

การลดเวลากระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทขนาดใหญ่
ด้วยการออกแบบเครื่องปะกาว: กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์

Reduction of Large Die-cut Corrugated Box Production Time by Gluing Machine Design:
Case Study of Packaging Production Company

ธนิดา สุนารักษ์¹ และ ธนกรุต โชติภาววิศ²

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร¹

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530¹

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช²

9/9 หมู่ 9 ถนนแจ้งวัฒนะ ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120²

E-mail: thanidasunarak@gmail.com¹, thanakrit.cho@stou.ac.th²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาในขั้นตอนการปะกาวบริเวณลิ้นกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทขนาดใหญ่ โดยการดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการศึกษาวิเคราะห์กระบวนการผลิต ด้วยไดอะแกรมการเคลื่อนที่ และแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง จากนั้นทำการศึกษาเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิต และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล ซึ่งพบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้ขั้นตอนดังกล่าวใช้เวลานาน เกิดจากอุปกรณ์ที่ใช้ในขั้นตอนการปะกาวมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทขนาดใหญ่ อีกทั้งอุปกรณ์มีน้ำหนักมาก จึงได้ประยุกต์ใช้หลักการออกแบบทางวิศวกรรมในการจัดสร้างเครื่องปะกาวขึ้นมาใช้แทนอุปกรณ์เดิม ผลจากการดำเนินงานวิจัยพบว่าสามารถลดเวลาขั้นตอนการปะกาวบริเวณลิ้นกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทขนาดใหญ่ จากเดิม 36.58 วินาทีต่อกล่อง เหลือ 9.73 วินาทีต่อกล่อง ส่งผลให้เวลามาตรฐานรวมของกระบวนการผลิต

กล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทขนาดใหญ่ ลดลงจากเดิม 53.09 วินาทีต่อกล่อง เหลือ 26.24 วินาทีต่อกล่อง หรือลดลงร้อยละ 50.57

คำสำคัญ: การลดเวลา, การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา, การออกแบบทางวิศวกรรม, กระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัท

Abstract

The purpose of this study was to reduce the time required for the size seam gluing procedure of the large die-cut corrugated box. The research began with production analysis by flow diagram and flow process chart. After that, the standard time of the process was investigated. Furthermore, cause and effect diagram was taken into account to find out the root cause. It was found that the main reason of the long production time was the gluing equipment which is too small comparing to the

large die-cut corrugated box. In addition, the equipment was too heavy. Consequently, engineering design principle was applied to fabricate a gluing machine instead of the gluing equipment. The result of the study showed that the size seam gluing process time of large die-cut corrugated box was reduced from 36.58 seconds per box to 9.73 seconds per box. As a result, the overall standard time for the production of large die-cut corrugated box was decreased from 53.09 seconds per box to 26.24 seconds per box, or decreased by 50.57 percent.

Keywords: Time reduction, Motion and Time Study, Engineering design, Die-cut corrugated box production

1. บทนำ

อุตสาหกรรมงานบรรจุภัณฑ์เป็นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอื่นๆ จำนวนมาก เนื่องจากสินค้าที่ผลิตจากอุตสาหกรรมใดๆ นั้น ล้วนแล้วต้องส่งถึงมือผู้บริโภคโดยใช้บรรจุภัณฑ์ทั้งสิ้น ด้วยเหตุนี้จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้กล่องกระดาษลูกฟูกได้รับความสนใจในการใช้เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับการขนส่งสินค้าเป็นอย่างมาก ส่งผลให้อุตสาหกรรมการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกของไทยมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว มีการแข่งขันกันมากยิ่งขึ้นทั้งอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก [1] [2][3][4] จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ผลิตจะต้องปรับกลยุทธ์ในด้านต่างๆ ทั้งด้านการผลิต ด้านคุณภาพ และด้าน

การให้บริการ เพื่อให้สามารถเอาชนะคู่แข่งได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการผลิตซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของการดำเนินกิจการ ผู้ผลิตควรจะต้องดำเนินการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

บริษัทกรณีศึกษา เป็นผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์กล่องกระดาษลูกฟูก ที่มีประสบการณ์มานานกว่า 20 ปี ลูกค้าส่วนใหญ่ของบริษัทกรณีศึกษา ได้แก่ กลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมยานยนต์ และอุตสาหกรรมอื่นๆ ทั่วประเทศ อีกทั้งยังมีสินค้าที่ส่งออกนอกประเทศ ทำให้มีการเติบโตทางธุรกิจ มีการขยายกำลังการผลิตเพื่อรองรับความต้องการที่มีจำนวนมากขึ้น โดยปัจจุบันทางบริษัททำการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก 3 ประเภท ได้แก่ กล่องสี่ฝา (RSC) กล่องฝาครอบ (TRAY) และกล่องไคคัท (DIE CUTTING BOX) ซึ่งเป็นลักษณะการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make to Order) จากการเข้าศึกษาการปฏิบัติงานภายในบริษัทกรณีศึกษา พบปัญหาสำคัญคือกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไคคัท ใช้เวลาในขั้นตอนการปะการบริเวณลิ้นกล่องค่อนข้างนาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล่องตู้เย็นซึ่งเป็นกล่องขนาดใหญ่ที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุหลักคือ อุปกรณ์ที่ใช้ช่วยในขั้นตอนการปะการมีลักษณะไม่เหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน อีกทั้งมีน้ำหนักมาก ทำให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าขณะปฏิบัติงานเมื่อต้องยกอุปกรณ์ใช้งานอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้การปฏิบัติงานในขั้นตอนดังกล่าวเกิดความล่าช้า

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาขั้นตอนการปะการบริเวณลิ้นกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไคคัทขนาดใหญ่ โดยมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้

หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อออกแบบและ
จัดสร้างเครื่องปะการขึ้นมาช่วยในขั้นตอนดังกล่าว
เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้รวดเร็วขึ้น อีกทั้งเพิ่ม
ความสะดวกในการปฏิบัติงานมากขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools) คือ
เครื่องมือที่สำคัญ 7 ชนิด ในการแก้ไขปัญหาทางด้าน
คุณภาพในกระบวนการทำงานต่างๆ ซึ่งช่วยศึกษา
สภาพทั่วไปของปัญหา การคัดเลือก หรือจัดลำดับ
ความสำคัญของปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของ
ปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่
แท้จริง เพื่อให้สามารถแก้ไขได้อย่างถูกต้อง ตลอดจน
ช่วยควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง โดยในงานวิจัยนี้
ได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือดังกล่าวในส่วนของแผนผัง
แสดงเหตุและผล หรือผังก้างปลา (Cause and Effect
Diagram) ซึ่งเป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
คุณลักษณะของปัญหา (ผล) กับปัจจัยต่างๆ (สาเหตุ)
ที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้วิเคราะห์สามารถมองภาพรวมและ
ความสัมพันธ์ของสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาได้ง่ายขึ้น
[5][6] โดยมีงานวิจัยจำนวนมากได้ประยุกต์ใช้แผนผัง
แสดงเหตุและผลในการวิเคราะห์ค้นหาสาเหตุที่แท้จริง
ของปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต [7][8]
[9][10]

2.2 การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา

การศึกษากการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion
and Time Study) หมายถึง เทคนิคในการวิเคราะห์
ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็น

ออก และสรรหาวิธีการทำงานที่ดีที่สุดและเร็วที่สุดใน
การปฏิบัติงานนั้นๆ ทั้งนี้รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐาน
ของวิธีการทำงาน สภาพการทำงาน เครื่องมือต่างๆ
และการฝึกคนงานให้ทำงานด้วยวิธีที่ถูกต้อง โดยมี
เครื่องมือ (Tools) ที่ใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการ
ทำงานต่างๆ อาทิเช่น แผนภูมิกระบวนการผลิต
แบบต่อเนื่อง (Flow Process chart) ไดอะแกรมการ
เคลื่อนที่ (Flow Diagram) เป็นต้น [11][12]

โดยการคำนวณเวลามาตรฐานสามารถหาได้
จากสมการที่ (1)

$$STD.T = NT + (A \times NT) \quad (1)$$

เมื่อ $STD.T$ = เวลามาตรฐาน (Standard Time)

NT = เวลาปกติ (Normal Time)

A = เวลาเผื่อ (Allowance)

ทั้งนี้หลักการดังกล่าวได้ถูกนำไปใช้ในการ
วิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงาน เพื่อปรับปรุง
กระบวนการผลิตต่างๆ อย่างกว้างขวาง
[13][14][15][16]

2.3 การออกแบบทางวิศวกรรม

การออกแบบทางวิศวกรรมเป็นกระบวนการที่
ประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ และแนวปฏิบัติ
ด้านวิศวกรรมศาสตร์ให้เข้ากับความคิดริเริ่มและ
สร้างสรรค์ของผู้ออกแบบ เพื่อให้ได้ ผลิตภัณฑ์ หรือ
กระบวนการผลิต หรือบริการใหม่ๆ โดยกระบวนการ
ออกแบบทางวิศวกรรม ประกอบด้วย การกำหนด
ปัญหาในการออกแบบ การออกแบบผลิตภัณฑ์หรือ
ระบบ การศึกษาความเป็นไปได้ การวิจัยและพัฒนา
การปรับปรุงแบบ และการประเมินเพื่อตัดสินใจใน

หลายขั้นตอน ซึ่งความสำเร็จของการออกแบบขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความสะดวก และความปลอดภัยในการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ [17][18]

จากงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตพบว่าการออกแบบทางวิศวกรรมได้ถูกประยุกต์ใช้เพื่อลดเวลา ลดความสูญเสีย หรือปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตต่างๆ อย่างแพร่หลาย เช่น การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตแคบหมู ให้สามารถบรรจุปริมาณหนังหมูก่อนอบได้สูงสุด 30 กิโลกรัม โดยเครื่องอบนี้สามารถลดระยะเวลาจากเดิมที่ต้องการตากแดด 8-12 ชั่วโมง เหลือเพียง 4.5 ชั่วโมง [19] การออกแบบและสร้างเครื่องเจียรไนโลหะที่บากร่องวีสำหรับการเชื่อมต่อชนเพื่อลดเวลาในการเจียรไน การทำงานของเครื่องสามารถเจียรไนชิ้นงานขนาดไม่น้อยกว่า 100 x 200 x 10 มิลลิเมตร ได้พร้อมกันครั้งละ 2 ชิ้น และขนาดสูงสุด 150 x 250 x 50 มิลลิเมตร ได้ครั้งละ 2 ชิ้น ซึ่งสามารถลดเวลาในการเตรียมชิ้นงานเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเดิมได้ร้อยละ 57.78 [20] การออกแบบและสร้างเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์มให้นำกลับมาใช้ใหม่ที่เพื่อลดปริมาณการสูญเสีย จากการทดลองใช้งานเครื่องดังกล่าวพบว่าสามารถดึงเศษพลาสติกฟิล์มได้ เฉลี่ยวันละประมาณ 2,000 กิโลกรัม ทำให้เศษพลาสติกฟิล์มที่จะกลายเป็นของเสียนั้นลดลง และยังส่งผลทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ยร้อยละ 89.80 [21]




3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ด้วยกลองกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทมีหลายขนาด อย่างไรก็ตามขนาดใหญ่ที่สุดคือกลองตู้เย็น ซึ่งใช้เวลาการผลิตนานที่สุด ดังนั้นการดำเนินงานวิจัยเพื่อลดระยะเวลาในกระบวนการผลิตกลองกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทของบริษัทกรณีศึกษา จะมุ่งพิจารณากลองตู้เย็นเป็นหลัก โดยมีวิธีการดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้

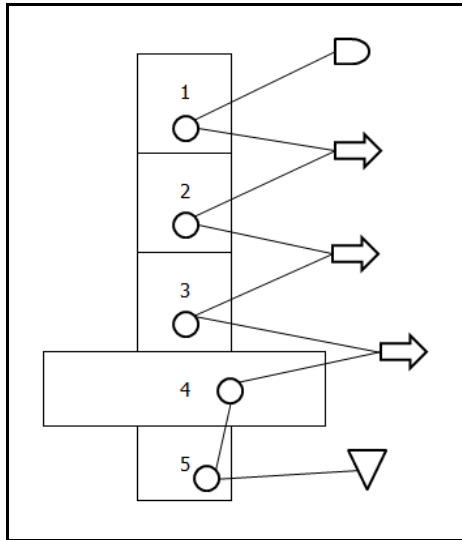
3.1 การศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตกลองกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัท ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กระบวนการผลิตกลองกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัท

