที่ใช้ความยาวเส้นด้ายเท่ากัน จะมีระยะเดินน้อยกว่า เนื่องจากกลุ่มสตรีทอผ้าไททรงดำ ใช้คนในการทำการเดินคันหูกเส้นด้ายจำนวน 4-5 คน ดังตารางที่ 1 ซึ่งมีจำนวนคนมากกว่าที่อื่น โดยการแบ่งหน้าที่ดังนี้ หน้าที่เดินคันหูก 1 คน หน้าที่ช่วยคล้องเส้นด้ายยืนที่หลักไขว้ 2 คน และหน้าที่คุมม้วนเส้นด้าย 1-2 คน ส่งผลให้คนที่ทำหน้าที่เดินคันหูกไม่ต้องเดินไปบริเวณด้านข้างของมีดเดินด้าย



ภาพที่ 4 ฟังก้างปลาแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการคันหูกเส้นด้ายขึ้น

จากภาพที่ 4 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการคันหูกเส้นด้ายขึ้น (Wongwian *et al.*, 2021) พบว่าปัญหาสำคัญของการเดินด้ายคันหูก คือ ผู้ปฏิบัติงานเดินด้ายคันหูก มี 5 คน อายุเฉลี่ย 52 ปี ระยะทางที่ต้องเดินเพื่อคันหูกเส้นด้ายขึ้น เท่ากับความยาวของม้ายันหูกคือ 4 เมตร x จำนวนหลักไขว้ 36 หลัก x จำนวนเที่ยวหรือรอบคือ 20 เที่ยว (10 หลบ) เท่ากับ 2.88 กิโลเมตร ดังภาพที่ 5 ทำให้เกิดความเมื่อยล้า (Rithinyo

et al., 2017) ส่งผลให้ต้องมีการสลับเปลี่ยนผู้ปฏิบัติงานหน้าที่เดินคันหูก และใช้จำนวนผู้ปฏิบัติงานหลายคนทำหน้าที่เดินคันหูกและช่วยคล้องเส้นด้ายขึ้นที่หลักไขว้รวม 3 คน โดยทำการเดินด้ายคันหูกสัปดาห์ละ 1 ครั้งหรือเท่ากับ 4 ครั้งต่อเดือน ส่งผลให้โอกาสสร้างรายได้ลดลง เนื่องจากสูญเสียเวลาจากการเดินคันหูกแทนการทอผ้า



ภาพที่ 5 แสดงม้ายันด้ายและฝังการเดินคันหูกเส้นด้าย (Mangkara, 2016)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องปั่นหูกแบบเดิม และ เครื่องปั่นหูกแบบกึ่งอัตโนมัติ
เส้นด้ายจำนวน 84 หลอด

การเดินด้ายปั่นหูกแบบเดิม	เครื่องปั่นหูก
	
ผู้ปฏิบัติงาน จำนวน 3 คน แบ่งหน้าที่เดินด้าย 1 คน 2 คน หน้าที่ช่วยคล้องเส้นด้ายขึ้นที่หลักไขว้	ผู้ปฏิบัติงานจำนวน 1 คน สามารถควบคุมการทำงานของ ของเครื่องปั่นหูกแทนการเดินด้าย
	
ลักษณะเส้นด้ายที่ได้จากการเดินปั่นหูกแบบเดิม	ลักษณะเส้นด้ายที่ได้จากเครื่องปั่นหูก

2. ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบการปั่น หูกแบบกึ่งอัตโนมัติทรงกระบอกราวนอน

เครื่องต้นแบบการปั่นหูกแบบกึ่งอัตโนมัติทรงกระบอกราวนอน มีหลักการทำงานการเคลื่อนที่
อยู่สองส่วนหลัก ๆ คือการเคลื่อนที่ของส่วนกึ่งอัตโนมัติ (แบบหมุน) และการเคลื่อนที่ของบอลสกรูพร้อมราง
เลื่อน (แบบแนวแกน) ซึ่งทั้งสองส่วนนี้ทำงาน
สอดคล้องกัน เนื่องจากต้นกำเนิดมาจากแหล่งที่มา
เดียวกันคือ มอเตอร์ไฟฟ้า (Mangkara, 2016;
Swangpol *et al.*, 2018; Chaodon *et al.*, 2020) ที่
ขับเคลื่อนผ่านสายพานและพูลเลย์เชื่อมต่อกัน ทำให้
ระยะห่างระหว่างชุดเส้นด้ายของแต่ละรอบเท่ากัน

