วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 33 ฉบับที่ 1 ม.ค.–มี.ค. 2566
The Journal of KMUTNB., Vol. 33, No. 1, Jan.–Mar. 2023

บทความวิจัย

การลดเวลาปรับตั้งในกระบวนการผลิตกล่องถาดพับได้ชนิดสี่มุมด้วยเทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว

พิชญา บุญมา สุภาวดี ธีรธรรมากร และ ศรีสิทธิ์ เจียรบุตร*
แขนงเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 2504 8287 อีเมล: srisit.chi@stou.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2022.07.012
รับเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2564 แก้ไขเมื่อ 31 มีนาคม 2564 ตอบรับเมื่อ 7 เมษายน 2564 เผยแพร่ออนไลน์ 27 กรกฎาคม 2565
© 2023 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์มีการเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีการแข่งขันที่สูงขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่ขยายตัวตามขนาดของกลุ่มธุรกิจ ทำให้ผู้ผลิตต้องปรับตัวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาปรับตั้งของกระบวนการผลิตกล่องกระดาษถาดพับได้ชนิดสี่มุม ที่มีขั้นตอนการติดตั้ง ปรับแต่ง และทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้บนตัวเครื่องจักรหลายขั้นตอน ซึ่งใช้เวลานานกว่าจะสามารถขึ้นรูปกล่องกระดาษเพื่อดำเนินการผลิตที่สมบูรณ์ได้ โดยเริ่มจากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานด้วยแผนภูมิการไหลของกระบวนการ และใช้เทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็วมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง จากการวิจัยพบว่า เครื่องขึ้นรูปกล่องบรรจุภัณฑ์กระดาษชนิดกล่องถาดพับได้สี่มุม ใช้เวลาปรับตั้งเครื่องจักรเฉลี่ยปัจจุบันที่ 266 นาที โดยมีเป้าหมายของเวลาการปรับตั้งที่ต้องการ คือ 240 นาที จากการดำเนินการวิจัยได้ทำการพัฒนากระบวนการทำงาน และทำการเปลี่ยนกิจกรรมการปรับตั้งบนตัวเครื่องจักรมาสู่กิจกรรมการปรับตั้งนอกเครื่องจักร ซึ่งผลลัพธ์หลังจากการปรับปรุงงาน สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องลงจาก 266 นาที เหลือเพียง 160 นาที คิดเป็นร้อยละ 40 ของเวลาการปรับตั้งที่ลดลง ซึ่งดีกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ ทำให้สามารถลดเวลาในการปรับตั้ง และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานของกระบวนการผลิตได้เป็นที่พอใจ

คำสำคัญ: เทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักร กล่องถาดพับได้ชนิดสี่มุม

การอ้างอิงบทความ: พิชญา บุญมา, สุภาวดี ธีรธรรมากร และ ศรีสิทธิ์ เจียรบุตร, "การลดเวลาปรับตั้งในกระบวนการผลิตกล่องถาดพับได้ชนิดสี่มุมด้วยเทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 33, ฉบับที่ 1, หน้า 56–68, ม.ค.–มี.ค. 2566.

Research Article

Setup Time Reduction of Four Corner Folding Paperboard Box Process by Quick Changeover Technique

Pitchaya Boonma, Supawadee Theerathammakorn and Srisit Chianrabutra*
Division of Industrial Technology, School of Science and Technology, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0 2504 8287, E–mail: srisit.chi@stou.ac.th
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2022.07.012
Received 2 February 2021 ; Revised 31 March 2021 ; Accepted 7 April 2021; Published online: 27 July 2022
© 2023 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

The printing and packaging industry has been growing rapidly and high competition. To respond the demands from customers according to the size of the business, the manufacturers have to improve themself to enhance production efficiency. The objective of this research was to reduce the setup time of a four corner folding paperboard box process, which was a time consuming tasks and had many working steps in the process of installation, adjustment and test. This work started analyzing work process with flow process chart and using quick changeover technique as a guideline to improve the process. The research found that, the previous folding paperboard box process has the average machine setup time at 266 minutes, which the target of setup time required was 240 minutes. From the development of the working process and convert the setting on the machine to activities performed outside the machine. The average machine setup time after the improving was decreased from 266 minutes to 160 minutes. This improvement was accounted for 40 percent of setup time decreased, which was below the target setup time. Therefore, the setup time was reduced and the operational efficiency of the production process was met the satisfaction.

Keywords: Quick Changeover Technique, Setup Time Reduction, Four Corner Folding Paperboard Box

Please cite this article as: P. Boonma, S., Theerathammakorn, and S. Chianrabutra, "Setup time reduction of four corner folding paperboard box process by quick changeover technique," *The Journal of KMUTNB*, vol. 33, no. 1, pp. 56–68, Jan.–Mar. 2023 (in Thai).

1. บทนำ

บรรจุภัณฑ์เป็นรูปแบบวัสดุภายนอกที่ใช้สำหรับห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ให้ปลอดภัย สะดวกต่อการขนส่ง การเก็บรักษา ตลอดจนเสริมสร้างภาพลักษณ์ของสินค้าให้มีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ เอื้ออำนวยให้เกิดประโยชน์ทางการค้าของผู้ผลิตผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ [1] ซึ่งปัจจุบันธุรกิจด้านการพิมพ์บรรจุภัณฑ์กล่องกระดาษเป็นที่นิยม และมีการแข่งขันที่สูงขึ้น เนื่องจากบรรจุภัณฑ์กระดาษ มีน้ำหนักเบา มีขนาดให้เลือกมากมาย ราคาถูก สามารถย่อยสลายได้ง่าย กล่องบรรจุภัณฑ์กระดาษมีแนวโน้มการส่งออกที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หลังจากประเทศไทยเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน [2] ดังนั้น ผู้ประกอบการในโรงงานกรณีศึกษาจำเป็นที่จะต้องปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว โดยมีการนำเอาเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทันสมัยเข้ามาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต หนึ่งในอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ทันสมัยนั้น คือ เครื่องขึ้นรูปกล่องบรรจุภัณฑ์กระดาษที่สามารถขึ้นรูปกล่องชิ้นงานประเภทถาด กล่องฝาบน-ล่าง หรือกล่องฝาพับ ในงานวิจัยนี้จะเรียกรูปแบบงานนี้ว่า กล่องถาดพับได้แบบสี่มุม (Four Corner Paperboard Box) [3] เนื่องจากมีการติดกาวบริเวณมุมของชิ้นงานทั้งหมด 4 มุม โดยชิ้นงานสำเร็จรูปจะออกมาในลักษณะพับอยู่ในแนวระนาบ และเมื่อต้องการนำไปใช้จะขึ้นรูปทรงของชิ้นงานเตรียมบรรจุสินค้าอุปโภค-บริโภค เช่น กล่องอาหาร กล่องเค้ก ถาดอาหาร ถาดโชว์สินค้า ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 1 โดยเครื่องจักรนี้เป็นระบบกึ่งอัตโนมัติที่ต้องใช้คนในการติดตั้งอุปกรณ์ในแต่ละส่วนของเครื่องจักรก่อนเริ่มผลิตงานจริงได้อย่างต่อเนื่อง และผลิตงานได้ในปริมาณมาก อย่างไรก็ตาม เครื่องขึ้นรูปกล่องบรรจุภัณฑ์กระดาษนี้ มีต้นทุนในการผลิตค่อนข้างสูง เนื่องมาจากราคาเครื่องจักรที่สูง มีการใช้อุปกรณ์สำหรับปรับตั้งที่หลากหลายและมีจำนวนอุปกรณ์ร่วมที่ใช้งานจำนวนมาก ปัญหาสำคัญที่พบ คือ เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรสำหรับผลิตบรรจุภัณฑ์กล่องถาดพับได้แบบสี่มุม สูงเกินกว่ามาตรฐานเวลาที่กำหนดมาจากส่วนวางแผนการผลิต โดยการปรับตั้งเครื่องจักรจะใช้พนักงานประจำเครื่องเพียงคนเดียว ดังนั้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญในเรื่องของเวลาการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปกล่องถาดพับได้แบบสี่มุม โดยหากสามารถทำให้ลดลงน้อยกว่าหรือเท่ากับมาตรฐานเวลาที่กำหนดได้ จะทำให้มีเวลาในส่วนของการผลิตเพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพการผลิตกล่องถาดพับได้แบบสี่มุมสูงขึ้น

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 1 ลักษณะกล่องถาดพับได้แบบ 4 มุม (ก) กล่องถาดสี่มุม ที่อยู่ในลักษณะพับอยู่ (ข) กล่องถาดสี่มุม ที่ขึ้นรูป พร้อมบรรจุสินค้า และ (ค) กล่องถาดสี่มุม ที่ขึ้นรูป พร้อมบรรจุสินค้า มุมมอง 3 มิติ

