วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.
UBU Engineering Journal

บทความวิจัย

การพัฒนาชุดปรับระยะเส้นไหมยืนในกระบวนการทอผ้าไหมด้วยเทคนิค ECRS

The Development of Warp Yarn Adjustment of Silk Weaving Process by ECRS Technique

มาโนช ริทินโย[1]* กัมปนาท ถ่ายสูงเนิน[2] จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร[1] อนุชิต คงฤทธิ์[3] ภรณี หลาวทอง[4]

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

[2] วิทยาลัยนวัตกรรมวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

[3] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

[4] คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

Manote Rithinyo[1]* Kampanat Taysongnoen[2] Jittiwat Nithikarnjanatharn[1] Anuchit Khongrit[3]

Poranee Loatong[4]

[1] Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhonratchasima 30000

[2] College of Innovation Skills, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhonratchasima 30000

[3] Industrial management Program, Faculty of Industrial Technology, Nakornratchasima Rajabhat University, 30000

[4] Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Surin 32000

* Corresponding author.

E-mail: manote@rmuti.ac.th; Telephone: 08 6651 4669

วันที่รับบทความ 12 ตุลาคม 2561; วันที่แก้ไขบทความครั้งที่ 1 18 พฤศจิกายน 2561; วันที่แก้ไขบทความครั้งที่ 2 11 มีนาคม 2562; วันที่แก้ไขบทความครั้งที่ 3 13 พฤษภาคม 2562; วันที่ตอบรับบทความ 19 กรกฎาคม 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาชุดปรับระยะเส้นไหมยืนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตผ้าไหมของกลุ่มทอผ้าไหมจังหวัดสุรินทร์ โดยใช้ผังแสดงเหตุและผล (cause and effect diagram) เป็นเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหา ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (failure mode effects analysis: FMEA) เป็นเครื่องมือสำหรับการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา และใช้เทคนิคการคิดหาวิธีการปรับปรุงงานแบบ ECRS (eliminate, combine, rearrange, simplify) และ หลักการยศาสตร์ (ergonomics) เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาชุดปรับระยะเส้นไหมยืน ผลการประเมินปัญหาการปรับระยะเส้นไหมยืนของกระบวนการทอผ้าไหม พบว่า ประสิทธิภาพการปรับระยะเส้นไหมยืนต่ำ ซึ่งมีสาเหตุจากกลไกการทำงานไม่เหมาะสมและความตึงเส้นไหมไม่เท่ากัน ผลการพัฒนาอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนของกระบวนการทอผ้าไหม ทำให้เวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนลดลง เท่ากับ 121.45 วินาทีต่อครั้ง ทำให้ประสิทธิภาพการปรับระยะเส้นไหมเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 71.53 และลดการเอียงเส้นไหมลง 22.04 เซนติเมตร ซึ่งสามารถลดการสูญเสียของเส้นไหมยืนลง 403.2 เมตร คิดเป็นร้อยละ 97.39 ต่อการทอผ้าไหม 10 ผืน

คำสำคัญ

เส้นไหมยืน หลักการยศาสตร์ เทคนิค ECRS เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

Abstract

This study aimed at developing the warp yarn adjustment to increase the efficiency of silk weaving process efficiency of the silk weaving group in Surin province. The cause and effect diagram was used as research instrument to analyze the problems and the causes of the problem. The failure mode effects analysis (FMEA) was used as instrument for sorting the important level of causes of problems. The ECRS (eliminate, combine, rearrange, simplify) technique was used as tool for developing the warp yarn adjustment. The result of the warp yarn adjustment assessment showed that the low efficiency of the warp yarn caused by the inappropriate working mechanism and unbalanced of the yarn tension. The result of the developing of the warp yarn adjusting device showed that it reduced time for warp yarn adjustment at 121.45 seconds for each adjustment. The efficiency of the warp yarn adjustment increased for 71.53 percent and the tilt of the silk thread was reduced to 22.04 centimeters which could help reducing the warp yarn wasting for 403.2 meters and it was 97.39 percent per 10 sets of silk woven.

Keywords

warp yarn; ergonomics; ECRS technique; failure mode effects analysis

1. บทนำ

ผ้าไหมเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ประเภทผ้าและเครื่องแต่งกายที่มีความสวยงามและมีเอกลักษณ์ อาชีพการทอผ้าไหมกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทยแต่ผ้าไหมที่มีชื่อเสียงส่วนใหญ่อยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ [1] ชุมชนภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความสามารถด้านการสร้างสรรค์การทอผ้าไหม ภูมิปัญญาอีสานจึงเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่มีคุณค่าที่ผ่านการสืบทอดมาหลายชั่วอายุคน จากการเปิดเสรีทำให้เกิดคู่แข่งและสภาพการแข่งขันในตลาดเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นผู้ประกอบการไทยต้องปรับตัวอีกครั้ง เนื่องจากสินค้าที่มีคุณภาพต่ำ ต้นทุนต่ำหรือสินค้าที่สามารถใช้ทดแทนกันได้จะเข้ามาจำหน่ายในประเทศมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเป็นธุรกิจชุมชนขนาดเล็กที่ยังขาดความเข้มแข็งในการต่อสู้กับธุรกิจขนาดใหญ่ทั้งในประเทศและต่างประเทศ จึงทำให้ผู้ประกอบการต้องปรับตัวรับการแข่งขัน [2] แนวทางหนึ่งที่สามารถสร้างความเข้มแข็งให้กับกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมและกลุ่มวิสาหกิจชุมชน คือ การเพิ่มศักยภาพ ซึ่งต้องมุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถการใช้ทุนมนุษย์ ทุนกายภาพและทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับสินค้าและบริการ (value creation) และการเพิ่มประสิทธิภาพ (efficiency) ในกระบวนการผลิตซึ่งรวมกันเรียกว่าผลิตภาพการผลิต (productivity) ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญของการแข่งขัน [3] ดังนั้นธุรกิจกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) จะก้าวขึ้นเป็นผู้นำในธุรกิจระหว่างประเทศผู้ประกอบการต้องให้ความสำคัญกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (technology innovation) [4]

ปัญหาของกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในประเทศสมาชิกประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (Asean economics community: AEC) มีปัญหาคล้าย ๆ กับกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทย อาทิกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศอินโดนีเซียซึ่งถือเป็นประเทศขนาดใหญ่ใน AEC ยังมีปัญหาในเรื่องต้นทุนวัตถุดิบและพลังงาน ขาดแหล่งเงินทุนที่ให้การสนับสนุน กลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีข้อจำกัดในเรื่องตลาดและปัญหาด้านเทคโนโลยี [5] เมื่อพิจารณากระบวนการผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตผ้าไหมทอมือ พบว่าปัญหาของกระบวนการผลิต คือ ประสิทธิภาพการผลิตต่ำ ซึ่งมีสาเหตุจากความเมื่อยล้าและการทำงานผิดหลักการยศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงาน [6] ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตของวิสาหกิจชุมชนผ้าไหมทอมือมากที่สุด คือ ปัจจัยด้านคน (ความรู้ อายุ และ

ทักษะ) รองลงมาคือ ปัจจัยด้านวิธีการคือ สภาพแวดล้อม (ความร้อน) และท่าทางขณะปฏิบัติงาน [7] ดังนั้น กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตผ้าไหมทอมือควรให้ความสำคัญกับการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตด้วยการนำเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมมาใช้ในกระบวนการผลิตแต่ต้องไม่กระทบกับต้นทุนการผลิต งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนของกระบวนการทอผ้าไหมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการทอผ้าไหมด้วยเทคนิคการคิดหาวิธีการปรับปรุงงานแบบ ECRS (eliminate: E คือ การตัดทอนงานที่ไม่จำเป็นออก combine: C คือ การรวมการทำงานที่คล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน rearrange: R คือ การจัดเรียงลำดับของขั้นตอนการทำงานใหม่ และ simplify: S คือ การปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น) [8–11] และหลักการยศาสตร์ (ergonomics) [12]

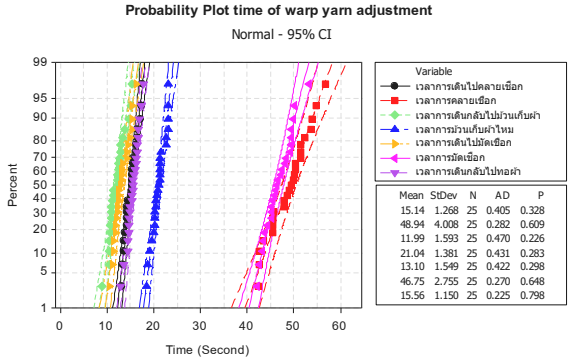
2. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 การวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการทอผ้าไหม

การปรับระยะเส้นไหมยืนของกระบวนการทอผ้าไหมเป็นขั้นตอนการเตรียมความพร้อมของเส้นไหมยืนสำหรับการทอผ้า ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนงานย่อย 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเดินไปคลายเชือก 2) การคลายเชือก 3) การเดินกลับไปม้วนเก็บผ้า 4) การม้วนเก็บผ้า 5) การเดินกลับไปมัดเชือก 6) การมัดเชือก และ 7) การเดินกลับไปทอผ้า ซึ่งมีเวลาการทำงานรวม เท่ากับ 159.26 วินาที เวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนงานย่อย ดังรูปที่ 1

เมื่อพิจารณาปัญหาการปรับระยะเส้นไหมยืนของกระบวนการทอผ้าไหม คือ ประสิทธิภาพการผลิตต่ำ เมื่อใช้ผังแสดงเหตุและผล (cause and effect diagram) เป็นเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหา [13] ดังรูปที่ 2

1) วิธีการทำงาน การศึกษาข้อมูลการปรับระยะเส้นไหมยืนของผู้ปฏิบัติงาน จำนวน 5 คน ซึ่งมีอายุ 60 ปี 56 ปี 52 ปี 58 ปี และ 45 ปี พบว่า การปรับ