ขั้นตอน	ภาพประกอบ
1. นำกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องพิมพ์ลาย	
2. นำกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องบีบไดคัท	
3. แกะกลองกระดาษลูกฟูกตามรอยไดคัท	
4. ทำการปะกาวบริเวณลิ้นกลองด้วยอุปกรณ์การปะกาว	
5. ทำการแพ็คกลองกระดาษลูกฟูก	

โดยได้ทำการวิเคราะห์การไหลด้วยไดอะแกรมการเคลื่อนที่ ดังรูปที่ 1 อีกทั้งทำการศึกษาวิเคราะห์กระบวนการผลิต และเวลาเบื้องต้นด้วยแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ไดอะแกรมการเคลื่อนที่

รายการ	ระยะทาง (ซ.ม.)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์				
			○	⇨	▷	□	▽
กระดาดลูกฟูกเข้าเครื่องพิมพ์ลาย			○	⇨	▷	□	▽
นำกระดาดลูกฟูกเข้าเครื่องพิมพ์ลาย		1.50	●	⇨	▷	□	▽
ขนย้ายกระดาดลูกฟูกไปยังเครื่องโคคัท	500		○	⇨	▷	□	▽
นำกระดาดลูกฟูกเข้าเครื่องโคคัท		1.15	●	⇨	▷	□	▽
ส่งกล่องกระดาษลูกฟูกไปแกะสามรอยโคคัท	500		○	⇨	▷	□	▽
แกะกล่องกระดาษลูกฟูกตามรอยโคคัท		9.25	●	⇨	▷	□	▽
ส่งกล่องกระดาษลูกฟูกไปยังคอนปะการ	500		○	⇨	▷	□	▽
ทำการปะการบริเวณล้นกล่อง		28.06	●	⇨	▷	□	▽
ส่งกล่องกระดาษลูกฟูกไปแพ็ค	500		○	⇨	▷	□	▽
ทำการแพ็คกล่องกระดาษลูกฟูก		0.76	●	⇨	▷	□	▽
เก็บกล่องกระดาษลูกฟูก			○	⇨	▷	□	▽
รวม	2000	40.72	5	4	1	0	1

รูปที่ 2 แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง

จากนั้นทำการคำนวณหาเวลามาตรฐานของแต่ละขั้นตอนตามสมการที่ 1 และแสดงผลดังตารางที่ 2 โดยทำการประเมินอัตราเร็วด้วยวิธี Westinghouse System of Rating และกำหนดเวลาเผื่อจากตารางวิเคราะห์เวลาเผื่อของการทำงาน [11][12] ซึ่งได้ค่า

+1.06% และ +1.23% ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

● การประเมินอัตราเร็ว

- ความชำนาญงาน : ดี (ระดับ C1) = +0.06%
- ความพยายาม : ดี (ระดับ C2) = +0.02%
- เงื่อนไขการทำงาน : พอใช้ (ระดับ E) = -0.03%
- ความสม่ำเสมอ : ดี (ระดับ C) = +0.01%

● การกำหนดเวลาเผื่อ

1) เวลาส่วนเผื่อคงที่

- เวลาส่วนเผื่อทำกิจกรรมส่วนตัว = +5%
- เวลาส่วนเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าเบื้องต้น = +3%

2) เวลาส่วนเผื่อแปรผัน

= +15%

โดยเวลาส่วนเผื่อแปรผัน ประกอบด้วยท่าทางที่ผิดปกติ การใช้แรงและกล้ามเนื้อ สภาพอากาศ ระดับเสียง งานที่ต้องการความเอาใจใส่ ความซ้ำซากของงาน และสภาพความตึงเครียดทางจิตใจ

ตารางที่ 2 เวลามาตรฐานกระบวนการผลิตกล่องกระดาษ

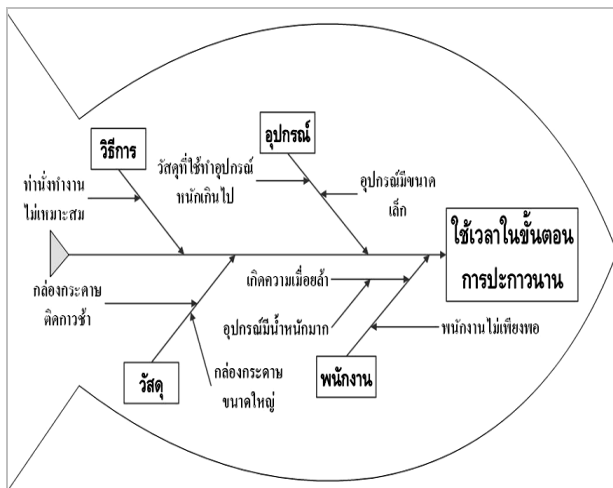
ลูกฟูกประเภทไดคัท (ก่อนปรับปรุง)

ขั้นตอน	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	อัตราเร็ว (%)	เวลาปกติ (วินาที)	เวลาเผื่อ (%)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1. นำกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องพิมพ์ลาย	1.50	1.06	1.59	1.23	1.96
2. นำกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องปั๊มไดคัท	1.15	1.06	1.22	1.23	1.50
3. แกะกล่องกระดาษลูกฟูกตามรอยโคคัท	9.25	1.06	9.81	1.23	12.06
4. ทำการปะการบริเวณล้นกล่องด้วยอุปกรณ์การปะการ	28.06	1.06	29.74	1.23	36.58
5. ทำการแพ็คกล่องกระดาษลูกฟูก	0.76	1.06	0.81	1.23	0.99
รวม					53.09

จากตารางที่ 2 พบว่าเวลามาตรฐานของการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัท เท่ากับ 53.09 วินาทีต่อกล่อง โดยขั้นตอนที่ 4 การปะกาวบริเวณลิ้นกล่องด้วยอุปกรณ์การปะกาวใช้เวลานานที่สุด คือ 36.58 วินาทีต่อกล่อง ส่งผลให้กระบวนการผลิตเกิดปัญหาความล่าช้า จึงได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาดังกล่าวด้วยวิธี 5W1H