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการศึกษา โดยเครื่องมือสำคัญที่ใช้ คือ การศึกษาการทำงาน แผนภูมิกระบวนการไหล ผังแสดงเหตุและผล และเทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว

2.1 การศึกษาการทำงาน

การศึกษาการทำงาน (Work Study) คือ การศึกษาวิธี (Method Study) และการวัดผลงาน (Work Measurement) ซึ่งใช้ในการศึกษากระบวนการทำงาน เพื่อปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น และพัฒนามาตรฐานของการทำงาน [4] โดยมี 2 เทคนิค ดังนี้

1) การศึกษาวิธี เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการทำงานที่ง่ายที่สุด สะดวก รวดเร็ว ประหยัด และมีประสิทธิภาพสูงกว่ามาใช้แทนวิธีการทำงานเดิม

2) การวัดผลงาน เป็นเทคนิคในการวัดปริมาณงานออกมาเป็นหน่วยเวลา หรือจำนวนแรงงานที่ใช้ หาเวลามาตรฐาน

(Standard Time)

2.2 แผนภูมิกระบวนการไหล

เป็นแผนภูมิที่นิยมใช้สำหรับการวิเคราะห์กระบวนการผลิต โดยแผนภูมินี้ใช้แสดงขั้นตอนการไหลของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน พนักงาน และอุปกรณ์ที่เคลื่อนไหวในกระบวนการ พร้อมแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรมและเวลาที่ใช้ ด้วยสัญลักษณ์มาตรฐาน 5 ตัว ซึ่งกำหนดโดยสมาคมวิศวกรรมเครื่องกลแห่งอเมริกา (The American Society of Mechanical Engineers; ASME) ที่ประกอบด้วย การปฏิบัติงาน (○) การตรวจสอบ (□) การเคลื่อนย้าย (⇨) การคอย (D) และการเก็บ (▽) [4]

2.3 ผังแสดงเหตุและผล

ผังแสดงสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) เป็นสิ่งที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) ซึ่งเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ชนิดหนึ่งในเครื่องมือคุณภาพ [5]

สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีม หรือเป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดประโยคปัญหา 2) กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ 3) ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย 4) หาสาเหตุหลักของปัญหา 5) จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ และ 6) ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

2.4 การปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว

เป็นหลักการพื้นฐานของระบบการปรับตั้งเครื่องได้ภายในเวลาอันสั้น (Single Minute Exchange of Die; SMED) ถูกพัฒนาโดย Shigeo Shingo เป็นเทคนิคที่ใช้ในการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรหรือปรับเปลี่ยนชิ้นงาน (Setup Time หรือ Changeover Time) [6] ซึ่งเป็นเทคนิคที่นำหลักการของลีน (Lean) มาปฏิบัติ โดยมีเป้าหมายให้การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรภายในเวลาอันสั้น เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรสำหรับการผลิตสินค้าลำดับต่อจากงานที่กำลังผลิตอยู่ ทำให้กระบวนการปรับเปลี่ยนเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมความสามารถในการแข่งขัน เกิดความคุ้มค่าด้านต้นทุน [7] ในหลักการ SMED การเปลี่ยนแปลงจะทำขึ้นจากขั้นตอนที่เรียกว่า “องค์ประกอบ” ซึ่งมีองค์ประกอบ 2 ประเภท [8] ดังนี้

1) องค์ประกอบภายใน คือ งานหรือกิจกรรมที่ต้องทำให้สมบูรณ์ในขณะที่อุปกรณ์หยุดทำงาน

2) องค์ประกอบภายนอก คือ งานหรือกิจกรรมที่สามารถทำให้เสร็จได้ในขณะที่อุปกรณ์กำลังทำงาน

เทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็วที่ใช้ปรับปรุงมีการดำเนินการอยู่ 3 ขั้นตอน [9] โดยประกอบด้วย

1) แยกกิจกรรมการตั้งเครื่องภายใน และการตั้งเครื่องภายนอก ในส่วนนี้จะมีงานที่เป็นทั้งงานภายในและงานภายนอกปะปนกันอยู่ โดยต้องแยกให้ออกว่าอะไรคืองานภายในและงานภายนอก

2) แปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอก ในขั้นตอนนี้จะเป็นงานภายในทั้งหมดที่สามารถทำได้ให้เป็นงานภายนอกให้ได้

3) ปรับปรุงการติดตั้งเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพ โดยหลังจากผ่านขั้นตอนที่ 1 และ 2 มาแล้ว ในขั้นตอนนี้จะต้องทำทุกกิจกรรมให้ง่ายและรวดเร็ว โดยให้อยู่ในรูปแบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control)

3. ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปกล่อง โดยขั้นตอนการศึกษาแบ่งออกเป็น

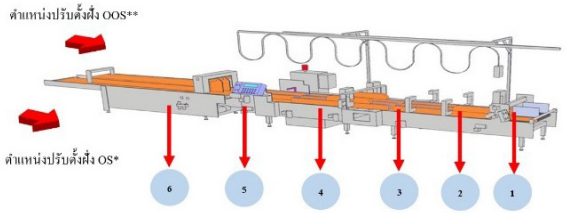
1) ศึกษาส่วนประกอบเครื่องขึ้นรูปกล่องและขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปกล่อง รูปแบบงาน 4 มุม

2) วิเคราะห์ข้อมูลเวลาการปรับตั้งเครื่อง

3) วิเคราะห์ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่อง โดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล

4) วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา

5) กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยใช้เทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2 ส่วนประกอบเครื่องขึ้นรูปกล่องถาดพับได้สี่มุม
*OS = Operation Side ด้านคนปฏิบัติงาน จุดสังเกต คือ ด้านที่มีตู้ควบคุมเครื่องจักร
**OOS = Opposite Operation Side ด้านตรงข้ามคนปฏิบัติงาน คือ ด้านตรงข้ามตู้ควบคุมเครื่องจักร

3.1 ศึกษาส่วนประกอบเครื่องขึ้นรูปกล่องและขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปกล่องถาดพับได้สี่มุม

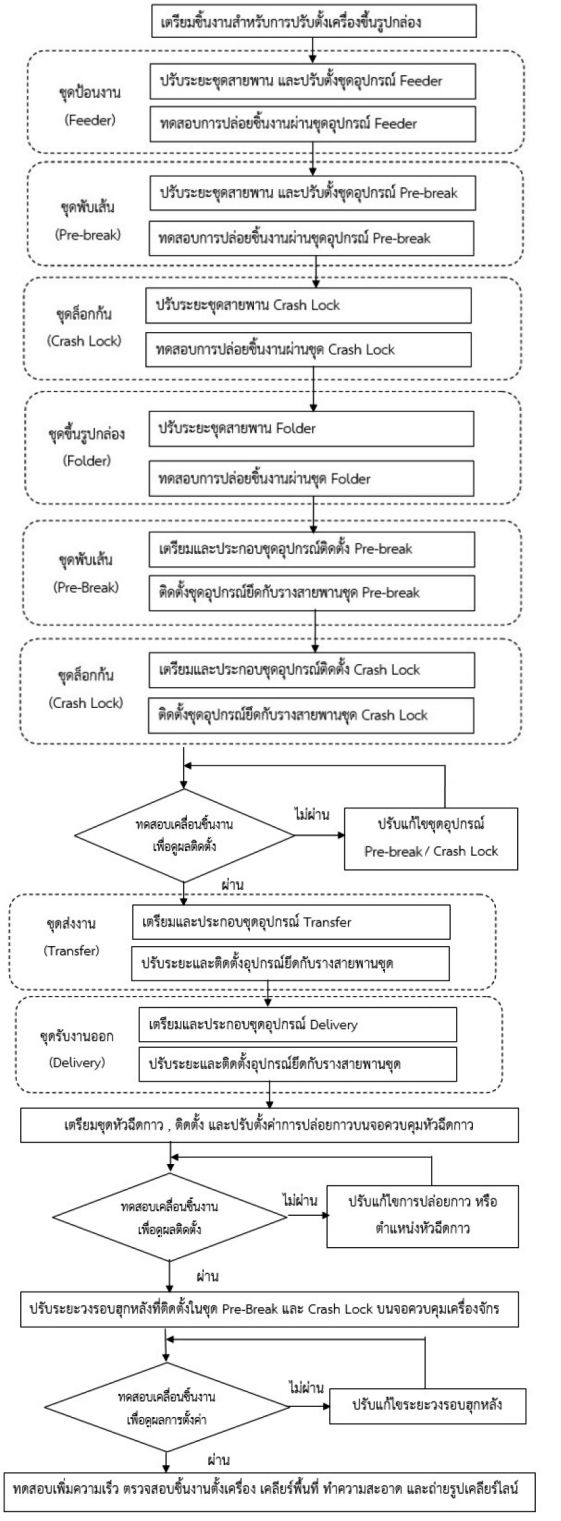
3.1.1 ศึกษารายละเอียดส่วนประกอบในเครื่องขึ้นรูปกล่อง ได้แก่ 1) ชุดป้อนงาน (Feeder) 2) ชุดพับเส้น (Pre-break) 3) ชุดล็อกก้น (Crash Lock) 4) ชุดขึ้นรูปกล่อง (Folder) 5) ชุดส่ง (Transfer) และ 6) ชุดรับงานออก (Delivery) ดังแสดงในรูปที่ 2