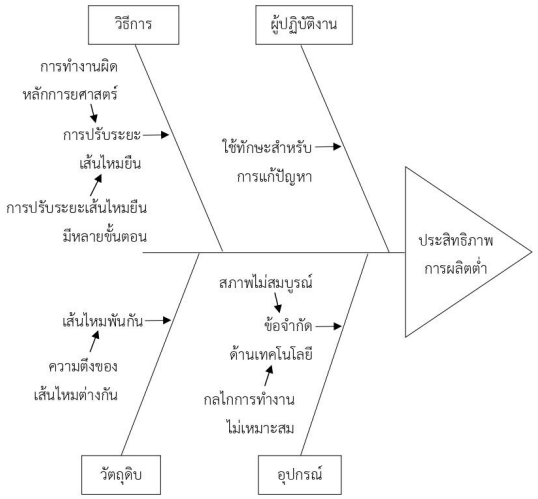


รูปที่ 1 เวลาการปรับระยะเส้นไหมยืน

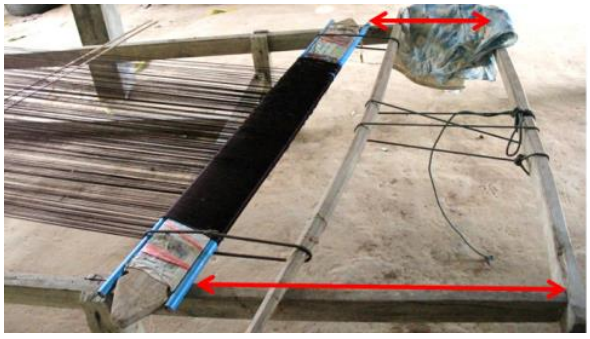
ระยะเส้นไหมยืนมีวิธีการทำงานผิดหลักการยศาสตร์ ผู้ปฏิบัติงานมีการเคลื่อนไหวระดับที่ 5 ซึ่งหมายถึงมีจุดหมุนของการเคลื่อนไหวอยู่ที่ท้อง โดยใช้นิ้วมือ ข้อมือ แขนท่อนล่าง แขนท่อนบน และลำตัวท่อนบนสำหรับการเคลื่อนไหวเพื่อเอื้อม ก้ม และบิดลำตัวเพื่อคลายเชือก ม้วนเก็บผ้าและมัดเชือก ซึ่งผลการคำนวณระดับดัชนีความไม่ปกติ (abnormal index: AI) ของผู้ปฏิบัติงาน พบว่าการปรับระยะเส้นไหมยืน มีค่าระดับดัชนีความไม่ปกติ เท่ากับ 3.69 หมายถึง มีปัญหามากขึ้นจะรับไม่ได้ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการปรับระยะเส้นไหมยืน

2) ผู้ปฏิบัติงาน การมัดเชือกเพื่อยึดไม้ม้วนเส้นไหมยืนกับกี่ทอผ้า ซึ่งเป็นขั้นตอนงานย่อยของกระบวนการปรับระยะเส้นไหมยืนทั้งนี้เพื่อทำให้เส้นไหมยืนตึง ผู้ปฏิบัติงานใช้วิธีการประมาณการด้วยสายตา ทำให้ไม้ม้วนเส้นไหมยืนด้านขวาและซ้ายมีระยะห่างแตกต่างกัน ดังรูปที่ 3

ผลของการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหมยืนซึ่งด้านขวาและซ้ายมีระยะห่างแตกต่างกัน เท่ากับ 23 เซนติเมตร ทำให้ต้องตัดเส้นไหมออกเพื่อให้ไม้ม้วนเส้นไหมยืนมีระยะห่างเท่ากัน ความยาวเส้นไหมยืนที่ถูกตัดออก เท่ากับ 414 เมตรต่อการทอผ้าไหม 10 ผืน



รูปที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการปรับระยะเส้นไหมยืนของกระบวนการทอผ้าไหม



รูปที่ 3 ลักษณะการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหมยืน

3) อุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนทำด้วยไม้ส่วนใหญ่มีสภาพไม่สมบูรณ์ เช่น ไม่แข็งแรง ชิ้นส่วนต่าง ๆ ถูกติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่เที่ยงตรง

4) วัตถุดิบ การปรับระยะเส้นไหมยืนทำให้เส้นไหมพันกันและขาด ทำให้หยุดการทำงานเพื่อต่อเส้นไหม

จากปัญหาของการปรับระยะเส้นไหมยืนของกระบวนการทอผ้าไหมซึ่งมีสาเหตุจากวิธีการทำงานผู้ปฏิบัติงาน อุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนและเส้นไหม สามารถประเมินความสำคัญของสาเหตุที่ส่งผลต่อปัญหาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (failure mode effects analysis: FMEA) [14] เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมการปรับระยะเส้นไหมยืนของกระบวนการทอผ้าไหม โดยการระดมสมองของผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ประธานกลุ่มทอผ้าไหมพื้นเมือง ตัวแทนกลุ่มทอผ้าไหมพื้นเมือง และนักวิชาการ จำนวน 25 ท่าน เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องแต่ละคนพิจารณาให้คะแนนระดับความรุนแรงของปัญหา (severity: S) ความถี่ของปัญหา (occurrence: O) และความเป็นไปได้การแก้ปัญหา (detection: D) ซึ่งมีระดับการให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 (จากค่าน้อยไปหาค่ามาก) เพื่อดำเนินการจัดลำดับความสำคัญและข้อบกพร่องตามตัวเลขกำหนดก่อนหลังความเสี่ยง (RPN: risk priority number) = S x O x D ดังตารางที่ 1

จากการประเมินสาเหตุที่ส่งผลต่อปัญหาทำให้ทราบสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพการปรับระยะเส้นไหมยืนต่ำ คือ กลไกการทำงานไม่เหมาะสมและความตึงเส้นไหมต่างกัน