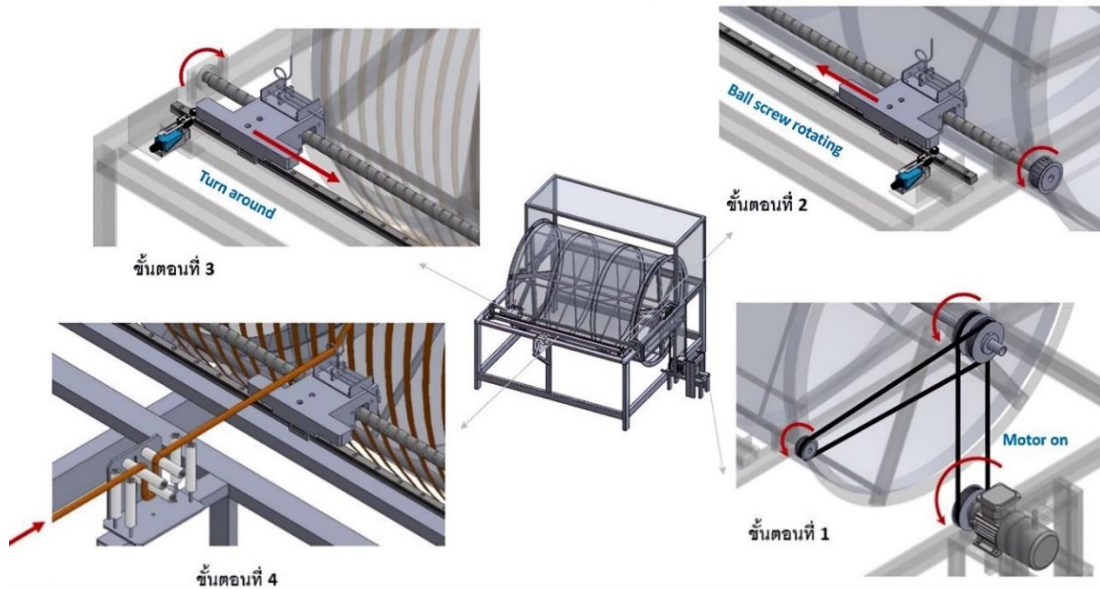
สามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ๆ
ดังนี้ แสดงในภาพที่ 6

ขั้นตอนที่ 1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)
กำลัง 1 แรงม้า 0.75 กิโลวัตต์ เริ่มหมุนทิตทวนเข็มนาฬิกาส่งกำลังไปยังกึ่งอัตโนมัติ ทำให้ชุดกึ่งอัตโนมัติพร้อม
กับดึงชุดเส้นด้ายที่ได้ทำการผูกยึดติดไว้กับขอบ
รอบวงของกึ่งอัตโนมัติด้านขวา ในขณะที่เดียวกันบอลสกรูก็
หมุนตามกึ่งอัตโนมัติ เนื่องจากที่ปลายเพลลาของกึ่งอัตโนมัติและ
ปลายบอลสกรูถูกออกแบบให้มีพูลเลย์ ติดตั้งสายพาน
เพื่อทำให้กึ่งอัตโนมัติและบอลสกรูทำงานสอดคล้องกัน

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อบอลสกรูหมุนส่งผลให้ด้าย
ถูกปั่นเคลื่อนที่ โดยที่ด้ายถูกปั่นจะติดต่อยึดติดกับ

ลูกบดของดางเลื่อน (Linear) ทำให้ลูกบดและ
ตลับลูกปืนเคลื่อนที่ไปพร้อมกันในแนวแกน ทำให้
ชุดปรับระยะของเส้นด้ายที่ติดอยู่กับรางเลื่อน