3.1.2 ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปกล่อง

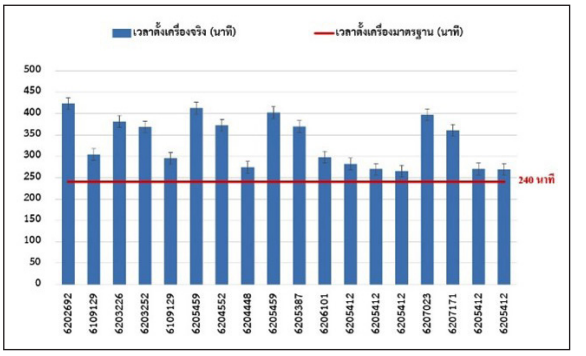
ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปกล่องถาดพับได้แบบสี่มุม มี 2 แบบ คือ รูปแบบงานสี่มุมแบบถาด หรือกล่องฝาบน-ล่าง และรูปแบบงานสี่มุมแบบกล่องฝาพับ ซึ่งทั้ง 2 แบบ ทำการผลิตที่เครื่องขึ้นรูปกล่องเดียวกัน แต่มีขั้นตอนการปรับตั้งของส่วนประกอบในตำแหน่งชุดป้อนงาน และชุดส่งที่แตกต่างกัน เนื่องจากส่วนที่เป็นฝาพับของกล่อง 4 มุม จะต้องใช้อุปกรณ์ในการปรับตั้งเพิ่มขึ้น เพื่อทำหน้าที่พับฝากล่องลงระนาบเดียวกับตัวกล่องก่อนเข้าสู่ชุดส่งต่อไป ดังรายละเอียดในรูปที่ 3

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลเวลาการปรับตั้งเครื่อง

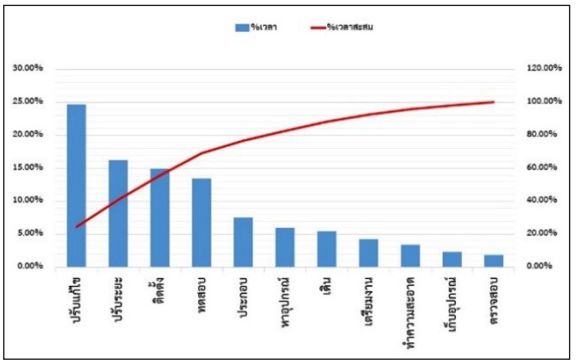
เวลามาตรฐานวางแผนกำหนดไว้สำหรับการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปกล่อง ถาดพับได้แบบสี่มุม คือ 240 นาที แต่จากเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรทั้งหมด 18 เลขที่งาน ในช่วงเดือนมกราคม–กรกฎาคม พ.ศ. 2562 พบว่า ใช้เวลาอยู่ในช่วง 265–423 นาที มีค่าเฉลี่ยเวลาที่ 334 นาที ซึ่งใช้เวลาเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปกล่อง



รูปที่ 4 เวลาการปรับตั้งเครื่องกล่องถาดพับได้แบบสี่มุม ในช่วงเดือนมกราคม–กรกฎาคม พ.ศ. 2562



รูปที่ 5 แผนผังพาเรโตแสดงเวลาที่ใช้ในกระบวนการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปกล่อง

3.3 วิเคราะห์ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล

แผนภูมิการไหลถูกนำมาใช้วิเคราะห์ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องของพนักงาน โดยถ่ายวีดีโอเพื่อเก็บภาพเคลื่อนไหวของพนักงานตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการปรับตั้งเครื่อง และนำมาประเมินกระบวนการไหลในแผนภูมิการไหล โดยแบ่งแยกขั้นตอนหลักของแต่ละกิจกรรม ดังตารางที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเป็นผังพาเรโตในลำดับถัดไป

หลังพิจารณาแผนภูมิกระบวนการไหลของขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องงานกล่องถาดชนิดสี่มุมพบว่าใช้เวลารวม 266 นาที (4 ชั่วโมง 26 นาที) โดยเมื่อแยกขั้นตอนหลักในกระบวนการปรับตั้ง แจกแจงเป็นแผนผังพาเรโตดังรูปที่ 5 พบว่า มีการสูญเสียเวลาไปกับการปรับแก้ไขระยะ และความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ที่ทำการติดตั้งบนเครื่องจักรสูงสุดถึง 65 นาที คิดเป็น 24.66 เปอร์เซ็นต์ จากเวลารวมในการปรับตั้งเครื่องทั้งหมด 266 นาที