2.2 การออกแบบอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนของกระบวนการทอผ้าไหม

การออกแบบอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนของกระบวนการทอผ้าไหม รายละเอียดดังนี้

2.2.1 เทคนิคการคิดหาวิธีการปรับปรุงงานแบบ ECRS ซึ่งใช้เฉพาะ E และ S ดังนี้

E-Eliminate มุ่งเน้นตัดทอนขั้นตอนการทำงานที่เกิดความสูญเปล่า ได้แก่ ขั้นตอนการเดินไปคลายเชือก การคลายเชือก การเดินกลับไปม้วนเก็บผ้า การเดินกลับไปมัดเชือก การมัดเชือกและการเดินกลับไปทอผ้า

S-Simplify มุ่งเน้นการปรับปรุงวิธีการปรับระยะเส้นไหมยืนให้ง่ายขึ้น ดังรูปที่ 4 โดยออกแบบการเคลื่อนที่ของเส้นไหมผ่านเพลาตึงเส้นไหมเพื่อทำให้เส้นไหมมีความตึงเท่ากัน ออกแบบชุดเพลาม้วนเก็บเส้นไหมยืนเพื่อลดการเอียงของเส้นไหม ออกแบบชุดคลายและจับยึดเพลาม้วนเก็บเส้นไหมยืนเพื่อตัดทอนขั้นตอนการมัดเชือกเพื่อยึดไม้ม้วนเส้นไหมยืนซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุด รวมทั้งลดการเคลื่อนไหวที่ทำให้เกิดความสูญเปล่า

ตารางที่ 1 การประเมินความสำคัญของสาเหตุที่ส่งผลต่อปัญหา

ปัจจัย	คะแนนที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตต่ำ			RPN	ลำดับ
	ความรุนแรงของปัญหา (S)	ความถี่ของปัญหา (O)	ความเป็นไปได้การแก้ปัญหา (D)		
1. อุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืน					
- กลไกการทำงานไม่เหมาะสม	4	5	4	80	1
- สภาพไม่สมบูรณ์	3	5	4	60	3
2. การปรับระยะเส้นไหมยืน					
- การทำงานผิดหลักการยศาสตร์	4	3	5	60	3
- การคลายเส้นไหมยืนมีหลายขั้นตอน	5	5	3	75	2
3. ผู้ปฏิบัติงาน					
- อายุผู้ปฏิบัติงาน	3	5	2	30	5
- ใช้ทักษะสำหรับการแก้ปัญหา	3	4	3	36	4
4. เส้นไหม					
- ความตึงเส้นไหมไม่เท่ากัน	4	5	4	80	1

2.2.2 หลักการยศาสตร์ มุ่งเน้นลดการเคลื่อนไหวที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า

ได้แก่ การเคลื่อนไหวที่เบี่ยงเบนออกจากท่าปกติ (การเอื้อม การก้ม และการบิดลำตัว)

2.3 การพัฒนาอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนของกระบวนการทอผ้าไหม

อุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืน ดังรูปที่ 5 ซึ่งใช้วิธีการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยระบบเฟืองล็อคอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืน (เฟืองกันหมุนกลับ) เพื่อทำหน้าที่จับยึดเส้นไหมยืนให้อยู่กับเพลาม้วนเก็บเส้นไหมยืนแทนการคลายเชือกและมัดเชือกของผู้ปฏิบัติงาน ทำให้สามารถตัดทอนขั้นตอนการเดินไปคลายเชือก การคลายเชือก การเดินกลับไปม้วนเก็บผ้า การเดินกลับไปมัดเชือก การมัดเชือกและการเดินกลับไปทอผ้า

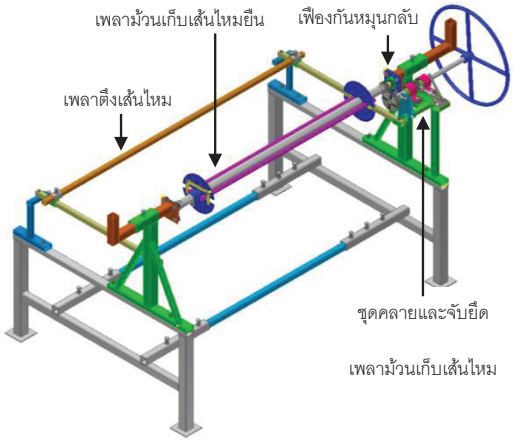
ออกแบบเพลาตึงเส้นไหมให้สามารถขยับเข้าออกได้เพื่อทำให้เส้นไหมยืนตึงเท่ากัน สามารถลดการเอียงของเส้นไหมลงได้

ออกแบบชุดคลายและจับยึดเพลาม้วนเก็บเส้นไหมอยู่ในตำแหน่งที่ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถเอื้อมมือสัมผัสได้ สามารถลดการเคลื่อนไหวที่ทำให้เกิดความสูญเปล่า ได้แก่ ลดการเคลื่อนไหวที่เบี่ยงเบนออกจากท่าปกติและการทำงานด้วยท่าทางไม่เหมาะสม ได้แก่ การเอื้อม การก้ม และการบิดลำตัวเพื่อมัดเชือก ซึ่งช่วยเสริมสร้างความปลอดภัยและความสะดวกสบายให้กับผู้ปฏิบัติงาน