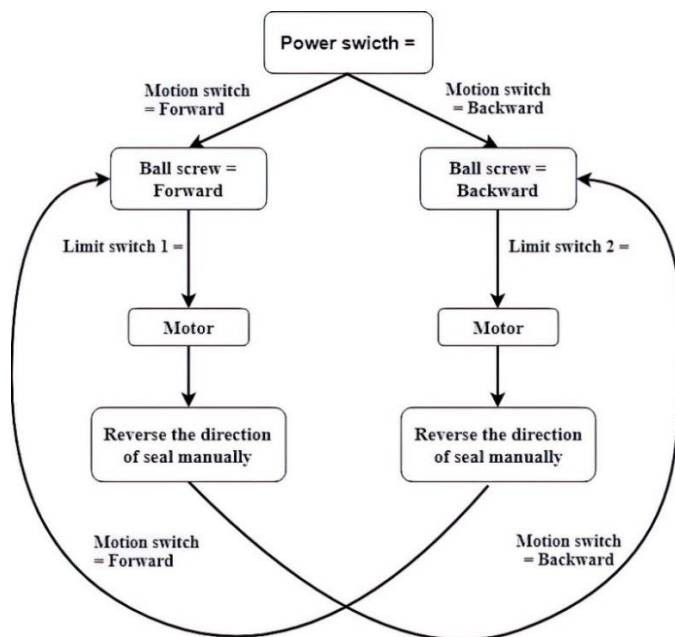
เคลื่อนที่ไปทางซ้ายพร้อมกับพาชุดเส้นด้ายให้กรอ
จนเต็มกงล้อนับเป็น 1 เที้ยว



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อชุดปรับระยะของเส้นด้ายเคลื่อนที่ไป
ทางซ้ายสุดทางชนกับลิimitsวิตซ์ ทำให้มอเตอร์หยุด
ทำงาน เมื่อมอเตอร์หยุดทำงานผู้ปฏิบัติงานทำการ
เก็บไขว้เส้นด้ายแล้วยึดเส้นด้ายไว้กับขอบรอบวงของ
กงล้อด้านซ้าย แล้วทำการสั่งให้มอเตอร์ทำงาน โดยที่

การทำงานดังภาพที่ 7 โดยมอเตอร์จะหมุนทิศตาม
เข็มนาฬิกาทำให้ชุดปรับระยะเส้นด้ายเคลื่อนที่ไปยัง
ด้านขวาพร้อมกับชุดเส้นด้ายให้กรอจนเต็มกงล้อนับ
เป็นเที้ยวที่ 2 หรือครบ 1 หลบ



ภาพที่ 7 แผนขั้นตอนกระบวนการทำงานของระบบสวิตช์

ขั้นตอนที่ 4 ทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 1-3 จนกว่าจะได้จำนวนเส้นด้ายที่ต้องการ โดยที่การกรอแต่ละรอบนั้นสามารถทำการปรับระยะชุดปรับระยะเส้นด้ายเพื่อไม่ให้ชุดเส้นด้ายซ้อนทับกันมากได้

3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน

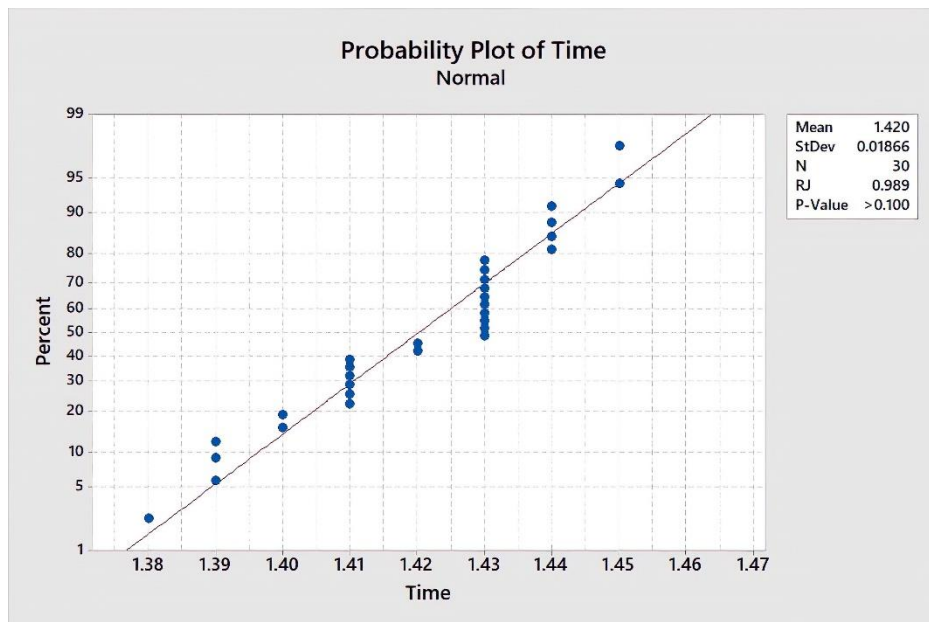
ผลการทดสอบการทำงานเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน มีดังนี้ 1) ระยะเวลาในการคันหูก 2) จำนวนผู้ปฏิบัติงานที่ต้องใช้ในการควบคุมเครื่อง และ 3) ระยะทางผู้ปฏิบัติงานต้องเดินคันหูกเส้นด้ายขึ้น เปรียบเทียบกับการคันหูกแบบวิธีการเดิมของชาวบ้าน โดยการทดสอบเครื่องคันหูกด้วยจำนวนเส้นด้าย 84 หลอด จับเวลาทดสอบโดยการวัดการเดินเครื่องไป 5 เที้ยว และเดินเครื่องกลับ 5 เที้ยว ทำซ้ำเช่นนี้จนครบ จำนวน 30 เที้ยว พบว่า