3.2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิต และเวลามาตรฐานข้างต้น พบปัญหาในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัท คือ ขั้นตอนการปะกาวบริเวณลิ้นกล่องใช้เวลานาน จึงทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาดังกล่าวด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล ซึ่งพบสาเหตุ 4 ประการ คือ อุปกรณ์ วิธีการ วัสดุ และพนักงาน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนผังแสดงเหตุและผล



รูปที่ 4 อุปกรณ์ที่ใช้ในขั้นตอนการปะกาว (ก่อนปรับปรุง)

อย่างไรก็ตามพบว่าสาเหตุหลักมาจากอุปกรณ์ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในขั้นตอนการปะกาวมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับขนาดกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัท โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล่องตู้เย็น ดังรูปที่ 4 จึงต้องรีดกาวไปมาหลายรอบ อีกทั้งอุปกรณ์มีน้ำหนักมากเมื่อต้องยกใช้งานอย่างต่อเนื่อง ทำให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าขณะปฏิบัติงาน ส่งผลให้ใช้เวลาในขั้นตอนนี้นาน ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการออกแบบอุปกรณ์ชิ้นใหม่ให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานในขั้นตอนการปะกาว โดยแสดงรายละเอียดดังหัวข้อถัดไป

3.3 การออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์

3.3.1 การออกแบบ

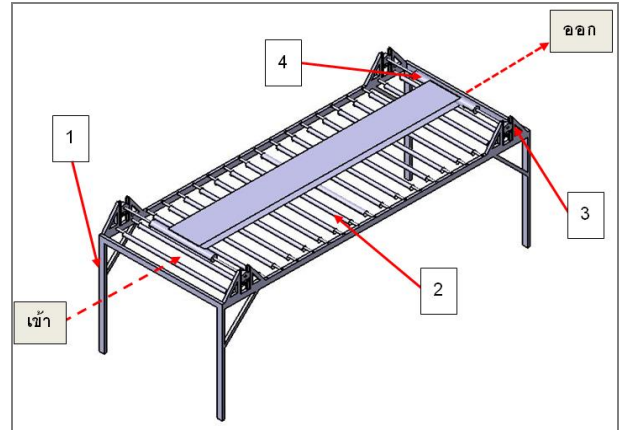
จากอุปกรณ์ที่ใช้ในขั้นตอนการปะกาวก่อนปรับปรุง ดังรูปที่ 4 ได้ทำการวิเคราะห์จุดอ่อนของอุปกรณ์ดังกล่าวเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์ใหม่ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์จุดอ่อนของอุปกรณ์การปะกาวก่อนปรับปรุง

จุดอ่อนของอุปกรณ์ก่อนปรับปรุง	แนวทางในการออกแบบอุปกรณ์ใหม่	อุปกรณ์ใหม่ (เครื่องปะกาว)
1. อุปกรณ์มีขนาดเล็กกว่าตัวกล่องกระดาษลูกฟูกมาก จึงทำให้ต้องรื้อไปมาหลายรอบเพื่อให้บริเวณที่ทาขาวแนบสนิทติดกัน	อุปกรณ์ควรมีขนาดใหญ่กว่าเดิม	อุปกรณ์ มีลักษณะคล้ายโต๊ะขนาดใหญ่
2. อุปกรณ์มีน้ำหนักมาก ซึ่งพนักงานต้องยกอุปกรณ์เพื่อทำการรีดขาว	อุปกรณ์ควรยึดอยู่กับที่	
3. พนักงานมีการส่งต่องานต่างระดับ ซึ่งต้องมีการเอื้อมและเอี้ยวตัว	อุปกรณ์ควรมีการทำงานในระนาบเดียวกัน ท่าที่เหมาะสมกับการทำงานควรเป็นท่าทางการยืนเนื่องจากจะทำให้เหยียดตัว และเคลื่อนที่สะดวก	
4. การติดกาวต้องใช้เวลารอคอยที่สักกระยะหนึ่งจึงจะไม่ทำให้กล่องบริเวณที่ปะกาวอ้าออกจากกัน	อุปกรณ์ควรมีตัวทับหรือกดตัวล้นกล่องกระดาษลูกฟูก เพื่อให้ตัวล้นกล่องกระดาษลูกฟูกติดกัน	

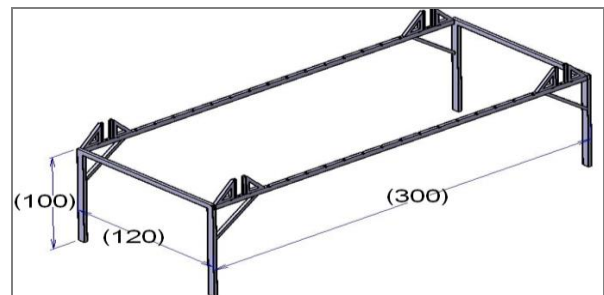
จากการวิเคราะห์จุดอ่อนของอุปกรณ์เดิม จึงมีแนวคิดในการออกแบบอุปกรณ์ใหม่ เป็นเครื่องปะกาว โดยมีลักษณะดังรูปที่ 5

เครื่องปะกาวประกอบด้วย 4 ชั้นส่วน ได้แก่ 1. โครงสร้าง 2. ลูกกลิ้ง 3. แบริ่ง 4. แขนขั้บสายพาน โดยหลักการทำงานของเครื่องปะกาวคือ กล่องกระดาษลูกฟูกประเภทใดคัท จะถูกป้อนเข้าเครื่องปะกาวทางด้านซ้ายมือ ลูกกลิ้งจะทำหน้าที่นำพากล่องและสายพานจะทำหน้าที่กดทับกล่องเพื่อป้องกันไม่ให้กาวที่ถูกทาบริเวณล้นกล่องเปิดออก จากนั้นกล่องจะออกจากเครื่องปะกาวทางด้านขวามือ



รูปที่ 5 แบบเครื่องปะกาว

จากนั้นทำการออกแบบละเอียดโดยการกำหนดขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งแสดงตัวอย่างของชิ้นส่วนที่ 1 โครงสร้าง ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แบบละเอียดชิ้นส่วนโครงสร้าง

