เครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติสำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก

Semi-Automatic Fabric Winding Machine for Small Business

กาหลง บัวนาค*, นรินทร์ กุลนภาดล, และศิริพงษ์ สมสกุล

Kalong Buanak*, Narin Koolnapadol and Siripong Somsakun

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลยานยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

Department of Automotive Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Rajanagarindra University

*Email: kalong@techno.rru.ac.th

Received: January 02, 2021; Revised: April 09, 2021; Accepted: May 05, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องม้วนผ้าผืนกึ่งอัตโนมัติโดยใช้แรงงานคนในการควบคุม เพื่อเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตในสถานประกอบการขนาดเล็ก โดยออกแบบเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติมีขนาดความกว้าง 190 เซนติเมตร และยาว 70 เซนติเมตร สูง 170 เซนติเมตร ผลการทดสอบพบว่าเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติสามารถม้วนผ้าได้เป็นอย่างดี โดยสามารถม้วนผ้าขนาด 60 และ 100 หลาได้ในเวลาเฉลี่ย 2.76 และ 4.38 นาที ตามลำดับ ค่าไฟฟ้า 3,672 บาทต่อปี และการใช้เครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติแทนการจ้างม้วนจะสามารถลดต้นทุนการผลิตร้อยละ 54.36 ซึ่งถือเป็นการลดต้นทุนการผลิตอย่างมากสำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก

คำสำคัญ : เครื่องม้วนผ้า, ต้นทุนการผลิต, ค่าไฟฟ้า

Abstract

The objectives of the study were to construction and efficiency evaluation of the semi-automatic fabric winding machine for small business establishments with the purpose of helping reduce production costs. The design of the semi-automatic fabric winding machine was 190 centimeters wide, 70 centimeters long, and 170 centimeters high. The result of evaluation shows the Semi-automatic winding machine was able to roll between 60 and 100 yards of fabric in 2.76 and 4.38 minutes, respectively. The electricity cost was about 3,672 Baht/year. Then, it can reduce the production costs by 54.36 percent. Therefore, it is obvious that the semi-automatic fabric winding machine can greatly reduce the production costs for the small fabric distributors.

Keywords: Fabric winding machine, Production costs, Electricity cost

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอีกอุตสาหกรรมที่มีบทบาทต่อภาคอุตสาหกรรมในประเทศ ซึ่งมีโครงสร้างกระบวนการผลิตในประเทศครบวงจร ตั้งแต่อุตสาหหกรรมปั่นด้ายไปจนถึงอุตสาหกรรมสิ่งทอและเสื้อผ้าสำเร็จรูปซึ่งกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคในประเทศ จากสถิติในปี 2562 พบว่าอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มระหว่างประเทศมีมูลค่าการส่งออกลดลงร้อยละ 3.3 แบ่งเป็นการส่งออกกลุ่มสิ่งทอลดลงร้อยละ 7.0 และการส่งออกกลุ่มเครื่องนุ่งห่มขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.7 ขณะที่ภาพรวมการนำเข้าลดลงร้อยละ 1.0 แบ่งเป็น การนำเข้ากลุ่มสิ่งทอลดลงร้อยละ 3.8 และการนำเข้ากลุ่มเครื่องนุ่งห่ม ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.9 และส่งผลให้ภาพรวมดุลการค้าเกินดุล ในด้านการนำเข้าผลิตภัณฑ์ในกลุ่มผ้าผืนภาพรวมปี 2562 ยังคงมีการนำเข้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.2 จากตลาดจีน เวียดนาม และสหรัฐฯ ที่ร้อยละ 0.5, 28.6 และ 14.2 ตามลำดับ ขณะที่การนำเข้าผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มภาพรวมปี 2562 ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.9 จากตลาดเวียดนาม และกัมพูชา ที่ร้อยละ 25.9 และ 7.0 [1]

