



การประยุกต์ใช้เทคนิค การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว และ ECRS เพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร: กรณีศึกษา กระบวนการผลิตหัวเชื้อเครื่องดื่มผง

Application of Single Minute Exchange of Die and ECRS Techniques to Reduce Machine Set up Time: A Case Study of Powdered Drink Mix Process

มงคล กิตติญาณจอร์* มณีมณฑา วงหาจัก และ มัทนา สุตมบุรณ์

Mongkol Kittiyankajon*, Maneemon Wongharjuk and Mattana Susomboon

สาขาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000

Department of Industrial Management, Faculty of Technology,
Udon Thani Rajabhat University, Udonthani, 41000, Thailand

*E-mail: mongkolk3@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำเทคนิค การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single Minute Exchange of Die: SMED) และ การกำจัด การรวมกัน การจัดเรียงใหม่และ การทำให้ง่ายขึ้น (Eliminate, Combine, Rearrange and Simplify: ECRS) มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อลดเวลาจากความสูญเปล่าในกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์หัวเชื้อเครื่องดื่มผง จากการศึกษาพบว่ากระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ผสมแล้วลงของ มีเวลาการทำงานที่สูญเปล่าจากขั้นตอนการเปลี่ยนม้วนกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์สูงที่สุด และมีสาเหตุหลักมาจากการขาดขั้นตอนการทำงานมาตรฐาน ดังนั้นหลังจากการนำแนวทางการปรับปรุงด้วยการเปลี่ยนงานในมาเป็นงานนอกตามเทคนิค SMED และการจัดเรียงงานใหม่ กำจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และทำให้งานที่มีทำได้ง่ายขึ้น โดยการใช้อุปกรณ์ช่วยตามหลักการ ECRS สามารถทำให้เวลาสูญเปล่าในขั้นตอนการเปลี่ยนม้วนกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ลดลง 565 วินาทีต่อครั้ง หรือคิดเป็น 67% จากเวลาเดิมก่อนการปรับปรุง โดยสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ 16,143 ซองต่อวัน

คำสำคัญ: เทคนิคการปรับเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว การปรับตั้งเครื่องจักร การลดความสูญเปล่า เทคนิค ECRS

ABSTRACT

The objective of this study is to apply single minute exchange of die (SMED) and Eliminate, Combine, Rearrange and Simplify (ECRS) techniques to analyse and provide improvement methods in order to reduce powdered drink Mix process waste time. From the study result, the highest packing process waste time is the time for aluminum foil changed operation. The major root cause came from lacking of working standards. Therefore, after adoption of SMED technique and ECRS technique such as rearrange, eliminate, and simplify, waste time of aluminum foil changed operation was reduced 565 sec/time that was 67% reduction from original time. Moreover, Total capacity of packing process was increased 16,143 unit/day

Keyword: Single minute exchange of die, Machine set up, Waste reduction. ECRS technique.

1. บทนำ

ภายใต้สภาวะการแข่งขันที่รุนแรงในปัจจุบันของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เครื่องดัดชนิดผง ผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพของการผลิตเพื่อลดต้นทุนความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตและเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน โรงงานกรณีศึกษาดำเนินการผลิตหัวเชื้อเครื่องดัดชนิดผงซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หลักที่มีความต้องการจากลูกค้าในระดับสูง แต่โรงงานมีกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าที่มีแนวโน้มการสั่งซื้อเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาสภาพปัจจุบันของโรงงานในกระบวนการผลิตหัวเชื้อเครื่องดัดชนิดผงมีขั้นตอนสำคัญขั้นตอนสุดท้ายคือกระบวนการบรรจุ ในขั้นตอนนี้ผลิตภัณฑ์หัวเชื้อเครื่องดัดชนิดผงจะถูกบรรจุลงในซองซึ่งทำจากกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminum foil) เมื่อกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ ถูกใช้จนหมดม้วนพนักงานจำเป็นต้องถอดแกนม้วนเก่าออกและทดแทนด้วยกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ ม้วนใหม่ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวเป็นสาเหตุให้เครื่องจักรต้องหยุดการทำงานและก่อให้เกิดความสูญเสียเปล่าถึง 14.08 นาทีต่อครั้ง หรือคิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องสูญเสีย 24,330 ซองต่อวัน

งานวิจัยนี้จึงนำเทคนิค การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single Minute Exchange of Die: SMED) [1] และการกำจัด การรวมกัน การจัดเรียงใหม่ และการทำให้ง่ายขึ้น (Eliminate, Combine, Rearrange and Simplify: ECRS) [2] มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์หัวเชื้อเครื่องดัดชนิดผง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษากระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรที่ใช้ขั้นตอนบรรจุผลิตภัณฑ์หัวเชื้อเครื่องดัดชนิดผง

2.2 เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรที่ใช้ขั้นตอนบรรจุผลิตภัณฑ์หัวเชื้อเครื่องดัดชนิดผง

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องหลายเทคนิคซึ่งทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดได้ถูกนำมาอธิบายดังนี้