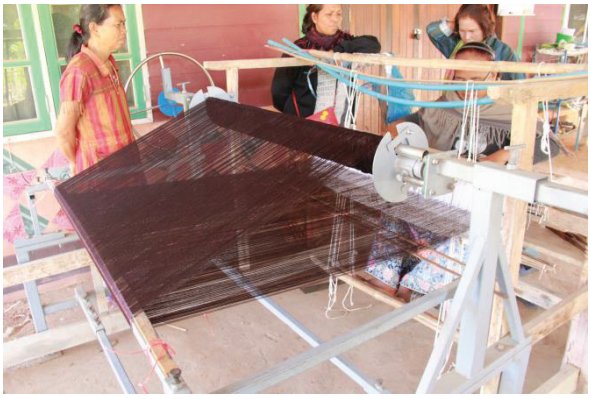
2.4 การทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืน

การเก็บข้อมูลเวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนและความเอียงของการปรับระยะเส้นไหมยืนจากกระบวนการทอผ้าโดยใช้กี่ทอผ้าแบบพื้นบ้าน เพื่อคำนวณหาเวลาการปรับระยะเส้นไหมที่ลดลง ดังสมการที่ (1)

$$\text{ร้อยละของเวลาปรับระยะเส้นไหมที่ลดลง} = \frac{\text{เวลาอุปกรณ์เดิม} - \text{เวลาอุปกรณ์ใหม่}}{\text{เวลาอุปกรณ์เดิม}} \quad (1)$$



รูปที่ 4 แบบอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืน (เลขที่ขอจดอนุสิทธิบัตร 1903000701)



รูปที่ 5 อุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืน

เมื่อเวลาอุปกรณ์เดิม หมายถึง เวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์แบบเดิม (วินาที)

เวลาอุปกรณ์ใหม่ หมายถึง เวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์แบบใหม่ (วินาที)

การคำนวณหาความยาวของเส้นไหมยืน คิดในลักษณะของรูปสี่เหลี่ยม แต่ลักษณะการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหมมีลักษณะสามเหลี่ยม ดังรูปที่ 6

เมื่อ a = ความแตกต่างการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหม (เซนติเมตร)

b = จำนวนเส้นไหม (3,600 เส้น)

ดังนั้น การคำนวณหาความสูญเสียของเส้นไหมยืน ดังสมการที่ 2

$$\text{ความสูญเสียของเส้นไหมยืน} = \frac{\text{การเอียงของไม้ม้วนเส้นไหม} \times \text{จำนวนเส้นไหม}}{2} \quad (2)$$

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลของเวลาการปรับระยะเส้นไหมยืน

การพัฒนาอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนสามารถตัดขั้นตอนการเดิน การคลายและมัดเชือกออกได้ รวมทั้งช่วยเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ปฏิบัติงาน (ลดการเอื้อม การก้มและการบิดลำตัว) ผลการทดสอบการปรับระยะเส้นไหมยืน พบว่า ค่าเฉลี่ยเวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์แบบเดิม เท่ากับ 169.79 วินาที และค่าเฉลี่ยเวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์แบบใหม่ เท่ากับ 48.34 วินาที ซึ่งมีเวลาแตกต่างกัน เท่ากัน 121.45 วินาที ดังรูปที่ 7

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของเวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบเดิมและแบบใหม่ ซึ่งมีจำนวนข้อมูล 25 ข้อมูล ด้วยการทดสอบที (t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (α = 0.05) ซึ่งมีสมมุติฐาน ดังนี้

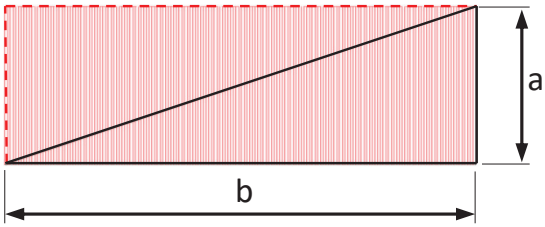
μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์แบบเดิม

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์แบบใหม่

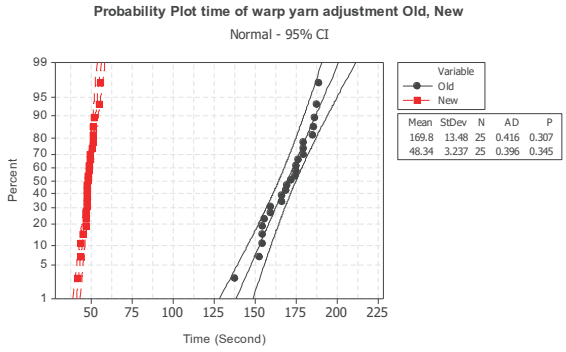
$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