จะเห็นได้ว่าหนึ่งในธุรกิจที่มีความสำคัญในโครงสร้างอุตสาหกรรมสิ่งทอได้แก่ ธุรกิจการจำหน่ายผ้าผืนซึ่งสร้างรายได้จากการรับผ้าม้วนขนาดใหญ่มาแบ่งขายให้กับผู้ประกอบกิจการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยใช้เครื่องม้วนผ้าขนาดใหญ่ที่สามารถวัดความยาวผ้าตามความต้องการ แต่มีราคาทุนเครื่องจักรค่อนข้างสูง ในผู้ประกอบการรายย่อยที่ไม่สามารถลงทุนซื้อเครื่องจักรดังกล่าว จึงต้องจ้างม้วนผ้าซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ตามที่หน่วยวิเคราะห์เศรษฐกิจภาคการค้าศูนย์วิจัยธนาคารออมสิน ได้ทำการวิเคราะห์สถานการณ์ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมผลิตสิ่งทอและเครื่องแต่งกาย โดยผลวิเคราะห์พบว่าผู้ประกอบการที่จะสามารถเติบโตได้ดี คือ ผู้ประกอบการที่นำเอาเทคโนโลยีเข้ามาช่วย [2] ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาและลดต้นทุนการผลิตของสถานประกอบการรายย่อยเหล่านี้ คณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการสร้างเครื่องม้วนผ้าที่มีโครงสร้างและกลไกไม่ซับซ้อน และมีราคาเครื่องต่ำ ซึ่งสถานประกอบการรายย่อยสามารถใช้ทดแทนกระบวนการจ้างม้วนผ้าเพื่อลดต้นทุนการผลิตนำไปสู่ผลกำไรที่เพิ่มมากขึ้น

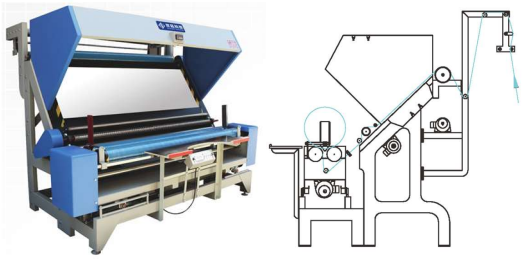
2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 การออกแบบเครื่องม้วนผ้า

จากการศึกษาวิวัฒนาการของการม้วนผ้า เริ่มจากการใช้มือม้วนซึ่งใช้กับผู้ประกอบการรายย่อยที่จำหน่ายผ้าในปริมาณไม่มากนัก ซึ่งปัญหาในการม้วนด้วยมือคือผ้าเกิดรอยยับและใช้ระยะเวลานานในการม้วน ในยุคเริ่มต้นที่มีการประดิษฐ์เครื่องม้วนผ้าเป็นการออกแบบให้โดยใช้แรงงานคนควบคุมแกนหมุนโดยตรง ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาผ้ายับได้ แต่ยังไม่มีความรวดเร็วในการทำงาน ในประเทศไทยมีการศึกษาและออกแบบเครื่องม้วนผ้าเพื่อลดเวลาและแรงงานคนในการเก็บผ้าผืนขนาดใหญ่ในโรงแรม [3] ซึ่งสามารถพัฒนาต่อยอดได้ และยังมีงานวิจัยที่ออกแบบและสร้างเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติที่ควบคุมด้วย PLC ซึ่งทำการออกแบบโดยการอ้างอิงขนาดและตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ จากเครื่องม้วนผ้าด้วยมือและเครื่องม้วนผ้าแบบอัตโนมัติที่ขายตามท้องตลาด โดยมีงบประมาณในการสร้าง 135,000 บาท [4] หลังจากการศึกษาหลักการออกแบบและสำรวจความต้องการและงบประมาณของผู้ประกอบการจำหน่ายผ้าผืนรายย่อย การสร้างเครื่องม้วนผ้าสำหรับสถานประกอบการขนาดเล็กเริ่มต้นจากการออกแบบเชิงแนวคิด (Conceptual Design) โดยออกแบบให้เครื่องม้วนผ้าเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งยังจำเป็นต้องใช้แรงงานคนในการจัดวางผ้า (ขึ้นผ้า) ใช้วัสดุที่หาซื้อได้ง่าย เช่น เหล็กฉาก เหล็กกล่อง และเหล็กท่อกลม เน้นการออกแบบโดยใช้ชิ้นส่วนทางกลอย่างง่ายเพื่อให้มีกลไกการทำงานที่ไม่ซับซ้อน เพื่อให้ง่ายต่อการขึ้นผ้าและการบำรุงรักษา และสามารถเคลื่อนย้ายสะดวก โดยมีงบประมาณในการสร้างไม่เกิน 50,000 บาท

การออกแบบตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomics) ในการออกแบบเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติมีการอ้างอิงรูปร่างและตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของเครื่องม้วนผ้าต้นแบบที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 1 นอกจากนั้นการออกแบบยังคำนึงถึงหลักการยศาสตร์อีกด้วย โดยตัวแปรที่มีผลต่อการออกแบบ คือ ความสูงเฉลี่ยของผู้ใช้งาน ได้แก่ พนักงานชายในสถานประกอบการ ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 160-170 เซนติเมตร ช่วงอายุ 25-45 ปี ให้สามารถทำงาน 2 คนได้อย่างสะดวก ตามหลักการยศาสตร์ควรจัดวางพื้นที่ทำงานให้อยู่ในระดับเดียวกันกับระดับ

สายตาหรือต่ำกว่า เนื่องจากปกติคนทั่วไปจะมองในลักษณะมองลงเล็กน้อย และไม่ควรให้ผู้ปฏิบัติงานต้องเอื้อมมือสูงกว่าระดับความสูงของไหล่หรือต่ำกว่าระดับที่มือจะหยิบได้ในขณะยืน [5] จึงออกแบบให้เครื่องม้วนผ้าสูงไม่เกิน 170 เซนติเมตร แกนเพลาร้อยผ้าจุดที่ 2 มีความสูงต่ำกว่าระดับสายตาเล็กน้อยประมาณ 150 เซนติเมตร และพื้นที่ปฏิบัติงานความสูง 75 เซนติเมตร ในระยะที่มือเอื้อมถึง ขนาดความกว้างของเครื่องอ้างอิงจากขนาดของผ้าที่นำมาจำหน่าย ซึ่งขนาดของเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติที่ออกแบบมีความกว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 190×70×170 เซนติเมตร



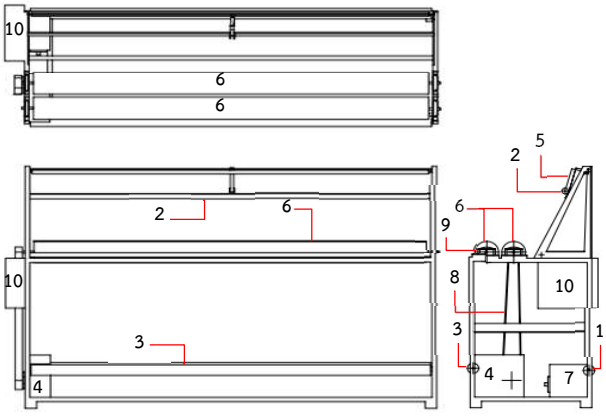
รูปที่ 1 เครื่องม้วนผ้าอัตโนมัติต้นแบบ

การออกแบบระบบส่งกำลังจะทำการทดรอบความเร็วของมอเตอร์ส่งกำลัง ผ่านเกียร์ทดแรง และส่งกำลังโดยสายพานไปที่แกนหมุนผ้า

การประกอบติดตั้งระบบส่งกำลังใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า แบบ 4 Pole วัดรอบการใช้งานจริงได้ประมาณ 1,410 รอบต่อนาที ทำการติดตั้งเฟืองทดรอบและส่งกำลังโดยสายพานติดตั้งมู่เลย์ขนาด 9 เซนติเมตร ขับมู่เลย์ขนาด 6 เซนติเมตรบนเพลาลูกกลิ้ง เพื่อให้ได้รอบการทำงานจริงที่ 60 รอบต่อนาที มีการติดตั้งเครื่องวัดระยะผ้าซึ่งวัดในหน่วยหลา และติดตั้งล้อเลื่อนเพื่อให้สามารถเคลื่อนย้ายได้ ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3