ความกว้างของโครงสร้างมีขนาด 120 เซนติเมตร ความยาวของโครงสร้างมีขนาด 300 เซนติเมตร กำหนดจากความกว้าง และความยาวของกล่องตู้เย็นซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุด ตามลำดับ ส่วนความสูงของโครงสร้าง มีขนาด 100 เซนติเมตร เนื่องจากลักษณะงานที่ทำจัดอยู่ในกลุ่มงานประกอบ อีกทั้งไม่ต้องใช้ความละเอียดมากนัก เพราะจากลักษณะงานที่ทำคือนำกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องปะกาว ซึ่งเป็นงานที่ไม่ต้องใช้แรงในการทำงานมาก และพนักงานที่ปฏิบัติงานในขั้นตอนนี้เป็นเพศชาย จึงเลือกใช้การ

กำหนดขนาดโต๊ะทำงานแบบยืนสำหรับเพศชาย ซึ่งมีช่วงความสูงของโต๊ะ 88-107 เซนติเมตร [22]

3.3.2 การคัดเลือกวัสดุ

เมื่อออกแบบอุปกรณ์แล้วเสร็จ ได้ทำการคัดเลือกวัสดุให้กับทั้ง 4 ชั้นส่วน โดยแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์เพื่อ คัดเลือกวัสดุของ ชั้นส่วนที่ 1. โครงสร้าง ดังตารางที่ 4 ซึ่งได้ทำการพิจารณาคะแนนของแต่ละวัสดุร่วมกับตัวแทนของบริษัทกรณีศึกษา โดยพบว่าวัสดุที่เหมาะสมสำหรับแต่ละชั้นส่วนแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์คัดเลือกวัสดุชั้นส่วนโครงสร้าง

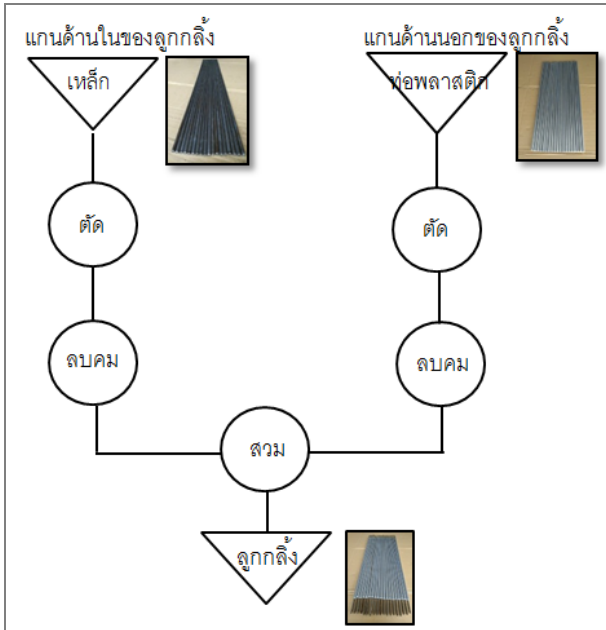
คุณสมบัติที่ต้องการ	คุณสมบัติวัสดุที่เลือกพิจารณา	คะแนน (เต็ม 5)	เหตุผล
-ค ง ท น แข็ง แ ร ง ร อ ง รั บ น้ำหนักได้ดี -ร า ค า ไม่ แพง	1. เหล็ก นำไฟฟ้าได้ดี มีความแข็งแรง และความเหนียว จุดหลอมเหลวค่อนข้างสูง และราคาถูกกว่าสแตนเลสจึงได้รับความนิยมากกว่า แต่อาจเกิดสนิมเมื่อสัมผัสกับความชื้นในอากาศ	4	เนื่องจากเหล็กมีความแข็งแรงและราคาถูก ตรงตามคุณสมบัติที่ต้องการ แม้จะเกิดสนิมก็ตาม แต่สามารถใช้สีเคลือบกันสนิมได้
-ไม่ เกิดสนิม	2. สแตนเลส มีโครเมียม 18% นิกเกิล 8% และส่วนที่เหลือเป็นเหล็ก ทำให้ไม่ขึ้นสนิม มีความแข็งแรง ทนทานต่อความร้อนและความเย็นเหมาะสำหรับงานเพลลาที่ต้องมีการเคลื่อนที่โดยไม่ต้องใช้น้ำมันหล่อลื่น แต่สแตนเลสมีราคาสูง	3	เนื่องจากสแตนเลสมีราคาสูงกว่าเหล็กหลายเท่า

ตารางที่ 5 วัสดุสำหรับชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องปะกาว

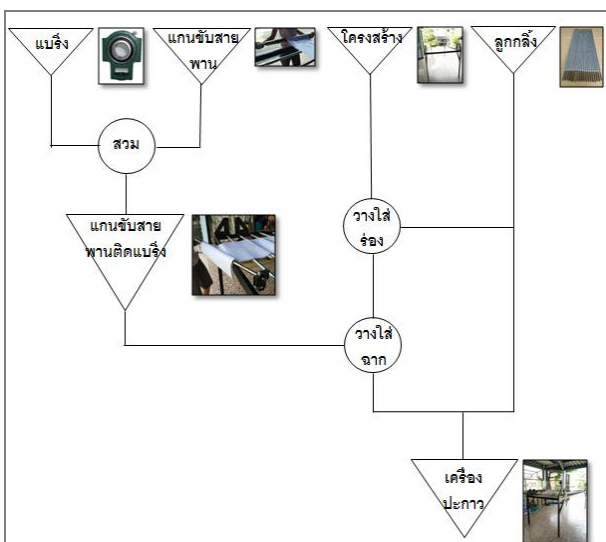
ชิ้นส่วน	ชิ้นส่วนย่อย	วัสดุที่เลือกใช้
1. โครงสร้าง	-	เหล็ก
2. ลูกกลิ้ง	2.1 แกนด้านในของลูกกลิ้ง	เหล็กชุบแข็ง
	2.2 แกนด้านนอกของลูกกลิ้ง	พอลิไวนิลคลอไรด์ชนิดแข็ง (PVC)
3. แปรง	-	(ในส่วนของแปรงไม่มีการวิเคราะห์วัสดุ เนื่องจากแปรงเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปแล้ว)
4. แกนขับสายพาน	4.1 แกนด้านในของแกนขับสายพาน	เหล็กชุบแข็ง
	4.2 แกนด้านนอกของแกนขับสายพาน	สแตนเลส
	4.3 สายพาน	ไวนิล