ตารางที่ 1 แผนภูมิการไหลของกระบวนการปรับตั้งเครื่อง

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	สัญลักษณ์	ขั้นตอนหลัก	เวลา (h:m:s)
	ปรับตั้งชุดสายพานคลอกเครื่อง			
1	เดินไปเตรียมงานหน้าเครื่อง และหยิบอุปกรณ์จับยึดรางสายพาน		เดิน	0:02:15
2	เตรียมชิ้นงานเพื่อใช้ในการปรับตั้งเครื่อง		เตรียมงาน	0:01:20
3	ปรับระยะสายพานชุด Feeder		ปรับระยะ	0:03:32
4	ปรับระยะฉากข้าง และแมนเกจ ที่ติดตั้งบริเวณชุด Feeder		ปรับระยะ	0:02:24
5	ปรับระยะไกด์เหล็กประคองชิ้นงาน ที่ติดตั้งบริเวณชุด Feeder		ปรับระยะ	0:02:52
6	จัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องชุดแมนเกจ 1 ตำแหน่ง		หาอุปกรณ์	0:01:53
7	ปรับระยะคานเหล็ก และสายพานชุด Pre break		ปรับระยะ	0:02:05
8	ปรับระยะไกด์ลวดยาว		ปรับระยะ	0:00:40
9	ปรับระยะคานเหล็ก และสายพานชุด Crash Lock		ปรับระยะ	0:08:45
10	ปรับระยะคานเหล็ก และสายพานชุด Folder 1		ปรับระยะ	0:08:16
11	ปรับระยะสายพานชุด Transfer		ปรับระยะ	0:01:45
12	ปรับระยะสายพานชุด Delivery		ปรับระยะ	0:00:12
13	ทดสอบเคลื่อนชิ้นงานเพื่อดูผลการติดตั้งอุปกรณ์บนเครื่อง		ทดสอบ	0:03:51
14	เก็บอุปกรณ์ตั้งเครื่องงานก่อนหน้า ที่นำออกไว้ข้างเครื่อง		ถอด	0:06:14
	ติดตั้งอุปกรณ์ชิ้นรูปชิ้นงานบนเครื่องจักร			
15	จัดหาอุปกรณ์ชุดตัวเกี่ยวบน และลูกหลัง ในตู้รถเข็น มาวางเตรียมไว้		หาอุปกรณ์	0:07:28
16	เดินไปหยิบอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้ง ที่แผงจัดเก็บอุปกรณ์มาเตรียมไว้		เดิน	0:05:58
17	ประกอบอุปกรณ์ติดตั้งกับชุดจับยึดรางสายพาน		ประกอบ	0:19:59
18	เดินไปหยิบอุปกรณ์ที่เตรียมไว้มาติดตั้งบนเครื่อง		เดิน	0:06:23
19	ติดตั้งลูกหลังกับคานหมุนด้านล่างของตัวเครื่อง		ติดตั้ง	0:01:02
20	ติดตั้งชุดเฮอริเคน 2 ฝั่ง กับชุดสายพาน		ติดตั้ง	0:04:35
21	ติดตั้งแปรงกดทับชิ้นงาน		ติดตั้ง	0:00:24
22	ติดตั้งตัวเกี่ยวบน บนรางชุดสายพาน		ติดตั้ง	0:01:02
23	ติดตั้งชุดไกด์ลายยาว ฝั่ง OS และสายพาน(กลาง) ต่อจากชุดเฮอริเคน		ติดตั้ง	0:01:30
24	ติดตั้งเซนเซอร์ลูกหลังบริเวณคานเหล็กยึดชุดสายพาน(กลาง)		ติดตั้ง	0:02:17
25	ติดตั้งชุดไกด์ตัวบูบบนรางชุดสายพาน ฝั่ง OS ต่อจากไกด์ลายยาวแบบปรับได้		ติดตั้ง	0:00:40
26	ติดตั้งลูกหลังกับคานหมุนด้านล่างของตัวเครื่อง ฝั่ง OS และสายพาน (กลาง)		ติดตั้ง	0:04:43
27	ติดตั้งชุดไกด์ลายยาว ฝั่ง OS และสายพาน (กลาง) ต่อจากลูกหลัง		ติดตั้ง	0:02:40
28	ติดตั้งชุดตัวเกี่ยวบน ฝั่ง OS และ OOS		ติดตั้ง	0:01:12
29	ติดตั้งแปรงกดทับชิ้นงานหลังชุดตัวเกี่ยวบน ฝั่ง OS และสายพาน (กลาง)		ติดตั้ง	0:02:15
30	ปรับระดับลูกล้อสายพาน และอุปกรณ์ยึดเพื่อรองรับรูปแบบงาน		ติดตั้ง	0:02:02
31	ทดสอบเคลื่อนชิ้นงานผ่านอุปกรณ์ที่ติดตั้ง		ทดสอบ	0:01:01
	ปรับแก้ชุดอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนเครื่องจักร			
32	เดินไปเตรียมงาน และหยิบอุปกรณ์จับยึดรางสายพาน		หาอุปกรณ์	0:06:31
33	ปรับแก้ไขชุดอุปกรณ์ติดตั้ง ตำแหน่ง Pre Break		ปรับแก้ไข	0:25:13
34	ปรับแก้ไขชุดอุปกรณ์ติดตั้ง ตำแหน่ง Crash lock		ปรับแก้ไข	0:21:09
35	ปรับแก้ไขชุดอุปกรณ์ติดตั้ง ตำแหน่ง Folder		ปรับแก้ไข	0:14:38
36	ปรับแก้ไขระยะชุดอุปกรณ์ติดตั้ง ตำแหน่ง Transfer		ปรับแก้ไข	0:03:38
37	ปรับแก้ไขระยะชุดอุปกรณ์ติดตั้ง ตำแหน่ง Delivery		ปรับแก้ไข	0:01:02
38	ทดสอบเคลื่อนชิ้นงานผ่านอุปกรณ์ที่ปรับแก้ไข		ทดสอบ	0:15:58
	ติดตั้งและปรับตั้งค่าข้อมูลชุดอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนเครื่องจักร			
39	เตรียมชุดหัวฉีดกาวที่จะใช้บรรจุไว้ในตำแหน่งที่จะยึด		เตรียมงาน	0:03:24
40	ติดตั้งหัวฉีดกาว และตั้งค่าควบคุมการปล่อยกาว		ติดตั้ง	0:15:19
41	ทดสอบเคลื่อนชิ้นงานผ่านตำแหน่งติดตั้งชุดหัวฉีดกาว		ทดสอบ	0:08:50
42	ปรับระยะวงรอบลูกหลังที่ติดตั้งในชุด Crash lock		ปรับระยะ	0:06:07
43	ปรับระยะวงรอบลูกหลังที่ติดตั้งในชุด Folder 1		ปรับระยะ	0:06:32
44	ทดสอบเคลื่อนชิ้นงานเพื่อดูผลการปรับระยะวงรอบลูกหลัง		ทดสอบ	0:04:58
45	ทดสอบเคลื่อนชิ้นงานเพื่อดูผลการติดตั้งอุปกรณ์บนเครื่อง กับทุกส่วนของเครื่อง		ทดสอบ	0:01:07
	ตรวจสอบชิ้นงาน และความพร้อมของพื้นที่ ก่อนเริ่มผลิตงานดี			
46	พนักงานตรวจสอบชิ้นงานตั้งเครื่องบริเวณท้ายเครื่อง		ตรวจสอบ	0:03:00
47	เคลียร์ชิ้นงานตั้งเครื่องบริเวณท้ายเครื่องออก		เตรียมงาน	0:06:30
48	ทำความสะอาด เคลียร์อุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้ออกจากพื้นที่ เพื่อถ่ายรูปเคลียร์ไลน์		ทำความสะอาด	0:09:05
49	ถ่ายรูปเคลียร์ไลน์ก่อนเริ่มวิ่งงานดี ร่วมกันกับ QA ในพื้นที่ทำงาน		เตรียมงาน	0:02:00
	รวมเวลา			**4:26:16**

รูปที่ 6 ผังแสดงเหตุและผลของการปรับแก้ไขเวลาการตั้งเครื่องที่ใช้เวลานาน

3.4 วิเคราะห์ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องด้วยผังแสดงเหตุและผล

จากรูปที่ 6 การปรับแก้ไขการตั้งเครื่องที่ใช้เวลานานมีสาเหตุมาจาก 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนวัตถุดิบ ส่วนพนักงานประจำเครื่อง ส่วนเครื่องจักร/เครื่องมือ และส่วนของวิธีการทำงาน โดยปัญหาสำคัญเกิดจาก 2 ส่วน คือ ส่วนของเครื่องจักรและเครื่องมือ มีสาเหตุหลักมาจากการเลือกใช้อุปกรณ์ติดตั้งไม่เหมาะสม และส่วนของวิธีการมีสาเหตุหลักมาจากการติดตั้งอุปกรณ์ไม่อยู่ในตำแหน่งเดิม ซึ่งสาเหตุเหล่านี้จะนำมาปรับปรุงต่อไป

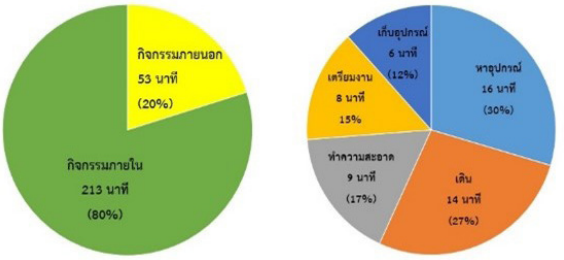
3.5 กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยเทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว

3.5.1 แยกกิจกรรมการตั้งเครื่องภายใน และการตั้งเครื่องภายนอก จากตารางที่ 2 สามารถแยกงานภายในออกเป็นงานภายนอกได้ 10 กิจกรรม จากทั้งหมด 49 กิจกรรม รวมเวลาที่สามารถนำมาปรับปรุงเพื่อลดลงได้ 53 นาที จากเวลารวมในการปรับตั้งเครื่องจักร 266 นาที หรือคิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ ของขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องทั้งหมด โดยแบ่งสัดส่วนกิจกรรมการตั้งเครื่องเป็นแผนภูมิวงกลม ได้ดังรูปที่ 7

3.5.2 แปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอก กิจกรรมการตั้งเครื่องภายในทั้งหมด 39 กิจกรรม พบว่า มีกิจกรรมการประกอบอุปกรณ์ติดตั้งกับชุดสายพานบนเครื่องจักรที่สามารถแปลงออกให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอกได้ โดยสาเหตุที่ต้องมีการประกอบชุดอุปกรณ์สำหรับผลิตงานกล่องถาดพับได้แบบสี่มุมระหว่างการปรับตั้งเครื่อง เกิดจากอุปกรณ์ทุกชิ้นที่มีอยู่ประจำเครื่อง เมื่อถูก