รูปที่ 2 การติดตั้งอุปกรณ์ส่งกำลังและเครื่องวัดระยะผ้า

รูปที่ 3 เครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติ



1. แกนเพลาจุดที่ 1 2. แกนเพลาจุดที่ 2 3. แกนเพลาจุดที่ 3
4. เกียร์ทดแรง TB-80 5. เครื่องวัดระยะผ้า 6. ลูกกลิ้งกระดาษทราย
7. มอเตอร์ส่งกำลัง 8. สายพาน 9. ตุ๊กตาลูกปืน
10. กล่องใส่คัทเอาท์และแมกนาติกคอนแทคเตอร์

รูปที่ 4 ส่วนประกอบเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติ

รูปที่ 4 แสดงส่วนประกอบของเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์ และตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะของเครื่องม้วนผ้า เนื่องจากเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติใช้มอเตอร์ส่งกำลังเพียง 1 แรงม้า มีระบบไฟฟ้าและกลไกที่ไม่ซับซ้อนจึงทำให้ตัวเครื่องมีน้ำหนักเพียง 250 กิโลกรัม และยังสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกโดยใช้ล้อเลื่อน โดยมีราคาต้นทุนเครื่องเพียง 50,000 บาทเท่านั้น

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติ

รายการ	คุณลักษณะ
ขนาด กว้าง*ยาว*สูง (ซม.)	190*70*170
กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	746
น้ำหนัก (กก.)	250
มอเตอร์ (แรงม้า)	1
ขนาดลูกกลิ้ง (มม.)	119.88
ความกว้างการทำงาน (นิ้ว)	65
ความเร็วรอบทำงาน (รอบ/นาที)	60
เครื่องวัดระยะผ้า	มี
เซนเซอร์จับปลายผ้า	ไม่มี
การเคลื่อนย้าย	ได้

คุณลักษณะของเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติยังมีข้อด้อย เนื่องจากการสร้างเน้นให้เครื่องม้วนผ้ามีกลไกไม่ซับซ้อนจึงไม่มีการติดตั้งเซนเซอร์จับปลายผ้าเหมือนเครื่องต้นแบบ และสามารถทำงานได้เฉพาะความเร็วรอบ 60 รอบต่อนาที ในขณะที่เครื่องต้นแบบสามารถปรับความเร็วตั้งแต่ 60-80 รอบต่อนาที

2.2 การทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องม้วนผ้า

การทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติประกอบด้วย

2.2.1 การทดสอบระยะเวลาในการม้วนผ้า

ทำการทดสอบระยะเวลาในการม้วนผ้าความยาว 60 และ 100 หลา ซึ่งเป็นความยาวของผ้าที่นิยมม้วนเพื่อจำหน่าย โดยทำการร้อยผ้า ผ่านแกนเพลาจุดที่ 1-3 ใส่แกนกระดาษเพื่อเป็นแกนกลางของผ้าม้วนระหว่างลูกกลิ้งทั้งสอง จากนั้นนำผ้าม้วนเข้ากับแกนกระดาษ ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6 ปรับอุปกรณ์วัดความยาวผ้าเป็นศูนย์เพื่อเริ่มการทดสอบ โดยทำการทดสอบม้วนผ้าแต่ละความยาว 3 ครั้ง แล้วหาเวลาเฉลี่ย

รูปที่ 5 การร้อยผ้าผ่านแกนเพลาจุดที่ 1, 2 และ 3

รูปที่ 6 ใส่แกนกระดาษของม้วนผ้า

2.2.2 การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า

คำนวณค่าไฟฟ้าต่อเดือนโดยกำหนดชั่วโมงในการทำงาน 4 ชั่วโมงต่อวัน สมการที่ 1 คำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน (กิโลวัตต์ชั่วโมง) [6]

$$Energy_{(kWh)} = \frac{Power_{(W)}}{1000} \times Time_{(hr)} \qquad (1)$$

โดย $Energy$ คือ พลังงานไฟฟ้า (หน่วย, กิโลวัตต์ชั่วโมง)

$Power$ คือ กำลังไฟฟ้า (วัตต์)

$Time$ คือ เวลาในการใช้งาน (ชั่วโมง)

จากนั้นนำไปคำนวณค่าไฟฟ้าโดยอ้างอิงข้อมูลจากการไฟฟ้านครหลวง ซึ่งสถานประกอบการที่ทดลองใช้งานเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติจัดอยู่ในประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย โดยการคำนวณค่าไฟฟ้าจะพิจารณาจากจำนวนหน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) ซึ่งแบ่งออกเป็นอัตราปกติปริมาณการใช้พลังงาน

ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือนและเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือนและเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน [7]

≤150 หน่วยต่อเดือน		>150 หน่วยต่อเดือน	
หน่วยที่	**หน่วยละ (บาท)**	**หน่วยที่**	**หน่วยละ (บาท)**
1 – 15	2.3488	1 – 150	3.2484
16 – 25	2.9882	151 – 400	4.2218
26 – 35	3.2405	หน่วยที่ 401	4.4217
36 – 100	3.6237	เป็นต้นไป	
101 – 150	3.7171		
151 – 400	4.2218		
หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป	4.4217		
ค่าบริการ 8.19 บาท/เดือน		ค่าบริการ 38.22 บาท/เดือน	

2.2.3 การลดต้นทุน

คำนวณต้นทุนเมื่อใช้เครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติซึ่งรวมค่าต้นทุนเครื่อง ค่าไฟฟ้าและค่าซ่อมบำรุงรายปี เปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการจ้างสถานประกอบการเพื่อม้วนผ้า ซึ่งปกติจะคิดอัตราค่าม้วนผ้าหลาละ 0.5 บาท

การคำนวณร้อยละของความแตกต่าง หรือเปอร์เซ็นต์ส่วนต่าง (Percentage difference) เพื่อเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ สามารถหาได้จากสมการที่ 2 [8]

$$Percentage\ difference = \frac{|A-B|}{A} \times 100 \qquad (2)$$

โดย A คือ ต้นทุนการจ้างสถานประกอบการม้วนผ้า

B คือ ต้นทุนของเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติ

3. ผลการทดสอบ

3.1 ผลการทดสอบระยะเวลาในการม้วนผ้า

จากตารางที่ 3 พบว่าเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติสามารถม้วนผ้าความยาว 60 และ 100 หลา ได้โดยใช้ระยะเวลาในการม้วนผ้ามากกว่าเครื่องต้นแบบไม่เกินร้อยละ 7 ในด้านของความสวยงามของผ้าม้วน พบว่าสามารถม้วนผ้าได้เรียบร้อยดังแสดงในรูปที่ 7 และจากการทดสอบโดยทำการม้วนผ้าหลายชนิดพบว่าสามารถม้วนผ้าม้วนผ้าดิบ ผ้าชีฟอง ผ้าฝ้าย ผ้าลินิน และผ้าพิมพ์ลาย ได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 3 ระยะเวลาในการม้วนผ้า

ความยาวผ้า (หลา)	เวลาในการม้วนผ้า (นาที)
60	2.76
100	4.38

รูปที่ 7 ม้วนผ้าผืนที่พร้อมจำหน่าย

3.2 ผลคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า

จากการคำนวณพลังงานไฟฟ้าด้วยสมการที่ 1 พบว่าเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติใช้พลังงานไฟฟ้าเพียง 90 หน่วยต่อเดือน ซึ่งเมื่อนำค่าพลังงานไฟฟ้าไปคำนวณตามตารางที่ 1 จะได้ค่าไฟฟ้าเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติเท่ากับ 306 บาทต่อเดือน

3.3 ผลคำนวณการลดต้นทุน

กรณีที่สถานประกอบการรายย่อยไม่มีเครื่องม้วนผ้าจะต้องทำการจ้างม้วนผ้าในราคาหลาละ 0.5 บาท โดยปกติจะมีการสั่งซื้อผ้าประมาณ 20,000 หลาต่อเดือน คิดเป็นรายจ่ายในการม้วน 120,000 บาทต่อปี

การสร้างเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติเพื่อใช้ในสถานประกอบการซึ่งมีราคาเครื่อง 50,000 บาท ค่าพลังงานไฟฟ้า 3,672 บาทต่อปี ค่าซ่อมบำรุงประมาณ 1,100 บาทต่อปี จะมีค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด 54,772 บาท

จากการคำนวณเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างการจ้างสถานประกอบการเพื่อม้วนผ้า กับการใช้เครื่องม้วนผ้า