- การทดสอบระยะเวลาการทำงานเครื่องคันหูก พบว่าเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยการคันหูกที่ 1.42 วินาทีต่อเที้ยว โดยจับเวลาเฉพาะการทำงานของเครื่องคันหูกเท่านั้น ไม่รวมการเก็บไขว้เส้นด้ายที่ความเร็วรอบของกงล้อโดยประมาณที่ 23.3 รอบต่อ นาที ดังตารางที่ 2

- ระยะเวลาในการคันหูกของเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน พบว่าเครื่องคันหูกใช้เวลาประมาณ 35 นาที เปรียบเทียบเวลาการคันหูกแบบวิธีการดั้งเดิมของชาวบ้านกับการคันหูกของเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุน พบว่า เวลาการคันหูกด้วยเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุน ลดลงเท่ากับร้อยละ 5.4 และผลการวิเคราะห์ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบการกระจายตัวของเวลาการคันหูกด้วย Shapiro-Wilk พบว่า ค่า p-value มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่าข้อมูลเวลาการคันหูก มีการกระจายตัวแบบปกติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ดังภาพที่ 8

ตารางที่ 2 แสดงผลเวลาของเครื่องคันหูกใช้ในการทำการคันหูกแต่ละเที่ยว ที่ความเร็วรอบของกงล้อโดยประมาณ 23.3 รอบต่อนาที จำนวนการเดินด้ายที่ 84 หลอด

	ระยะเวลา (นาทีต่อเที่ยว)										เฉลี่ย
	เที่ยว 1	เที่ยว 2	เที่ยว 3	เที่ยว 4	เที่ยว 5	เที่ยว 6	เที่ยว 7	เที่ยว 8	เที่ยว 9	เที่ยว 10	
ครั้งที่ 1	1.43	1.44	1.41	1.39	1.42	1.4	1.43	1.43	1.41	1.44	1.420
ครั้งที่ 2	1.45	1.43	1.39	1.42	1.43	1.43	1.41	1.45	1.43	1.4	1.424
ครั้งที่ 3	1.41	1.38	1.43	1.43	1.41	1.39	1.44	1.41	1.44	1.43	1.417
เวลาเฉลี่ย											1.420
SD											0.0186



ภาพที่ 8 การทดสอบการกระจายตัวของเวลาการคันหูกด้วยเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน

- จำนวนผู้ปฏิบัติงานในการควบคุมเครื่องคันหูกและการคันหูก พบว่าเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน สามารถทำงานเสร็จสิ้นทุกขั้นตอนด้วยผู้ปฏิบัติงาน 1 คน เปรียบเทียบจำนวนผู้ปฏิบัติงานคันหูกแบบวิธีการดั้งเดิมของชาวบ้านกับการคันหูกของเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุน พบว่าจำนวนผู้ปฏิบัติงานคันหูกด้วยเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุน ลดลงเท่ากับร้อยละ 66.66 เมื่อเทียบกับการคันหูกแบบวิธีการดั้งเดิมของชาวบ้านที่ใช้จำนวนผู้ปฏิบัติงาน 3 คน ดังตารางที่ 3 อธิบายได้ว่าปรับปรุง