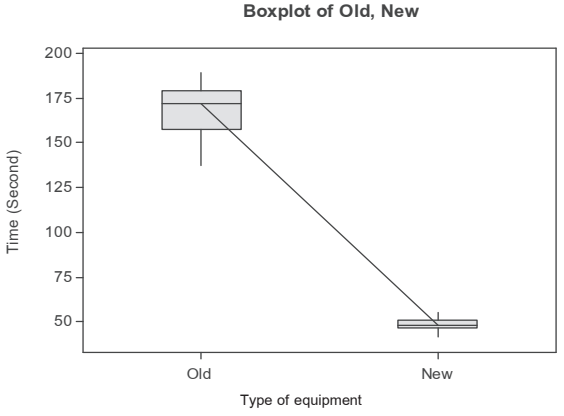
ผลการทดสอบ พบว่า ค่า P-value ของการทดสอบเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าเวลาเฉลี่ยของการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์แบบเดิมและแบบใหม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์แบบเดิมและค่าเฉลี่ยเวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์แบบใหม่ แตกต่างกันเท่ากัน 121.45 วินาที (estimate for difference) และมีช่วงของ



รูปที่ 6 ลักษณะการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหม



รูปที่ 7 เวลาการปรับระยะเส้นไหมยืน



รูปที่ 8 Box plot เปรียบเทียบเวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์แบบใหม่และการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์แบบเดิม

ความเชื่อมั่น (CI for difference) มีค่าอยู่ระหว่าง 127.15 ถึง 115.75 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Difference = mu (new) - mu (old)

Estimate for difference: -121.45

95% CI for difference: (-127.15, -115.75)

T-Test of difference = 0 (vs not =):

T-Value = -43.80 P-Value = 0.000 DF = 26

จากรูปที่ 8 แสดง box plot เปรียบเทียบการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์แบบใหม่ใช้เวลาเฉลี่ยน้อยกว่าการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์แบบเดิม

ผลการพัฒนาอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบใหม่สามารถตัดขั้นตอนการเดินไปคลายเชือก การคลายเชือก การเดินกลับไปม้วนเก็บผ้า การเดินกลับไปมัดเชือก การมัดเชือก และการเดินกลับไปทอผ้า ทำให้เวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนลดลง เท่ากับ 121.45 วินาทีต่อครั้ง

$$\text{เวลาการปรับระยะเส้นไหมที่ลดลง} = \frac{169.80 - 48.34}{169.79} \times 100$$

$$= 71.53 \text{ เปอร์เซ็นต์ต่อครั้ง}$$

ผลการเปรียบเทียบเวลาการปรับระยะเส้นไหมยืน พบว่าอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบใหม่มีประสิทธิภาพการปรับระยะเส้นไหมเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 71.53 เมื่อเทียบกับอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบเดิม เนื่องจากอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบใหม่สามารถตัดขั้นตอนการเดิน ขั้นตอนการคลายเชือกและมัดเชือกของผู้ปฏิบัติงานลงได้ รวมทั้งช่วยเพิ่มความสะดวกสบายขณะปรับระยะเส้นไหมยืนให้กับผู้ปฏิบัติงาน

3.2 ผลของความสูญเสียของเส้นไหมยืน

ผลการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบเดิมทำให้เกิดการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหมยืนด้านขวาและซ้ายที่มีระยะห่างแตกต่างกัน 23 เซนติเมตร ซึ่งพบว่าความสูญเสียของเส้นไหมยืนจากขนาดของฟืม 102 เซนติเมตร ซึ่งเรียกว่าฟืม 40 หลบ (1 หลบ มี 40 ช่อง และ 1 ช่อง มีเส้นไหมยืน จำนวน 2 เส้น)

ดังนั้น จำนวนหลบ x จำนวนช่อง = 40 x 40

= 1,600 ช่อง

จำนวนช่อง x จำนวนเส้นไหมในช่อง

1,600 x 2 = 3,600 เส้น

$$\text{ความสูญเสียของเส้นไหมยืน} = \frac{23 \times 3,600}{2}$$

ดังนั้น ความสูญเสียเส้นไหมยืนจากอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบเดิม เท่ากับ 414 เมตรต่อการทอผ้าไหม 10 ผืน

อุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบใหม่ทำให้เกิดการเอียงของเพลาม้วนเก็บเส้นไหมยืนด้านขวาและซ้ายมีระยะห่างแตกต่างกัน 0.6 เซนติเมตร ดังรูปที่ 9

ดังนั้น ความสูญเสียเส้นไหมยืนจากอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบใหม่ เท่ากับ 10.8 เมตรต่อการทอผ้าไหม 10 ผืน

$$\text{ความสูญเสียของเส้นไหมยืน} = \frac{0.6 \times 3,600}{2}$$

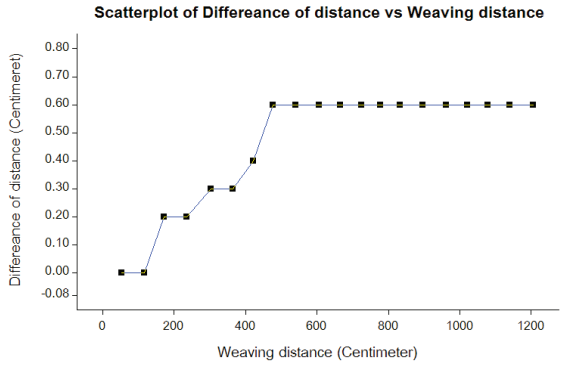
ผลการพัฒนาอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบใหม่สามารถลดการเอียงเส้นไหมลง 22.40 เซนติเมตร ซึ่งสามารถลดความสูญเสียของเส้นไหมยืนลง 403.20 เมตรต่อการทอผ้าไหม 10 ผืน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหมยืนของการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบเดิมและแบบใหม่ด้วยการทดสอบที (t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (α =0.05) ซึ่งมีสมมุติฐาน ดังนี้

μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหมยืนของการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบเดิม

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยการเอียงของเพลาม้วนเก็บเส้นไหมยืนของการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบใหม่

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$
$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$



รูปที่ 9 แสดงระยะการเอียงของเพลาม้วนเก็บเส้นไหมยืน

ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหมยืนของการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบเดิม เท่ากับ 23.08 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.57 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยงการเอียงของเพลาม้วนเก็บเส้นไหมยืนของการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบใหม่ เท่ากับ 0.45 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.08 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหมยืนทั้งสองวิธีแตกต่างกัน (estimate for difference) เท่ากับ 22.63 เซนติเมตร ซึ่งช่วงของความเชื่อมั่น (CI for difference) มีค่าอยู่ระหว่าง 23.27 ถึง 21.97 และค่า P-value ของการทดสอบเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าค่าความแตกต่างเฉลี่ยของทั้งสองวิธีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

C3	N	Mean	StDev	SE Mean
New	25	0.45	0.08	0.01
Old	25	23.08	1.57	0.31

Difference = mu (New) - mu (Old)

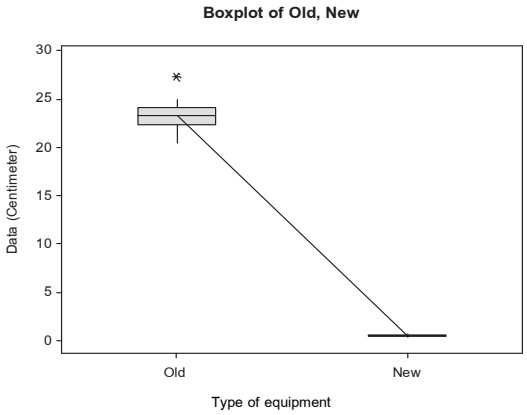
Estimate for difference: -22.63

95% CI for difference: (-23.27, -21.97)

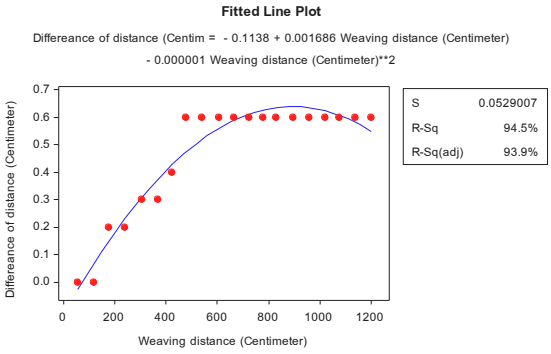
T-Test of difference = 0 (vs not =):

T-Value = -71.94 P-Value = 0.000 DF = 24

จากรูปที่ 10 แสดง box plot เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหมยืนของการปรับระยะเส้นไหมยืน



รูปที่ 10 Box plot เปรียบเทียบระยะห่างเส้นไหมยืนด้านขวาและซ้ายของวิธีการเดิมและวิธีการใหม่



รูปที่ 11 การวิเคราะห์การถดถอยของความยาวของการทอผ้าไหมกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหมยืนและเพลาม้วนเก็บเส้นไหมยืน

ด้วยอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบเดิม และค่าเฉลี่ยของการเอียงของเพลาม้วนเก็บเส้นไหมยืนของการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบใหม่ พบว่าอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบใหม่มีค่าเฉลี่ยของการเอียงของเส้นไหมยืนน้อยกว่าวิธีการเดิม ผลการพัฒนาอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืน สามารถลดความสูญเสียของเส้นไหมยืนลง 403.2 เมตร คิดเป็นร้อยละ 97.39 ต่อการทอผ้าไหม 10 ผืน

4. การอภิปรายผล

หลักการยศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนากระบวนการผลิตให้เกิดความยั่งยืน เนื่องจากจะช่วยเสริมสร้างความปลอดภัยและความสะดวกสบายให้กับผู้ปฏิบัติงาน แต่การนำหลักการยศาสตร์มาใช้เฉพาะกับผู้ปฏิบัติงานเพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถดำเนินการให้บรรลุต่อความต้องการได้ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นการปรับปรุงเครื่องมือ อุปกรณ์ รวมทั้งการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรให้ถูกต้องหลักการยศาสตร์ รวมทั้งการให้ความรู้ด้านหลักการยศาสตร์กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถช่วยลดผลกระทบของกล้ามเนื้อผิดปกติของผู้ปฏิบัติงานลงได้ ส่งผลให้สามารถพัฒนากระบวนการผลิตได้อย่างยั่งยืน [12] ผลการพัฒนาชุดปรับระยะเส้นไหมยืนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการทอผ้าไหม โดยใช้เทคนิคการคิดหาวิธีการปรับปรุงงานแบบ ECRS และหลักการยศาสตร์ช่วยให้สามารถลดเวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนและลดความสูญเสียของเส้นไหมยืนลงได้ ซึ่งเมื่อนำข้อมูลความยาวของการทอผ้าไหมกับค่าเฉลี่ยของการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหมยืนของการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบเดิมและค่าเฉลี่ยของการเอียงของเพลาม้วนเก็บเส้นไหมยืนของการปรับระยะเส้นไหมยืนด้วยอุปกรณ์ปรับระยะเส้นไหมยืนแบบใหม่มาวิเคราะห์การถดถอย ดังรูปที่ 11 ทำให้ทราบว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการเอียงของไม้ม้วนเส้นไหมยืนและเพลาม้วนเก็บเส้นไหมยืนสัมพันธ์กับความยาวของการทอไหมในแบบสมการกำลังสอง (quadratic) เมื่อดำเนินการทอผ้าไหมถึงความยาวประมาณ 600 เซนติเมตร ความต่างของความเอียงเส้นไหมมีแนวโน้มที่คงที่