ตารางที่ 2 กำหนดกิจกรรมต่างๆ เป็นภายในหรือภายนอก

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เวลา (h:m:s)	ภายใน	ภายนอก
1	เดินไปเตรียมงานหน้าเครื่อง และหยิบอุปกรณ์ขันยึดรางสายพาน	0:02:15		X
2	เตรียมชิ้นงานเพื่อใช้ในการปรับตั้งเครื่อง	0:01:20		X
3	ปรับระยะสายพานชุด Feeder	0:03:32	X	
4	ปรับระยะฉากข้าง และเมนเกจ ที่ติดตั้งบริเวณชุด Feeder	0:02:24	X	
5	ปรับระยะไกด์เหล็กประคองชิ้นงาน ที่ติดตั้งบริเวณชุด Feeder	0:02:52	X	
6	จัดเตรียมอุปกรณ์เสริมจุดเมนเกจ 1 ตำแหน่ง	0:01:53		X
7	ปรับระยะคานเหล็ก และสายพานชุด Pre break	0:02:05	X	
8	ปรับระยะไกด์ลวดยาว	0:00:40	X	
9	ปรับระยะคานเหล็ก และสายพานชุด Crash Lock	0:08:45	X	
10	ปรับระยะคานเหล็ก และสายพานชุด Folder 1	0:08:16	X	
11	ปรับระยะสายพานชุด Transfer	0:01:45	X	
12	ปรับระยะสายพานชุด Delivery	0:00:12	X	
13	ทดสอบเคลื่อนชิ้นงานเพื่อดูผลการติดตั้งอุปกรณ์บนเครื่อง	0:03:51	X	
14	เก็บอุปกรณ์ตั้งเครื่องงานก่อนหน้า ที่นำออกไว้ข้างเครื่อง	0:06:14		X
15	จัดหาอุปกรณ์ชุดตัวเกี่ยวบน และลูกหลัง ในตู้รถเข็น มาวางเตรียมไว้	0:07:28		X
16	เดินไปหยิบอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้ง ที่แผงจัดเก็บอุปกรณ์ มาเตรียมไว้	0:05:58		X
17	ประกอบอุปกรณ์ติดตั้งกับชุดจับยึดรางสายพาน	0:19:59	X	
18	เดินไปหยิบอุปกรณ์ที่เตรียมไว้มาติดตั้งบนเครื่อง	0:06:23		X
19	ติดตั้งลูกหลังกับคานหมุนด้านล่างของตัวเครื่อง	0:01:02	X	
20	ติดตั้งชุดเฮอริเคน 2 ฝั่ง กับชุดสายพาน	0:04:35	X	
21	ติดตั้งแปรงกดทับชิ้นงาน	0:00:24	X	
22	ติดตั้งตัวเกี่ยวบน บนรางชุดสายพาน	0:01:02	X	
23	ติดตั้งชุดไกด์ตาบยาว ฝั่ง OS และสายพาน(กลาง) ต่อจากชุดเฮอริเคน	0:01:30	X	
24	ติดตั้งเซนเซอร์ลูกหลังบริเวณคานเหล็กยึดชุดสายพาน(กลาง)	0:02:17	X	
25	ติดตั้งชุดไกด์ตัวบูบนรางชุดสายพาน ฝั่ง OS ต่อจากไกด์ตาบยาวแบบปรับได้	0:00:40	X	
26	ติดตั้งลูกหลังกับคานหมุนด้านล่างของตัวเครื่อง ฝั่ง OS และสายพาน (กลาง)	0:04:43	X	
27	ติดตั้งชุดไกด์ตาบยาว ฝั่ง OS และสายพาน (กลาง) ต่อจากลูกหลัง	0:02:40	X	
28	ติดตั้งชุดตัวเกี่ยวบน ฝั่ง OS และ OOS	0:01:12	X	
29	ติดตั้งแปรงกดทับชิ้นงานหลังชุดตัวเกี่ยวบน ฝั่ง OS และสายพาน (กลาง)	0:02:15	X	
30	ปรับตั้งลูกล้อสายพาน และอุปกรณ์อื่นเพื่อรองรับรูปแบบงาน	0:02:02	X	
31	ทดสอบเคลื่อนชิ้นงานผ่านอุปกรณ์ที่ติดตั้ง	0:01:01	X	
32	เดินไปเตรียมงาน และหยิบอุปกรณ์จับยึดรางสายพาน	0:06:31		X
33	ปรับแก้ไขชุดอุปกรณ์ติดตั้ง ตำแหน่ง Pre Breaker	0:25:13	X	
34	ปรับแก้ไขชุดอุปกรณ์ติดตั้ง ตำแหน่ง Crash lock	0:21:09	X	
35	ปรับแก้ไขชุดอุปกรณ์ติดตั้ง ตำแหน่ง Folder	0:14:38	X	
36	ปรับแก้ไขชุดอุปกรณ์ติดตั้ง ตำแหน่ง Transfer	0:03:38	X	
37	ปรับแก้ไขชุดอุปกรณ์ติดตั้ง ตำแหน่ง Delivery	0:01:02	X	
38	ทดสอบเคลื่อนชิ้นงานผ่านอุปกรณ์ที่ปรับแก้ไข	0:15:58	X	
39	เตรียมชุดหัวฉีดกาวที่จะใช้มาวางไว้ในตำแหน่งที่จะยึด	0:03:24	X	
40	ติดตั้งหัวฉีดกาว และตั้งค่าควบคุมการปล่อยกาว	0:15:19	X	
41	ทดสอบเคลื่อนชิ้นงานผ่านตำแหน่งติดตั้งชุดหัวฉีดกาว	0:08:50	X	
42	ปรับระยะวงรอบลูกหลังที่ติดตั้งในชุด Crash lock	0:06:07	X	
43	ปรับระยะวงรอบลูกหลังที่ติดตั้งในชุด Folder 1	0:06:32	X	
44	ทดสอบเคลื่อนชิ้นงานเพื่อดูผลการปรับระยะวงรอบลูกหลัง	0:04:58	X	
45	ทดสอบเคลื่อนชิ้นงานเพื่อดูผลการติดตั้งอุปกรณ์บนเครื่องทั้งหมด	0:01:07	X	
46	พนักงานตรวจสอบชิ้นงานตั้งเครื่องบริเวณท้ายเครื่อง	0:03:00	X	
47	เคลียร์ชิ้นงานตั้งเครื่องบริเวณท้ายเครื่องออก	0:06:30		X
48	ทำความสะอาด เคลียร์อุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้ออกจากพื้นที่ เพื่อถ่ายรูปเคลียร์ไลน์	0:09:05		X
49	ถ่ายรูปเคลียร์ไลน์ก่อนเริ่มวิ่งงานดี ร่วมกันกับ QA ในพื้นที่ทำงาน	0:02:00	X	
รวมเวลา		4:26:16	3:32:39	0:53:37



(ก) (ข)

รูปที่ 7 แผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนกิจกรรมปรับตั้งเครื่องจักร (ก) สัดส่วนกิจกรรมทั้งหมด และ (ข) สัดส่วนเฉพาะกิจกรรมภายนอกทั้งหมด

ใช้งานจากการปรับตั้งการผลิตงานรูปแบบอื่นเรียบร้อยแล้ว จะแยกชิ้นในการจัดเก็บ เนื่องจากมีอุปกรณ์จำกัด และมีจำนวนพอดีกับการใช้งาน โดยมีข้อสรุปกับผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อลดกิจกรรมการประกอบ คือ จัดซื้ออุปกรณ์ที่ต้องใช้เฉพาะสำหรับการปรับตั้งกล่องถาดพับได้แบบสี่มุม และทำการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จเป็นชุดก่อนจัดเก็บประจำไว้ที่รถเข็นทุกครั้ง เพื่อให้พร้อมที่จะนำอุปกรณ์มาติดตั้งบนเครื่องจักรทั้งชุดได้ทันทีที่ทำการปรับตั้ง ดังรูปที่ 8

3.5.3 ปรับปรุงการติดตั้งเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพ เมื่อผ่านการวิเคราะห์แล้วว่า กิจกรรมใดเป็นกิจกรรมตั้งเครื่องภายในและภายนอกอย่างชัดเจนแล้ว จึงกำหนดแนวทางในการปรับปรุงออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.5.3.1 ปรับปรุงกิจกรรมภายในให้เร็วขึ้น

ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนที่เป็นกิจกรรมตั้งเครื่องภายในพบว่า มีการปรับแก้ไขการติดตั้งชุดอุปกรณ์ สาเหตุหลักเกิดจากการติดตั้งอุปกรณ์ไม่อยู่ในตำแหน่งเดิม และการเลือกใช้อุปกรณ์ติดตั้งไม่เหมาะสม จากตารางที่ 1 พบว่า ในขั้นตอนการปรับแก้ไขชุดอุปกรณ์ติดตั้งตำแหน่งชุดพับเส้น และตำแหน่งชุดล็อกก้น ใช้เวลาการปรับแก้ไขมากที่สุด จึงกำหนดวิธีการทำงาน และกำหนดมาตรฐานการเลือกใช้อุปกรณ์เพื่อแก้ไขปรับปรุง ดังนี้

1) ปรับปรุงวิธีการติดตั้งอุปกรณ์ให้อยู่ตำแหน่งเดิม สามารถทำได้โดยกำหนดจุดการติดตั้งของอุปกรณ์จับยึดชุดอุปกรณ์ขึ้นรูปของชิ้นงานต่างๆ บนรางสายพานเครื่องจักร ดังรูปที่ 9

ก่อนปรับปรุง จัดเก็บแบบแยกชิ้นส่วน	หลังปรับปรุง จัดเก็บอุปกรณ์เป็นชุด

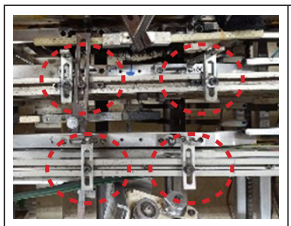
(ก) ภาพก่อนและหลังการปรับปรุงการจัดเก็บชุดตัวเกี่ยวแบบแยกชิ้น

ก่อนปรับปรุง จัดเก็บแบบแยกชิ้นส่วน	หลังปรับปรุง จัดเก็บอุปกรณ์เป็นชุด

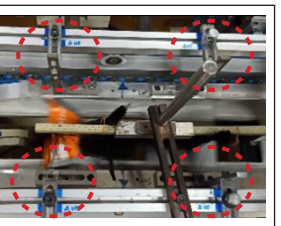
(ข) ภาพก่อนและหลังการปรับปรุงการจัดเก็บไกด์กดทับชิ้นงานแบบแยกชิ้น