เครื่องมือทดแทนการคันหูกแบบวิธีการดั้งเดิม โดยการใช้ระบบแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอนร่วมกับมอเตอร์ ส่งผลให้ใช้จำนวนผู้ปฏิบัติงานน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mangkara (2016); Rithinyo *et al.* (2017); Chaodon *et al.* (2020) โดยผู้ปฏิบัติงานเดินด้ายคันหูก 2 คน มีรายได้เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 10 จากการทดแทนการเดินด้ายคันหูก หรือประมาณ 650 บาทต่อคนต่อเดือน ดังตารางที่ 4 และการคำนวณค่าไฟฟ้าจากการทำงานของเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุน เป็นเวลา 35

นาที่ จำนวน 4 ครั้งต่อเดือน ที่มอเตอร์ไฟฟ้า
กระแสสลับ (AC) กำลัง 1 แรงม้า 0.75 กิโลวัตต์ พบว่า

มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าประมาณ 2 หน่วยต่อเดือน คิด
เป็น 15.79 บาทต่อเดือน

ตารางที่ 3 แสดงผลการทำงานเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอนเทียบกับการคันหูกแบบวิธีการ
ดั้งเดิมของชาวบ้าน

	จำนวนคน ปฏิบัติงาน	จำนวน หลัก	จำนวน หลบ	ความยาวของ เส้นด้ายที่ได้	ระยะทางการ เดิน	ระยะเวลาเดิน คันหูก
ชาวบ้าน	3	36	10	144 ม.	2.88 กม.	37 นาที
เครื่องคันหูก	1	2	10	143 ม.	-	35 นาที

ตารางที่ 4 แสดงรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการทอผ้าแทนการเดินด้ายคันหูก และรายจ่ายจากการทำงานของเครื่องคันหูก
แบบกงล้อหมุน ที่เวลาทอผ้า 40 วันต่อม้วน และเดินด้ายคันหูก 4 ครั้งต่อเดือน

	ทอผ้า 1 ม้วน (บาท)	คำนวณ รายได้ต่อวัน (บาท)	จำนวนครั้ง การเดินด้ายคัน หูก (เดือน)	รายได้ต่อเดือน เพิ่มขึ้น (บาท)	รายได้ต่อเดือน เพิ่มขึ้น (ร้อยละ)	ค่าไฟฟ้าต่อ เดือน (บาท)
รายได้	6,500	162.5	4	650	10	
รายจ่าย						15.79

- ระยะทางที่ผู้ปฏิบัติงานต้องเดินในการเดิน
ด้ายคันหูก พบว่า ผู้ปฏิบัติงานเครื่องคันหูกแบบกงล้อ
หมุนทรงกระบอกแนวนอนไม่จำเป็นต้องเดินคันหูก
เส้นด้าย เปรียบเทียบระยะทางที่ผู้ปฏิบัติงานต้องเดิน
คันหูกแบบวิธีการดั้งเดิมของชาวบ้านกับการคันหูก
ของเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุน พบว่า ระยะทางที่
ผู้ปฏิบัติงานต้องเดินคันหูกด้วยเครื่องคันหูกแบบกง
ล้อหมุน ลดลงเท่ากับร้อยละ 100 เมื่อเปรียบเทียบการ
คันหูกแบบวิธีการเดิมของชาวบ้าน ที่ใช้ผู้ปฏิบัติงาน
ต้องเดินเป็นระยะทางประมาณ 2.88 กิโลเมตร ดัง
ตารางที่ 3 อธิบายได้ว่าระบบการเคลื่อนที่ของส่วน

กงล้อ (แบบหมุน) และการเคลื่อนที่ของบอลสกรู
พร้อมรางเลื่อน (แบบแนวแกน) ซึ่งทั้งสองส่วน
ทำงานสอดคล้องกัน รวมกับการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า
ขับเคลื่อนผ่านสายพานและพูลเลย์เชื่อมต่อกัน ทำให้
สามารถลดระยะทางที่ผู้ปฏิบัติงานต้องเดินลงได้
ส่งผลลดความเมื่อยล้าของคนเดินคันหูก ซึ่ง
สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mangkara (2016);
Rithinyo *et al.* (2017); Swangpol *et al.* (2018);
Chaodon *et al.* (2020) เนื่องจากผู้ปฏิบัติสามารถนั่ง
ควบคุมการทำงานของเครื่องคันหูกแทนการเดินด้าย
คันหูกได้