กึ่งอัตโนมัติ พบว่าการใช้เครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ร้อยละ 54.36 ซึ่งหากมีการใช้งานเครื่องต่อเนื่องหลายปี การคำนวณต้นทุนจะไม่จำเป็นต้องคิดค่าราคาเครื่องแต่จะคิดเฉพาะค่าเสื่อมราคาเครื่องซึ่งจะทำให้ประหยัดต้นทุนเพิ่มมากขึ้น และเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติยังไม่มีข้อจำกัดในด้านระยะผ้าที่สามารถม้วนได้ ดังนั้นหากมีการสั่งซื้อผ้าเพิ่มมากขึ้นจะไม่ทำให้ต้นทุนเพิ่มดังเช่นการจ้างม้วน

4. สรุปผล

จากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติที่สร้างขึ้นสามารถช่วยแก้ไขปัญหาและลดภาระค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนของสถานประกอบการกิจการค้าผ้าผืนรายย่อย ผู้ประกอบการสามารถนำไปใช้ทดแทนการจ้างม้วนผ้าได้ ซึ่งจะทำให้ประหยัดได้ถึงร้อยละ 54.36 ซึ่งจากการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติพบว่าสามารถม้วนผ้าดิบ ผ้าชีฟอง ผ้าฝ้าย ผ้าลินิน และผ้าพิมพ์ลายได้เป็นอย่างดี ในด้านระยะเวลาพบว่ามีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเครื่องต้นแบบ ผ้าม้วนที่ได้มีความเรียบร้อย และยังมีความสะดวกในการขึ้นผ้าผืนและสะดวกในการซ่อมบำรุงเนื่องจากมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน และน้ำหนักเบาสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

ทั้งนี้ทั้งนั้นเครื่องม้วนผ้ากึ่งอัตโนมัติยังมีข้อจำกัดคือไม่สามารถปรับความเร็วรอบได้หลากหลาย และในขณะที่ลูกกลิ้งกำลังม้วนผ้า จำเป็นต้องใช้แรงงานคนในการปรับตำแหน่งผ้าเพื่อป้องกันการเลื่อนตำแหน่งของผ้า หากมีการพัฒนาเครื่องม้วนผ้าในอนาคตควรมีระบบความปลอดภัยด้านไฟฟ้า เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟรั่ว

5. กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือจากหลายหน่วยงาน สถานประกอบการและบุคคล ในการนี้ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบคุณสถานประกอบการ เสนาะค้าผ้า ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล สภาพปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งาน ทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนางานวิจัย และขอขอบคุณ คุณสำรอง สังฆะสะ ที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณ และบุคคลทุกฝ่ายที่มีส่วนร่วมมา ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Thailand Textile Institute: Information and Digital Industry Center. Textile and Clothing Industrial Situation (December 2019). [Online] (2020). [Cited January 31, 2020]. Available: https://www.thaitex tile.org/th/insign (in Thai).

[2] Warisara Mueansutthawong. Textile and garment Manufacturing Industry.[Online] (2019). [Cited December, 2019]. Available: https://www.gsbresearch.or.th/wp-content/uploads/2020/01/IN_textile_12_62_ detail.pdf (in Thai).

[3] Thai Invention: Bureau of Vocational Education Research and Development. List of Invention. [Online] (2013). [Cited 2013]. Available: http://thaiinvention.net/index.php (in Thai).

[4] Panot Sripakarach and Bancha Sriwirote, “Journal of Science and Technology Thonburi University” *Semi-automatic Fabric Roll Packing Machine Design*, Vol. 4, No. 2, pp. 12-26, Jul-Dec 2020.

[5] Suebsak Nanthavanij and Sudthida Krungkraiwong. *Ergonomics Manual for Lifting and Handling Operations Improvement*. Bangkok, 2020 (in Thai)

[6] Luechai Thongnil, Revised Electrical Engineering Handbook. Bangkok: Association for the Promotion of Technology. (Thailand - Japan), 2015 (in Thai).

[7] Metropolitan Electricity Authority. Electricity Tariffs. [Online] (2018). [Cited November 2, 2018]. Available: https://www.mea.or.th/en/profile/109/111

[8] Huseng Chiydana, Measurement and Significant Figures Handbook. Yala: Yala Rajabhat University, 2016 (in Thai).