รูปที่ 8 ภาพก่อนและหลังการปรับปรุงกิจกรรมการประกอบอุปกรณ์ติดตั้งบนเครื่องจักร

2) ปรับปรุงวิธีการเลือกใช้อุปกรณ์ติดตั้งที่ไม่เหมาะสม โดยบันทึกเป็นภาพเคลื่อนไหวของพนักงานปรับตั้งเครื่อง พบว่าในขั้นตอนการปรับแก้ไขชุดพับเส้น และชุดล็อกก้านนั้น จะมีการเปลี่ยนขนาดของอะไหล่ในการขึ้นรูปชิ้นงาน และทดสอบเคลื่อนชิ้นงานหลังการปรับเปลี่ยนทุกครั้ง เพื่อดูว่าขนาดของอะไหล่ที่เปลี่ยนใส่นั้น ใช้งานได้ดีหรือขึ้นรูปงานได้ตามมาตรฐานงานหรือไม่ ซึ่งเป็นขั้นตอนการทำงานที่ใช้เวลามากที่สุดถึง 46 นาที เนื่องจากการทำงานไม่มีการกำหนดมาตรฐานการเลือกใช้ขนาดของอุปกรณ์ที่เหมาะสม โดยอุปกรณ์ที่พบว่า เป็นปัญหาในการปรับตั้ง คือ ชุดตัวเกี่ยวบน ดังรูปที่ 10 ที่มีหน้าที่เกี่ยวยกหูกล่องของชิ้นงานพับขึ้นให้ตรงตำแหน่งเส้นพับกล่อง ก่อนเคลื่อนเข้าสู่ชุดอุปกรณ์ขึ้นรูปต่อไป

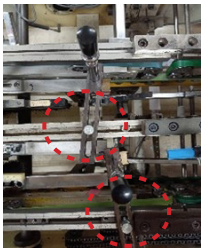


ก่อนปรับปรุง
ติดตั้งชุดอุปกรณ์โดยประมาณการตำแหน่งด้วยสายตา



หลังปรับปรุง
ติดตั้งชุดอุปกรณ์ โดยวางตรงตำแหน่งที่กำหนดจุดไว้

(ก) ปรับปรุงตำแหน่งชุดพับเส้น (Pre-break)



ก่อนปรับปรุง
ติดตั้งชุดอุปกรณ์โดยประมาณการตำแหน่งด้วยสายตา

หลังปรับปรุง
ติดตั้งชุดอุปกรณ์ โดยวางตรงตำแหน่งที่กำหนดจุดไว้

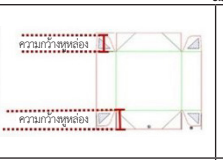
(ข) ปรับปรุงตำแหน่งชุดล็อกก้น (Lock Bottom)

รูปที่ 9 ภาพก่อนและหลังการปรับแก้ไขการติดตั้งอุปกรณ์ให้อยู่ตำแหน่งเดิม

รูปที่ 10 ลักษณะชุดตัวเกี่ยวบนที่ติดตั้งบนเครื่องจักรในตำแหน่งชุดพับเส้น และชุดล็อกก้น

ซึ่งการติดตั้งอุปกรณ์นี้พนักงานปรับตั้งด้วยความเคยชิน หรือประสบการณ์การทำงานรูปแบบนี้มาก่อน จึงดำเนินการสร้างมาตรฐานการเลือกใช้ชุดตัวเกี่ยวบน ให้เหมาะสมกับความกว้างของหูกล่อง ขนาดตัวเกี่ยวจุด a และมุมองศาปรับตั้งชุดหูเกี่ยว ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 กำหนดมาตรฐานการเลือกตัวเกี่ยวบนที่เหมาะสม

		
ความกว้างหูหล่อง (มม.)	ขนาดตัวเกี่ยว จุด a (มม.)	มุมองศาปรับตั้งตัวเกี่ยว (θ)
30	10	45°
60	20	30°

หลังจากมีการกำหนดมาตรฐานให้เลือกใช้ขนาดชุดตัวเกี่ยว และองศาการปรับตั้งที่เหมาะสม ตามตารางที่ 3 และปรับปรุงวิธีการติดตั้งอุปกรณ์ให้อยู่ตำแหน่งเดิมดังรูปที่ 9 ส่งผลให้สามารถลดเวลาจากเดิม 46 นาที ลดลงเหลือ 20 นาที ซึ่งเวลาที่ลดลง 26 นาที เป็นเวลาที่สามารถปรับออกไปจากงานภายในได้ และจากการกำหนดมาตรฐานการเลือกใช้อุปกรณ์ส่งผลให้สามารถกำจัดปัญหาการหยุดชะงักของเครื่องจักร และปัญหาคุณภาพที่อาจเกิดขึ้นระหว่างผลิตงานได้อีกด้วย

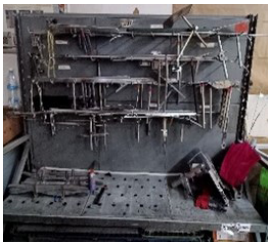
3.5.3.2 ปรับปรุงกิจกรรมภายนอกให้เร็วขึ้น

ผลจากการวิเคราะห์กิจกรรมตั้งเครื่องภายนอก โดยบันทึกเป็นภาพเคลื่อนไหวของพนักงานพบว่า มีกิจกรรมที่ทำให้สูญเสียเวลาจากการที่พนักงานประจำเครื่องต้องเดินเพื่อจัดเตรียมอุปกรณ์ เคลื่อนย้ายอุปกรณ์จากจุดเตรียมงานมาที่เครื่องจักร ประกอบชุดอะไหล่กับอุปกรณ์จับยึดบนรางสายพาน เตรียมชิ้นงานที่ยังไม่ขึ้นรูปมาตั้งเครื่อง การจัดการกับชิ้นงานตั้งเครื่อง และการทำความสะอาดพื้นที่ จึงได้ปรับปรุงการทำงาน ดังนี้

1) การเดินจัดเตรียมอุปกรณ์ และติดตั้งชุดอุปกรณ์

กิจกรรมการจัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือในการติดตั้งต่างๆ มีการสูญเสียเวลาในการเดินไปหยิบชุดอุปกรณ์ซึ่งอยู่ห่างจากเครื่องจักร และต้องเดินไปหยิบอุปกรณ์ที่จุดเตรียมอีกครั้งเพื่อนำมาติดตั้งบนเครื่องจักร มีปรับปรุงการทำงาน ดังนี้

- จัดทำรถเข็นเก็บอุปกรณ์เฉพาะรูปแบบงานกล่องถาดพับได้แบบสี่มุม พร้อมป้ายบ่งชี้ชุดอุปกรณ์ที่จัดเก็บในแต่ละชั้น ดังรูปที่ 11 (ก)

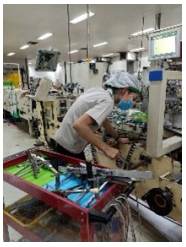


ก่อนปรับปรุง
พื้นที่จัดเก็บอุปกรณ์ไกลจาก
เครื่องจักร

หลังปรับปรุง
จับเก็บอุปกรณ์ในรถเข็นและวางใกล้
กับเครื่องจักร

(ก) ปรับปรุงการเดินเพื่อจัดเตรียมและจัดเก็บอุปกรณ์ ณ พื้นที่จัดเก็บที่ไกลจากเครื่องจักร

ก่อนปรับปรุง
หยิบอุปกรณ์จากพื้นที่จัดเก็บมาติด
ตั้งที่เครื่อง



หลังปรับปรุง
หยิบอุปกรณ์จากรถเข็นมาติดตั้งบน
เครื่องจักร

(ข) ปรับปรุงการเดินเพื่อนำอุปกรณ์ติดตั้งบนเครื่อง

รูปที่ 11 ภาพก่อนและหลังการปรับปรุงกิจกรรมการเดิน

• ระหว่างการปรับตั้งเครื่องให้เข็นรถเข็นที่มีชุดอุปกรณ์สำหรับติดตั้ง เริ่มต้นตั้งแต่ชุดป้อนงาน ไปจนถึงชุดรับงาน ดังรูปที่ 11 (ข)

จากแนวทางข้างต้นสามารถกำจัดกิจกรรมการเดินไม่ให้เกิดขึ้นในกระบวนการปรับตั้งได้ หรือกล่าวได้ว่ากิจกรรมนี้ได้ถูกกำจัดออกไป (เหลือ 0 นาที)

2) การจัดเก็บ จัดเตรียมอุปกรณ์ การเตรียมงานสำหรับตั้งเครื่อง และการทำความสะอาดพื้นที่

ในการจัดระเบียบพื้นที่จัดเก็บชุดอุปกรณ์ รวมถึงอุปกรณ์ทุกชิ้นถูกประกอบพร้อมใช้งานได้มีการปรับปรุงพื้นที่การจัดเตรียมอุปกรณ์ และกำหนดแนวทางการปฏิบัติงาน ดังนี้