3.3.3 การจัดสร้างเครื่องปะกาว และการทดลองใช้งาน

การจัดสร้างเครื่องปะกาวเริ่มจากการจัดทำชิ้นส่วนต่างๆ ขึ้นมา โดยชิ้นส่วนที่ 1. โครงสร้าง ได้สั่งทำตามแบบที่ต้องการ ชิ้นส่วนที่ 3. แปรง ทำการสั่งซื้อตามขนาดที่เหมาะสมกับโครงสร้าง ส่วนชิ้นส่วนที่ 2. ลูกกลิ้ง และ ชิ้นส่วนที่ 4. แกนขับสายพาน ทำการสั่งซื้อชิ้นส่วนย่อยมาดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ จนได้เป็นชิ้นส่วนทั้งสอง โดยแสดงตัวอย่างการจัดทำชิ้นส่วนที่ 2. ลูกกลิ้ง ด้วยแผนภูมิการประกอบ (Assembly Process Chart) ดังรูปที่ 7 จากนั้นทำการประกอบทั้ง 4 ชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 7 แผนภูมิการประกอบชิ้นส่วนลูกกลิ้ง



รูปที่ 8 แผนภูมิการประกอบเครื่องปะการ

ในระหว่างการประกอบเครื่องปะการดังกล่าวข้างต้น พบปัญหาว่าสายพานหย่อน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อ การสิ้นเปลืองและการกดทับตัวกล่องกระดาษลูกฟูก จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขในส่วนของสายพานให้ตึง โดยทำการเพิ่มแกนขับสายพานขึ้นอีก 1 แกน ซึ่งหลังจาก

การประกอบแล้วเสร็จ ได้เครื่องปะการที่สำเร็จดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 เครื่องปะการ

หลังจากทำการจัดสร้างเครื่องปะการแล้วเสร็จ ได้ทำการทดลองใช้เครื่องปะการ โดยก่อนที่จะนำเครื่องปะการไปติดตั้งที่สถานประกอบการจริง ได้ทำการทดลองในสถานที่จำลอง เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจจะใช้งานไม่ได้ ซึ่งผลจากการทดลองครั้งที่ 1 พบปัญหาว่าขอบของกล่องกระดาษลูกฟูกชนกับขอบของโครงสร้างด้านทางออก จึงได้ทำการแก้ไขโดยใช้สายพานคล้องบริเวณโครงสร้างเข้ากับลูกกลิ้งฝั่งด้านทางออก จากนั้นทำการทดลองอีกครั้ง ซึ่งผลการทดลองใช้งานในครั้งนี้ไม่พบปัญหาใดๆ จึงได้นำอุปกรณ์ไปติดตั้งใช้งานในสถานประกอบการจริง

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

หลังจากทำการติดตั้งเครื่องปะการเพื่อใช้งานจริง ได้ทำการศึกษาข้อมูลด้านเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทใดคัท แสดงดังตารางที่ 6 โดยทำการประเมินอัตราเร็วด้วยวิธี Westinghouse System of Rating และกำหนดเวลา

เผื่อจากตารางวิเคราะห์เวลาเผื่อของการทำงาน [11][12]

ตารางที่ 6 เวลามาตรฐานกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัท (หลังปรับปรุง)

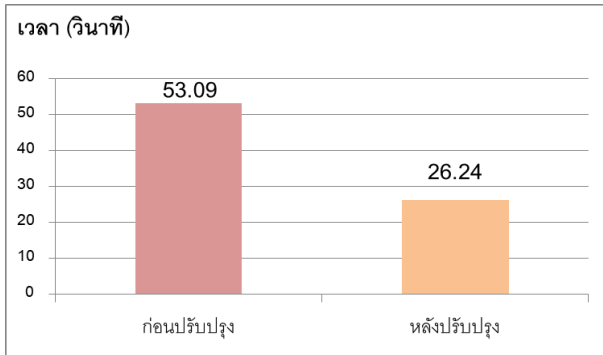
ขั้นตอน	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	อัตราเร็ว (%)	เวลาปกติ (วินาที)	เวลาเผื่อ (%)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1. นำกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องพิมพ์ลาย	1.50	1.06	1.59	1.23	1.96
2. นำกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องบีบไดคัท	1.15	1.06	1.22	1.23	1.50
3. แกะกล่องกระดาษลูกฟูกตามรอยไดคัท	9.25	1.06	9.81	1.23	12.06
4. ทำการปะกาวบริเวณลิ้นกล่องด้วยเครื่องปะกาว	7.81	1.03	8.04	1.21	9.73
5. ทำการแพ็คกล่องกระดาษลูกฟูก	0.76	1.06	0.81	1.23	0.99
รวม					26.24

จากตารางที่ 2 และตารางที่ 6 พบว่าขั้นตอนที่มีการเปลี่ยนแปลงคือขั้นตอนที่ 4 โดยเปลี่ยนจากการปะกาวบริเวณลิ้นกล่องด้วยอุปกรณ์การปะกาว เป็นทำการปะกาวบริเวณลิ้นกล่องด้วยเครื่องปะกาว จึงทำการประเมินอัตราเร็วและวิเคราะห์เวลาเผื่อของขั้นตอนนี้ใหม่ ซึ่งได้ค่าอัตราเร็ว +1.03% เนื่องจากการเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่จึงทำให้ค่าความชำนาญงานลดลง ส่วนเวลาเผื่อของการทำงานในขั้นตอนนี้หลังปรับปรุงมีค่า +1.21% เนื่องจากคะแนนในส่วนการใช้แรงและกล้ามเนื้อลดลง ด้วยเหตุว่าการใช้แรงยกอุปกรณ์ในขั้นตอนการปะกาวน้อยลงกว่าเดิม โดยผลสรุปเปรียบเทียบเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัท ก่อนและหลัง