5. สรุป

การพัฒนาชุดปรับระยะเส้นไหมยืนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตผ้าไหมของกลุ่มทอผ้าไหมจังหวัดสุรินทร์ โดยใช้เทคนิคการคิดหาวิธีการปรับปรุงงานแบบ ECRS และหลักการยศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนา ทำให้สามารถลดเวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนลดลง เท่ากับ 121.45 วินาทีต่อครั้ง ทำให้ประสิทธิภาพการปรับระยะเส้นไหมเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 71.53 และลดการเอียงเส้นไหมลง

22.04 เซนติเมตร ซึ่งสามารถลดความสูญเสียของเส้นไหมยืนลง 403.20 เมตร คิดเป็นร้อยละ 97.39 ต่อการทอผ้าไหม 10 ผืน แต่เมื่อพิจารณากระบวนการทอผ้าไหมพบว่ายังมีกลไกอื่น ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในกระบวนการทอผ้าไหม เช่น กลไกการควบคุมระบบการเคลื่อนที่ของเส้นไหมพุ่ง กลไกการต่อเส้นไหม เป็นต้น ซึ่งจำเป็นต้องมีการพัฒนาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในลำดับต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย เรื่อง การพัฒนานวัตกรรมสำหรับกระบวนการเตรียมเส้นไหมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตผ้าไหมพื้นเมือง ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ผู้เขียนใคร่ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำ ตลอดจนประธานและสมาชิกกลุ่มทอผ้าไหมจังหวัดสุรินทร์ทุกท่าน ที่ได้มีส่วนช่วยให้งานวิจัยดังกล่าวนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] ศิริพร บุญชู, นันทวรรณ รักพงษ์. *ภูมิปัญญาการผลิตเส้นไหมไทยพื้นบ้านอีสาน*. กรมหม่อนไหม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2555.

[2] ธันยมัย เจียรกุล. ปัญหาและแนวทางการปรับตัวของ OTOP เพื่อพร้อมรับการเปิด AEC. *วารสารนักบริหาร Executive Journal*. 2557; 1: 177–191.

[3] Porter ME. *The Competitive Advantage of Nations*. London: Macmillan; 1990.

[4] Suh Y, Kim M. Internationally leading SMEs vs. internationalized SMEs: Evidence of success factors from South Korea. *International Business Review*. 2014; 23: 115–129.

[5] Irjayanti M, Azis AM. Barrier factors and potential solutions for indonesian SMEs. In: *International Conference on Small and Medium Enterprises Development with a Theme "Innovation and Sustainability in SME Development" (ICSMED 2012)*. Procedia Economics and Finance. 2012.

[6] มาโนช ริทินโย. ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตของวิสาหกิจชุมชนผ้าไหมทอมือจังหวัดนครราชสีมา. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. 2560; 24: 180–193.

[7] มาโนช ริทินโย, นิคม ลนขุนทด, อรุณ อุ่นไธสง, วิทยา อินทร์สอน. การพัฒนาเครื่องค้นหูกเส้นไหมด้วยเทคนิค ECRS. *วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ*. 2560; 2: 52–61.

[8] Gaurav JP, Nishant SS, Aniket BA, Prachi RP. Reduction in setup change time of a machine in a bearing manufacturing plant using SMED and ECRS. *International Journal of Engineering Research*. 2014: 321–323.

[9] Waghambare S, Londhe S, Rakibe R, Nalawade Y, Bire S, Dixit S. Review on design and automation of axle assembly by using jig and fixture on conveyor process line. *International Conference on Emerging Trends in Engineering and Management Research*. 2016; 95–104.

[10] Kothavade S, Deshpande SP. Optimization of Scorpio front suspension (W105) assembly line by using ECRS Principles. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*. 2016: 26–20.

[11] Wang YR. Analysis and Optimization of Motor Assembly Process Flow. *Advanced Materials Research*. 2014; 926-930: 747–750.

[12] Obi OF. The role of ergonomics in sustainable agricultural development in Nigeria. *Academic One File*. 2016.

[13] คลอเคลีย วจนะวิชากร, ปานจิต ศรีสวัสดิ์, วรัญญู ทิพย์โพธิ์. การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าและเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา กรณีศึกษาชุมชนเครื่องปั้นดิน เผาปากห้วยวังนอง จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ*. 2559; 2: 38–46.

[14] พัฒนา ปะหะกิจ, อัมพิกา ไกรฤทธิ์. การบูรณาการ QFD และ FMEA เพื่อความพึงพอใจของลูกค้า กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมยานยนต์. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*. 2560; 1: 13–23.