• ปรับปรุงพื้นที่การจัดเตรียมอุปกรณ์ จากเดิมอุปกรณ์ที่ต้องใช้จะถูกจัดเตรียมไว้รวมกัน และค่อยๆ เลือกหยิบ

ก่อนปรับปรุง
เตรียมอุปกรณ์ที่จะติดตั้งรวมกัน
ไว้ข้างเครื่องจักร

หลังปรับปรุง
เตรียมอุปกรณ์บนรถเข็นแยก
ติดตั้งตามแถบสี

(ก) ปรับปรุงการจัดวางชุดอุปกรณ์รอติดตั้ง

ก่อนปรับปรุง
พนักงานปรับตั้งเครื่องจัดเก็บและ
เตรียมอุปกรณ์ด้วยตนเอง

หลังปรับปรุง
พนักงานประจำเครื่องจัดเก็บและ
เตรียมชุดอุปกรณ์รอไว้

(ข) ปรับปรุงการจัดเก็บและจัดเตรียมอุปกรณ์

ก่อนปรับปรุง
พนักงานปรับตั้งเตรียมงาน
ตั้งเครื่องด้วยตนเอง

หลังปรับปรุง
พนักงานประจำเครื่องเตรียมงาน
ตั้งเครื่องแทน

(ค) ปรับปรุงการเตรียมงานตั้งเครื่อง

รูปที่ 12 ภาพก่อนและหลังการปรับปรุงกิจกรรมการจัดเก็บ จัดเตรียมชุดอุปกรณ์ และการเตรียมงาน

อุปกรณ์แต่ละชิ้นมาติดตั้งตามตำแหน่งเครื่อง ทำให้เสียเวลาค้นหาอุปกรณ์ และเสียเวลาเลือกชุดอุปกรณ์ที่ไม่เรียงตามส่วนของเครื่องจักร โดยเพิ่มการแบ่งแถบสีของตำแหน่งการติดตั้งบนเครื่องจักรลงบนรถเข็นเก็บอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์ส่วนใหญ่จะถูกติดตั้งในตำแหน่งชุดพับเส้น และชุดล็อกก้น ดังรูปที่ 12 (ก)

• กำหนดให้พนักงานประจำเครื่อง จัดเตรียมชุดอุปกรณ์

ที่ใช้สำหรับการติดตั้งเครื่องจักร โดยมีรายละเอียดชื่ออุปกรณ์ ขนาด และจำนวนที่ต้องใช้ในการติดตั้ง ตามมาตรฐานเทคนิคการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปกล่อง และให้จัดเตรียมชิ้นงานกล่องถาดพับได้แบบสี่มุมสำหรับนำมาตั้งเครื่องด้วย ซึ่งจะทำการจัดเตรียมไว้ก่อนล่วงหน้า โดยทราบรูปแบบงานจากรายละเอียดแผนผลิตประจำวัน ดังรูปที่ 12 (ข)–(ค)

จากการปรับแก้ไขตามแนวทางการทำงานข้างต้น ทำให้ขั้นตอนทั้งหมดนี้ถูกปรับปรุงให้สามารถจัดเตรียมคู่ขนานกันระหว่างที่ปรับตั้งเครื่องและระหว่างที่พนักงานปรับตั้งทดสอบวิ่งเครื่องได้ ยกเว้นขั้นตอนการเตรียมชุดหัวฉีดกาว ที่ยังคงต้องให้พนักงานปรับตั้งเป็นผู้จัดเตรียมเอง เพราะขั้นตอนนี้ต้องใช้ทักษะในการทำงาน การปรับตั้งระบบลมหัวฉีดกาวก่อนติดตั้ง

3) การจัดการชิ้นงานตั้งเครื่องที่ออกจากชุดสายพาน

ชิ้นงานสำเร็จรูปหลังการปรับตั้งเครื่องจะต้องผ่านการตรวจคุณภาพโดยพนักงานปรับตั้งเครื่องตามมาตรฐานการตรวจงานขึ้นรูปกล่อง หากชิ้นงานไม่พบปัญหาคุณภาพ จึงสามารถขออนุมัติผลิตงานดีชิ้นงานแรก เนื่องจากมาตรฐานการตรวจคุณภาพงานขึ้นรูปกล่องมีอยู่ชัดเจน จึงกำหนดแนวทางการปฏิบัติงานใหม่ คือ

- กำหนดให้พนักงานประจำเครื่องที่มีหน้าที่จับงานและตรวจงานก่อนบรรจุลงลัง มาตรวจและเคลียร์ชิ้นงานตั้งเครื่อง แทนการไปช่วยงานท้ายเครื่องจักรอื่น เพื่อลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานปรับตั้งเครื่องที่เดินมาตรวจงานท้ายเครื่อง และเดินกลับไปแก้ไขชุดอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง หากพบว่ามีปัญหาคุณภาพ ดังรูปที่ 13

หลังจากกำหนดให้กิจกรรมดังกล่าวเป็นหน้าที่ของพนักงานประจำเครื่อง ทำให้กิจกรรมนี้สามารถทำคู่ขนานระหว่างที่พนักงานปรับตั้งเครื่องและทดสอบวิ่งเครื่องได้

4) การทำความสะอาดพื้นที่ก่อนผลิตงานดี

การทำความสะอาดพื้นที่จะทำหลังจากการปรับตั้งเครื่องเรียบร้อยแล้ว โดยพนักงานปรับตั้งจะทำการฉีกกระดาษงานตั้งเครื่องทิ้งใส่กระบะสีแดงหรือกระสอบทิ้งกระดาษ เพื่อเคลียร์ไลน์การผลิตก่อนเริ่มผลิตงานดี ป้องกันงานปนระหว่างของดีและของเสียตั้งเครื่อง ซึ่งขั้นตอนนี้ได้ปรับปรุง โดยกำหนดแนวทางการปฏิบัติงาน คือ

ก่อนปรับปรุง
พนักงานปรับตั้งเคลียร์งาน
ตั้งเครื่องด้วยตนเอง

หลังปรับปรุง
พนักงานประจำเครื่องเคลียร์งาน
ตั้งเครื่องแทน

รูปที่ 13 ภาพก่อนและหลังการปรับปรุงกิจกรรมการจัดการชิ้นงานตั้งเครื่องหลังออกจากชุดสายพาน

ก่อนปรับปรุง
พนักงานปรับตั้งทำความสะอาด
พื้นที่เตรียมผลิตงานดี

หลังปรับปรุง
พนักงานประจำเครื่อง
ทำความสะอาดแทน

รูปที่ 14 ภาพก่อนและหลังการปรับปรุงกิจกรรมการทำความสะอาดพื้นที่ก่อนผลิตงานดี

- กำหนดให้พนักงานประจำเครื่องทำความสะอาดแทนพนักงานปรับตั้ง เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ไม่ใช้ทักษะ โดยสามารถทำระหว่างที่พนักงานปรับตั้งตรวจงานเพื่อขออนุมัติงานชิ้นแรกจากหัวหน้างานได้ ดังรูปที่ 14

หลังจากกำหนดให้กิจกรรมดังกล่าวเป็นหน้าที่ของพนักงานประจำเครื่อง ทำให้กิจกรรมนี้สามารถทำคู่ขนานระหว่างที่พนักงานปรับตั้งเครื่องและทดสอบวิ่งเครื่องได้

4. อภิปรายผลและสรุป

หลังจากดำเนินการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งพบว่าเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรลดลงจากเดิม 266 นาที เหลือเพียง 160 นาที หรือเวลาที่ลดลงคิดเป็นร้อยละ 40 จากเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรรวม ซึ่งทำได้ดีกว่าเป้าหมายที่กำหนด

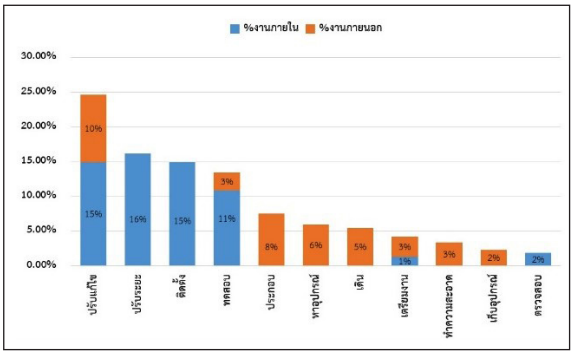
รูปที่ 15 รูปแบบเวลาการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปกล่องที่ลดลงโดยใช้เทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว

ไว้ 240 นาที โดยปรับลดลงตามขั้นตอนของเทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว ดังรูปที่ 15