การปรับปรุง แสดงดังตารางที่ 7 และรูปที่ 10 ซึ่งพบว่าการจัดสร้างเครื่องปะกาวมาใช้แทนอุปกรณ์การปะกาวแบบเดิม สามารถลดเวลาในขั้นตอนการปะกาวบริเวณลิ้นกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทลงได้ โดยจากเดิมใช้เวลา 36.58 วินาทีต่อกกล่อง เหลือ 9.73 วินาทีต่อกกล่อง ส่งผลให้เวลามาตรฐานรวมของกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัท ลดลงจากเดิม 53.09 วินาทีต่อกกล่อง เหลือ 26.24 วินาทีต่อกกล่อง หรือลดลงร้อยละ 50.57

ตารางที่ 7 เวลามาตรฐานกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัท ก่อนและหลังปรับปรุง

ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
ขั้นตอน	เวลามาตรฐาน (วินาที)	ขั้นตอน	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1. นำกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องพิมพ์ลาย	1.96	1. นำกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องพิมพ์ลาย	1.96
2. นำกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องบีบไดคัท	1.50	2. นำกระดาษลูกฟูกเข้าเครื่องบีบไดคัท	1.50
3. แกะกล่องกระดาษลูกฟูกตามรอยไดคัท	12.06	3. แกะกล่องกระดาษลูกฟูกตามรอยไดคัท	12.06
4. ทำการปะกาวบริเวณลิ้นกล่องด้วยอุปกรณ์การปะกาว	36.58	4. ทำการปะกาวบริเวณลิ้นกล่องด้วยเครื่องปะกาว	9.73
5. ทำการแพ็คกล่องกระดาษลูกฟูก	0.99	5. ทำการแพ็คกล่องกระดาษลูกฟูก	0.99
รวม	53.09	รวม	26.24



รูปที่ 10 กราฟเปรียบเทียบเวลามาตรฐานกระบวนการผลิต
กล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัท ก่อนและหลังปรับปรุง

จากเวลามาตรฐานรวมของกระบวนการผลิต
กล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทที่ลดลงร้อยละ
50.57 สามารถแสดงการคำนวณหาจุดคุ้มทุนการ
จัดสร้างเครื่องปะกาว ได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 จุดคุ้มทุนการจัดสร้างเครื่องปะกาว

รายการ	ค่าที่ได้
เวลาปฏิบัติงานต่อวัน (ชั่วโมง)	8
เวลาปฏิบัติงานต่อวัน (วินาที)	$8 \times 60 \times 60 = 28,800$
เวลาปฏิบัติงานที่ลดลงต่อวัน (วินาที)	$28,800 \times 0.5057$ $= 14,564.16$
ต้นทุนค่าแรงพนักงาน (บาทต่อวัน)	350
ต้นทุนค่าแรงพนักงาน (บาทต่อวินาที)	$\frac{350}{28,800} = 0.012$
ผลตอบแทนจากเวลาที่ลดลงไป (บาทต่อวัน)	$14,564.16 \times 0.012 \times 7$ $= 1,223.39$
ต้นทุนการจัดสร้างและติดตั้งเครื่องปะกาว (บาท)	15,850
จุดคุ้มทุน (วัน)	$\frac{15,850}{1,223.39} = 12.96$

หมายเหตุ พนักงานในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก
ประเภทไดคัทมีทั้งหมด 7 คน

จากตารางที่ 8 พบว่าเวลาในกระบวนการ
ผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทที่ลดลง
สามารถคิดเป็นผลตอบแทนกลับคืนสู่บริษัท

กรณีศึกษาได้ โดยเมื่อพิจารณาเทียบกับต้นทุนการ
จัดสร้างและติดตั้งเครื่องปะกาวซึ่งเท่ากับ 15,850
บาท พบว่าจุดคุ้มทุนคือ 12.96 วัน หรือ 12 วัน 7
ชั่วโมง 40 นาที 48 วินาที นอกจากนี้เวลาที่ลดลง
ดังกล่าวยังส่งผลทำให้จำนวนผลผลิตต่อวันเพิ่มมาก
ขึ้น หรือสามารถมอบหมายให้พนักงานไปปฏิบัติ
หน้าที่ในส่วนอื่นๆ เพิ่มเติมได้

โดยผลการวิจัยข้างต้นนี้สอดคล้องกับ
งานวิจัยในอดีตซึ่งพบว่าการประยุกต์ใช้การออกแบบ
ทางวิศวกรรมเพื่อจัดสร้างอุปกรณ์สำหรับช่วย
ปฏิบัติงานในขั้นตอนต่างๆ นั้นสามารถลดเวลา ลด
ความสูญเสีย และปรับปรุงประสิทธิภาพใน
กระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ [19][20][21]

5. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

บริษัทกรณีศึกษาผู้ประกอบการผลิตบรรจุ
ภัณฑ์ประสบปัญหาในกระบวนการผลิตกล่อง
กระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทขนาดใหญ่ โดยพบว่า
ขั้นตอนการปะกาวบริเวณลิ้นกล่องใช้เวลาานกว่า
ขั้นตอนอื่นๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อลด
เวลาในขั้นตอนการปะกาวบริเวณลิ้นกล่องดังกล่าว

การดำเนินงานวิจัยได้ประยุกต์ใช้หลัก
การศึกษาค้นคว้าและเวลาในการศึกษา
วิเคราะห์กระบวนการผลิต และการศึกษาเวลา
มาตรฐานของกระบวนการผลิต อีกทั้งใช้แผนผังแสดง
เหตุและผลในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ซึ่งพบว่า
สาเหตุหลักที่ทำให้ขั้นตอนดังกล่าวใช้เวลาาน เกิด
จากอุปกรณ์ที่ใช้ในขั้นตอนการปะกาวมีขนาดเล็กเมื่อ
เทียบกับกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทไดคัทขนาดใหญ่
 อีกทั้งอุปกรณ์มีน้ำหนักมาก จึงได้ประยุกต์ใช้การ