ตารางที่ 5 แสดงความยาวม้วนผ้าขาวม้า และจำนวนผืนผ้าขาวม้า จากเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอก
แนวนอนเทียบกับการคันหูกแบบวิธีการดั้งเดิมของชาวบ้าน ที่ผ้าขาวม้ายาวผืนละ 2 เมตร และอัตรา
สูญเสียความยาวผืนผ้าทอจากการตัดแบ่ง ร้อยละ 9.72

	ความยาวของ เส้นด้ายที่ได้ (เมตร)	จำนวน ผ้าขาวม้า (ผืน)	รวมความยาว ผ้าขาวม้า (เมตร)	จำนวนเศษผ้า เหลือ (เมตร)	รายได้ต่อเดือน ลดลง (ร้อยละ)
ชาวบ้าน	144	65	130	-	
เครื่องคันหูก	143	64	128	1	1.5

- ความยาวเส้นด้ายยืนที่ได้จากการคันหูกพบว่าความยาวเส้นด้าย จากเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอนเท่ากับ 143 เมตร ซึ่งได้สั้นกว่าการคันหูกแบบวิธีการเดิมของชาวบ้าน ร้อยละ 0.69 เมื่อเปรียบเทียบการคันหูกแบบวิธีการเดิมของชาวบ้าน ดังตารางที่ 5 เนื่องจากม้วนผ้าขาวม้ายาว 143 เมตรต่อม้วน ตัดแบ่งผ้าขาวม้าได้จำนวน 64 ผืนผ้า ยาวผืนละ 2 เมตร มีอัตราสูญเสียความยาวผืนผ้าทอจากการตัดแบ่ง ร้อยละ 9.72 มีเศษผ้าขาวม้าเหลือ 1 เมตร ส่งผลให้ชาวบ้านมีรายได้จากการทอผ้าลดลงเท่ากับร้อยละ 1.5 ต่อเดือน แต่ชาวบ้านมีโอกาสสร้างรายได้เพิ่มขึ้นจากการนำเศษผ้าขาวม้า 1 เมตร มาทำผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก เช่น พวงกุญแจ หรือกระเป๋าเก็บเศษเหรียญ เพื่อชดเชยรายได้ที่ลดลงแทนการทอผ้าได้

สรุป

เครื่องคันแบบเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน อาศัยกงล้อทรงกระบอกทำหน้าที่ม้วนเส้นด้ายมาพันรอบกงล้อทรงกระบอกจนได้ตามความยาวที่ต้องการ ซึ่งเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุน ใช้เวลาประมาณ 35 นาที สามารถลดเวลาการคันหูกเส้นด้ายยืน ลงเท่ากับร้อยละ 5.4 เมื่อเปรียบเทียบกับแบบวิธีการดั้งเดิมของชาวบ้าน และผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของเวลาการคันหูก

พบว่า ค่า p-value มีค่ามากกว่า 1 หมายความว่าข้อมูลเวลาการคันหูก มีการกระจายตัวแบบปกติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

ผลการเปรียบเทียบจำนวนผู้ปฏิบัติงานคันหูก พบว่าสามารถลดจำนวนผู้ปฏิบัติงานคันหูกด้วยเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุน ลงเท่ากับร้อยละ 66.66 เมื่อเปรียบเทียบกับแบบวิธีการดั้งเดิมของชาวบ้าน

ผลการเปรียบเทียบระยะทางที่ผู้ปฏิบัติงานต้องเดินคันหูกเส้นด้ายยืน พบว่าสามารถลดระยะทางที่ผู้ปฏิบัติงานต้องเดินคันหูกเส้นด้ายยืน ลงเท่ากับร้อยละ 100 เมื่อเปรียบเทียบกับแบบวิธีการดั้งเดิมของชาวบ้าน

สามารถสร้างโอกาสให้ผู้ปฏิบัติงานเดินด้ายคันหูก 2 คน มีรายได้เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 10 จากการทอผ้าแทนการเดินด้ายคันหูก หรือประมาณ 650 บาท/คน/เดือน