1) แยกกิจกรรมการตั้งเครื่องภายใน และการตั้งเครื่องภายนอก โดยกิจกรรมภายในที่ถูกแยกออกนั้น เป็นเวลารวม 53 นาที ได้แก่ การจัดเก็บ จัดเตรียม การเดิน ทำความสะอาด และการค้นหาอุปกรณ์

2) แปลงการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอก โดยแยกกิจกรรมการประกอบชุดอุปกรณ์ออกเป็นงานภายนอก เนื่องจากวิเคราะห์แล้วว่ามีแนวทางสำหรับการจัดเตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนมีแผนขึ้นผลิตงานรูปแบบ 4 มุม โดยสามารถลดเวลาการประกอบ 20 นาที

3) ปรับปรุงการติดตั้งเครื่องมือในทุกๆ แง่มุม ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการปรับปรุงกิจกรรมภายในนั้น มีการกำหนดจุดติดตั้งอุปกรณ์และการกำหนดมาตรฐานการเลือกใช้อุปกรณ์ เพื่อลดเวลาการปรับแก้ไขขนาดและระยะการติดตั้งชุดอุปกรณ์ โดยสามารถปรับปรุงให้ลดลงได้ 26 นาที และยังส่งผลทำให้เวลาการทดสอบเคลื่อนชิ้นงานหลังการปรับแก้ไขกำจัดออกไปได้อีก 7 นาที ส่วนการปรับปรุงกิจกรรมภายนอกนั้น เมื่อมีการพัฒนาปรับปรุงแล้ว สามารถกำหนดให้พนักงานประจำเครื่องเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดเก็บ จัดเตรียมชุดอุปกรณ์ติดตั้ง การเคลียร์ชิ้นงานท้ายเครื่องได้ การทำความสะอาด โดยไม่จำเป็นต้องมีทักษะ เทียบเท่าพนักงานปรับตั้งเครื่อง ทำให้กิจกรรมภายนอกที่แยกออกได้นั้น สามารถปรับปรุงให้เวลาลดลงได้ 59 นาที และขั้นตอนการเดินสามารถกำจัดออกไปได้ 14 นาที ดังนั้น แบ่งสัดส่วน

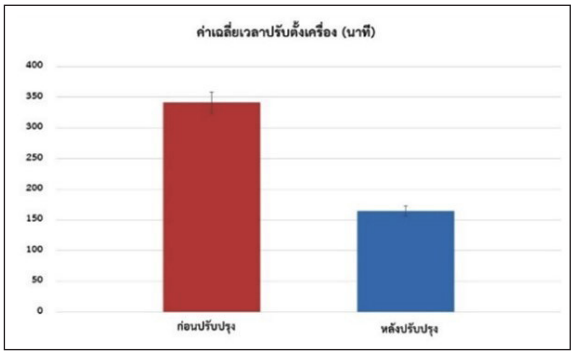


รูปที่ 16 แผนภูมิแท่งแสดงสัดส่วนงานภายใน-ภายนอก ของแต่ละขั้นตอนที่ถูกปรับปรุง

งานที่ถูกแยกออกตามแต่ละขั้นตอนหลัก ดังรูปที่ 16

จากรูปที่ 16 หลังพัฒนากระบวนการทำงาน ทำให้สามารถลดเวลาลงได้ ดังนี้ เวลาในการปรับแก้ไขลดลง 10% เวลาการทดสอบหลังการปรับแก้ไขลดลง 3% เวลาการเตรียมงานลดลง 3% และสามารถกำจัดบางขั้นตอนออกไป ได้แก่ การประกอบ การหาอุปกรณ์ การเดิน การทำความสะอาด และการเก็บอุปกรณ์ ด้วยการจัดชุดอุปกรณ์ให้พร้อมใช้งานตลอดเวลา จัดทำรถเข็นจัดเก็บและจัดพื้นที่เตรียมอุปกรณ์แบบแบ่งสัดส่วนชุดเครื่องจักร รวมไปถึงจัดระบบการทำงานให้พนักงานประจำเครื่องเตรียมอุปกรณ์คู่ขนานกันระหว่างที่พนักงานปรับตั้งเครื่องกำลังตั้งเครื่องอยู่

ในบางขั้นตอนที่ไม่สามารถลดเวลาลงได้ ได้แก่ ขั้นตอนการปรับระยะ ที่เป็นการปรับตั้งระยะของชุดสายพานที่ประกอบอยู่บนโครงเครื่องจักร ขั้นตอนการติดตั้ง ที่เป็นการนำชุดอะไหล่ลงประกอบบนโครงเครื่องจักร และขั้นตอนตรวจสอบ ที่ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานการทำงานหลัก เพื่อทวนสอบความถูกต้องและคุณภาพงานก่อนเริ่มผลิตงานดี ต่อเนื่องโดยทั้ง 3 ขั้นตอนนี้ สามารถหาแนวทางการปรับปรุงต่อได้ในอนาคต เช่น การปรับตั้งชุดสายพานปัจจุบันใช้เครื่องมือในการหมุนไขขยับชุดสายพานซ้าย-ขวาให้เหมาะกับขนาดของชิ้นงาน อาจจะเปลี่ยนเป็นการขยับชุดสายพานตามแกนเพลาแล้วมีตัวล็อกจับยึดบริเวณแกนเพลาตรงตำแหน่งที่เหมาะสมกับขนาดงาน ส่วนการติดตั้งอาจจะเปลี่ยนวิธีการจากการหมุนไขน็อตโดยใช้แรงคน เป็นการใช้เครื่องมือ



รูปที่ 17 เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

หมุนอัตโนมัติเพื่อทุ่นแรง โดยเพิ่มความแม่นยำ และลดเวลาการปรับหมุนไข ส่วนการตรวจสอบงานมีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาให้หน่วยงานประกันคุณภาพมีส่วนร่วมในการตรวจสอบงานตอนตั้งเครื่อง เพื่อลดความถี่ในการตรวจสอบระหว่างผลิต

โดยหลังมีการปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปกล่องถาดพับได้ชนิดสี่มุม ในช่วงการผลิตตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2563 ทั้งหมด 8 เลขที่งานพบว่า มีค่าเฉลี่ยเวลาการปรับตั้งหลังปรับปรุงเท่ากับ 164 นาที จากค่าเฉลี่ยเวลาการปรับตั้งเครื่องก่อนปรับปรุงที่ 334 นาที ดังเปรียบเทียบในรูปที่ 17

จากผลงานวิจัยมีข้อสังเกตว่าเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรนั้น ขึ้นกับความยากง่ายของรูปแบบงาน และขึ้นกับทักษะ ความเข้าใจ และประสบการณ์การทำงานของพนักงานปรับตั้งเครื่อง ทำให้ไม่สามารถกำหนดเวลาในแต่ละกิจกรรมการปรับตั้งเครื่องขึ้นรูปกล่องพับได้แบบสี่มุมให้เท่ากันทุกครั้งได้ โดยเทคนิคการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็วนี้สามารถนำไปใช้ปรับปรุงกับการขึ้นรูปกล่องพับรูปแบบอื่นๆ ได้เพราะมีขั้นตอนที่คล้ายกัน อย่างไรก็ตาม ในบางขั้นตอนอาจมีข้อจำกัดในเรื่องของต้นทุนอุปกรณ์ ต้นทุนการผลิต พื้นที่การผลิตที่จำกัด และรูปแบบงานของลูกค้าที่จำเป็นต้องใช้ประกอบการพิจารณาปรับปรุง

เอกสารอ้างอิง

[1] D. Nachaisin. *Introduction for Packaging Design*. Khon Kaen University, 2015 (in Thai).

[2] SME's Knowledge Center (2015), Trends and directions of the Thai packaging industry. Bangkok, Thailand. [Online]. Available: http://www.onartgroup.com/Article/0418.pdf

[3] Netpak Group (2015), Common Carton Styles Box Styles for Custom Folding Cartons. Bangkok, Thailand. [Online] (in Thai). Available: https://www.slideshare.net/NetpakGroup/common-carton-styles-box-styles-for-custom-folding-cartons.

[4] R. Kanjanapanyakom, *Industrial Work Study*. Bangkok: Chulalongkorn University Press, 2019 (in Thai)

[5] W. Chantakit, *17 Thinking Tools = 17 Problem Solving Devices*. Bangkok: National Productivity Institute, 2006 (in Thai).

[6] P. Luasapsuk and Y. Klonklang, *Quick Changeover for Operators: The SMED System*. Bangkok: E. I. Square Publishing, 2007 (in Thai).

[7] S. Shingo, *A Revolution in Manufacturing: The SMED system*. Portland: Productivity Press, 1985.

[8] H. Karsten, *Quick Changeover Concepts Applied: Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*. CRC Press, 2013.

[9] R. McIntosh, G. Owen, S. Culley, and T. Mileham, "Changeover improvement: Reinterpreting Shingo's "SMED" methodology," *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 54, no. 1, pp. 98–111, 2007.