ออกแบบทางวิศวกรรมในการจัดสร้างเครื่องปะกาว
ขึ้นมาแทนอุปกรณ์เดิม

ผลจากการนำเครื่องปะกาวมาใช้แทนอุปกรณ์
เดิม พบว่าเวลาของขั้นตอนการปะกาวบริเวณลิ้น
กล่องกระดาษลูกฟูกประเภทได้คัทขนาดใหญ่ ลดลง
จากเดิม 36.58 วินาทีต่อกล่อง เหลือ 9.73 วินาทีต่อ
กล่อง ส่งผลให้เวลามาตรฐานรวมของกระบวนการ
ผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกประเภทได้คัทขนาดใหญ่
ลดลงจากเดิม 53.09 วินาทีต่อกล่อง เหลือ 26.24
วินาทีต่อกล่อง หรือลดลงร้อยละ 50.57 ส่งผลให้
จำนวนผลผลิตต่อวันเพิ่มมากขึ้น หรือสามารถ
มอบหมายให้พนักงานไปปฏิบัติหน้าที่ในส่วนอื่นๆ
เพิ่มเติมได้ โดยจุดคุ้มทุนของการจัดสร้างเครื่องปะกาว
คือ 12 วัน 7 ชั่วโมง 40 นาที 48 วินาที

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาที่ให้เข้า
ทำการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณ คุณสาวิตรี กล้าหาญ
และ คุณอภิญา ออยู่ถาวร ผู้ช่วยดำเนินงาน
โครงการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม “รายงานภาวะ
เศรษฐกิจอุตสาหกรรม ปี 2560 และแนวโน้มปี
2561”: http://www.oie.go.th/sites/default/files/attachments/industry_overview/annual2017.pdf
- [2] โพสต์ทูเดย์ ข่าวการตลาด “อี-คอมเมิร์ซช้อตตัน
กระดาษลูกฟูกโต”: <https://www.posttoday.com/market/news/550613>

- [3] มติชนออนไลน์ “กระทรวงอุตสาหกรรม หนุนไทย
เป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์กระดาษ
ลูกฟูกในอาเซียน”: https://www.matichon.co.th/publicize/news_295151
- [4] นภา บัวหลวง “ธุรกิจบรรจุภัณฑ์กระดาษ”:
<http://library.dip.go.th/multim6/edoc/2556/21902.pdf>
- [5] ศุภชัย นาทะพันธ์ “การควบคุมคุณภาพ” ซีเอ็ด
ยูเคชั่น กรุงเทพฯ พ.ศ. 2551
- [6] สายชล สนิสมบูรณ์ “การควบคุมคุณภาพเชิง
สถิติและวิศวกรรม” จามจุรีโปรดักท์ กรุงเทพฯ
พิมพ์ครั้งที่ 5 พ.ศ. 2554
- [7] กฤษฎา อ้วนสูงเนิน, นพเก้า กุสูงเนิน และ วีร
พงษ์ ส่ง่ากลาง “การลดความสูญเสียเปล่าใน
กระบวนการเคลือบกระดาษโดยใช้เทคนิคการ
ออกแบบการทดลอง กรณีศึกษา โรงงานผลิตทอ
กระดาษพลาสติก” การประชุมวิชาการ
ช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559
- [8] ชาญชัย พลตรี และ ฤกษ์วัลย์ จันทร์สา “การเพิ่ม
ประสิทธิภาพกระบวนการผลิต กรณีศึกษา
โรงงานผลิตซอสหอยนางรม” การประชุมวิชาการ
ช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559
- [9] คณิศร ภูนิคม “การปรับปรุงประสิทธิภาพใน
กระบวนการผลิตด้วยเทคนิคการปรับปรุงงาน
กรณีศึกษา: โรงงานน้ำดื่มใบไม้เขียว” การประชุม
วิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม พ.ศ. 2560
- [10] คุณยา ศรีโยม และ พิเชษฐ จันทวี “การปรับปรุง
ฝาครอบเครื่องจักรเย็บอัตโนมัติเพื่อเพิ่ม
ประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้แผนผังก้างปลา”

- การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรม อุตสาหกรรม พ.ศ. 2560
- [11] วันชัย วิจารณ์ช “การศึกษาการทำงาน หลักการ และกรณีศึกษา” สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ พิมพ์ครั้งที่ 8 พ.ศ. 2555
- [12] รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม “การศึกษางานอุตสาหกรรม” สำนักพิมพ์ที่ออป กรุงเทพฯ พ.ศ. 2553
- [13] อุษาวดี อินทร์คล้าย “การลดความสูญเสียในกระบวนการบรรจุน้ำยา” การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559
- [14] กฤษดา ประสพชัยชนะ, ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ ปัญญา อริยะจรรยา และ มนต์รี พังอารมณ “การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยางคอมปาวด์: กรณีศึกษาโรงงานผลิตยางรถยนต์” การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559
- [15] ภัทรเวช ธาราเวชรักษ์, กมล กิ่งแก้วก้านทอง, วุฒิภัทร สืบสินไชย และ ชูศักดิ์ พรสิงห์ “การออกแบบสายการประกอบรูปแบบผสมสำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์: กรณีศึกษา ผลิตภัณฑ์คอนเดนเซอร์รถยนต์” การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม พ.ศ. 2560
- [16] จันท์ธา นาควชิรตระกูล, เกษม พิพัฒน์ปัญญา นุกูล ชินินทร์ ทองระกาศ, สุวรรณ ว่องไว และ ภัทธิยะ ดวงสิงห์ “การเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของสายการประกอบในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์” การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม พ.ศ. 2560
- [17] บัญชา ธนบุญสมบัติ “การออกแบบทางวิศวกรรม” สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) กรุงเทพฯ พ.ศ. 2542
- [18] นิศากร สมสุข, วรลักษณ์ จันท์กระจ่าง, และสมบัติ ทีฆทรัพย์ “การออกแบบทางวิศวกรรม” ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์ ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2550
- [19] นิปุล วิวัฒน์ธนสาร, กิตติชัย บุญดารา, เจษฎา กิจศรีนภดล และ มงคล เทียนวิบูลย์ “การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตแคบหมู” การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม พ.ศ. 2556
- [20] เฉลิมเกียรติ ศรีศิลา “การออกแบบและสร้างเครื่องเจียรไนโลหะที่ปากร่องวีสำหรับการเชื่อมต่อชน” การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม พ.ศ. 2556
- [21] ชุมพล อินทร์มณี, กฤษณพัสดร์ ปิ่นณรงค์, เอกรักษ์ โคะเจ และ นัฐพงษ์ ธรรมวงษา “การออกแบบและสร้างเครื่องเก็บเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตพลาสติกฟิล์ม” วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2559
- [22] กิตติ อินทรานนท์ “การยศาสตร์” สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ พ.ศ. 2559