เส้นด้ายยืนที่ได้จากเครื่องคันหูกแบบกงล้อหมุนทรงกระบอกแนวนอน สั้นกว่าการคันหูกแบบวิธีการเดิมของชาวบ้าน อาจส่งผลให้ชาวบ้านมีรายได้จากการทอผ้าลดลงแต่ชาวบ้านมีโอกาสสร้างรายได้เพิ่มขึ้นจากการทำเป็นผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกจากเศษผ้าขาวม้าเพื่อชดเชยรายได้ที่ลดลงแทนการทอผ้าได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย จาก กองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปี งบประมาณ 2556 ขอบพระคุณชุมชนหมู่บ้าน วัฒนธรรมไทยทรงดำ บ้านหัวเขาจีน และคุณจรูญ พารมณี รวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จของงานนี้ แต่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย ที่ได้มีส่วนช่วยให้งานวิจัยดังกล่าวสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Auekarn, C., Ngamsnit, S., Pinyoanuntapong, N. and Lertphanich, P. 2014. The guidelines for thai textile industrial promotion and development for global competition. **Journal of Graduate Studies Yalaya Alongkorn Rajabhat University** 8(1): 35-50.
- Chaodon, K., Pimsalee, T. and Phummiphan, N. 2020. A Development of an Automatic Handmade Mudmee Cotton Machine. **Vocational Education Innovation and Research Journal** 4(1): 10-16.
- Joungtrakul, J., Na-Nan, K., Chaiyasoonthorn, W., Prawatmuang, R., Tharaphutthi, P., Tanwongwan, S., Meensuk, S. and Thongkalaya, B. 2021. An Alternative Approach to Developing an In-Depth Interview Guide for Data Collection in Qualitative Research. **Journal of Management and Marketing** 8(2): 1-16.
- Mangkara, S. 2016. **The Semi Automatic Thread Winding Machine**. Thai petty patent No. 12124. (in Thai)
- Nithikarnjanatham, J., Rithinyo, M., Taysongnoen, K. and Mayai, A. 2016. **Research Report on Control system for the process of cocoon silk of the community enterprises silk**. Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima. (in Thai)
- Nualkhaw, T. 2007. Textile weaving with loom specific of Ta Mhuk pattern: a case study of weaving activity group, Ban Prakha, Prakha sub-district, Khuan-khanum district. Graduate Diploma Program (Graduate Volunteer), Thammasat University. (in Thai)
- Nuejantha, N., Wongkasem, K. and Poomsaad, N. 2018. Machine Development for Weaving and Pattern Recognition, pp. 314-320. **In 14th Mahasarakham University Research Conference**. Mahasarakham, Thailand. (in Thai)
- Phasuk, S. 2002. **Handwoven Thaisilk**. Odeon Store, Bangkok. (in Thai)
- Rithinyo, M., Lonkuntos, N., Ounthaisong, A. and Insorn, W. 2017. The Development of Silk Weft Preparation Machine by ECRS Technique. **UBU Engineering Journal** 10(2): 52-61.
- Rittibunyanan, S. 2013. Change of hand-woven fabric from consumption-oriented to market-oriented: case of Ban Song Plueay, tambon Hai Yong, Phang Khon district, Sakon Nakhon province. Graduate Diploma Program (Graduate Volunteer), Thammasat University.
- Srisuk, S. 2021. **Horizontal Warping Wheel Machine**. Thai petty patent No. 17686. (in Thai)
- Sumankere, S. and Promlawan, K. 2007. **Research Report on Development Weaving Room and Addition Heddle about 6, 8, 10**

Heddles. Rajamangala University of Technology

Rhra Nakhon, Bangkok. (in Thai)

Swangpol, T., Soottitayaylarkul, P., Polsawat, A.,

Boonma, N., Noramat, S., Wongcharearn, S.

and Viboonkittanakom, D. 2018. Development

of semi-automatic traditional silk weaving

machines for small and medium enterprise.

Apheit Journal 7(1): 104-119.

The Queen Sirikit Institute of Sericulture. 2009.

Thai Silk: Cultural Heritage. Institute,

Bangkok. (in Thai)

Wongwian, C., Sagulpongmalee, K. and Inyasri, C.

2021. Propeller Mass Reduction of the

Electric Motor in Ring-spinning Machine in

Textile Industry for Energy Saving. **Thai**

Industrial Engineering Network Journal

7(2): 111-117.