3.1 การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว

การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single Minute Exchange of Die, SMED) เป็นวิธีการที่ช่วยลดเวลาจนสามารถดำเนินการปรับตั้งเครื่องจักรได้ภายในเวลาในหน่วยนาทีโดยอาศัยการแยกกิจกรรมหรืองานออกเป็นงานในซึ่งจำเป็นต้องทำเมื่อเครื่องจักรหยุด และงานนอกซึ่งสามารถเตรียมไว้ก่อนโดยไม่ต้องทำระหว่างเครื่องจักรหยุดการทำงาน จากนั้น เปลี่ยนงานในให้เป็นงานนอก และในลำดับสุดท้ายทำการเปลี่ยนทุกกิจกรรมให้ง่ายต่อการปรับตั้ง โดยเทคนิคดังกล่าวได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์ [3], การปรับตั้งเครื่องพิมพ์หมึกสีในโรงงานกล่องกระดาษ [4] และ การเปลี่ยนลูกกลิ้งและปรับตั้งเครื่องรีดพลาสติก [5]

3.2 การลดความสูญเสียเปล่า ด้วยหลักการ ECRS

ความสูญเสียเปล่า (Waste) หมายถึง สิ่งที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้าซึ่งความสูญเสียเปล่า ประกอบด้วย การผลิตมากเกินไป (Overproduction), การรอคอย (Waiting), การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Transporting), การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ (Processing), การเก็บสินค้าที่มากเกินไป (Inventory), การเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น (Motions) และ ของเสีย (Defect) ความสูญเสียเปล่าทั้ง 7 ประการนี้เป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็นและไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์ ดังนั้น จึงควรทำการลดความสูญเสียเปล่าเหล่านี้ลงโดยใช้หลักการ ECRS [6] ซึ่ง ประกอบไปด้วย

1) การกำจัด (Eliminate) หมายถึง การพิจารณาการทำงานและพยายามกำจัดความสูญเสียเปล่าที่พบออกไป

2) การรวมกัน (Combine) คือ การพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่

3) การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) คือ การจัดเรียงขั้นตอนการผลิตใหม่ หรือสลับลำดับในการทำงาน เพื่อลดการเคลื่อนที่ หรือ การรอคอย

4) การทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึง การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยอาจจะออกแบบ jig หรือ fixture เข้าช่วย

3.3 การวิเคราะห์กระบวนการด้วยแผนภูมิการไหล

แผนภูมิการไหล (Flow Process Chart) เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกการปฏิบัติงานตามขั้นตอนมาตรฐานของกระบวนการ โดยการนำมาเขียนร่วมกับการใช้สัญลักษณ์แทนขั้นตอนต่างๆ เริ่มจากการแบ่งกระบวนการทั้งหมดออกเป็น ขั้นตอนย่อย โดยแต่ละขั้นตอนย่อยต้องเป็นการกระทำอย่างหนึ่งอย่างใด ในบรรดาการปฏิบัติงาน การเคลื่อนย้าย การรอคอย การตรวจสอบ และการเก็บพัก โดยมีสัญลักษณ์ที่ใช้เป็นสากลดังตารางที่ 1 จากนั้นข้อมูลที่ได้จึงสามารถนำมาวิเคราะห์หาขั้นตอนการทำงานที่ถือว่าเป็นความสูญเปล่าและต้องการการปรับปรุงโดยใช้เทคนิค ECRS ในลำดับต่อไป

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์ที่มีในแผนภูมิการไหล

สัญลักษณ์	ความหมาย
○	การปฏิบัติงาน
D	การรอคอย
□	การตรวจสอบ
▽	การเก็บพัก
⇒	การเคลื่อนย้าย

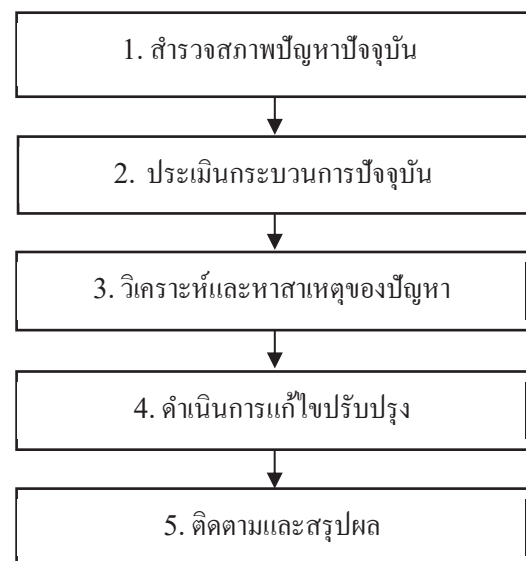
3.4 เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาด้านคุณภาพ ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา, คัดเลือกปัญหา, ค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่แท้จริงเพื่อทำการ

แก้ไขอย่างถูกต้องและป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำซึ่งได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายเช่นในกระบวนการผลิตถึงบรรจุอากาศ [7] และ กระบวนการผลิตชิ้นส่วนฉีดพลาสติก [8] โดยมีส่วนประกอบดังนี้ แผ่นตรวจสอบ (Check sheet), ผังพาเรโต (Pareto Diagram), กราฟ (Graphs), แผนภูมิก้างปลา (Fish bone diagram) ฮิสโตแกรม (Histogram), ผังการกระจาย (Scatter diagram) และแผนภูมิควบคุม (Control Chart) โดยงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ในบางรายการดังแสดงใน ตารางที่ 2 ขั้นตอนและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้แยกวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็นขั้นตอนต่างๆดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการวิจัย

โดยในขั้นตอนต่างๆที่แสดงในรูปที่ 1 ระหว่างการทำวิจัยได้มีการนำเครื่องมือต่างๆมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมตามชนิดของงานดังแสดงในตารางที่ 2 เช่นในขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา งานวิจัยนี้นำเครื่องมือ แผนภูมิก้างปลา (Fish bone diagram) มาใช้

ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ไขและปรับปรุง

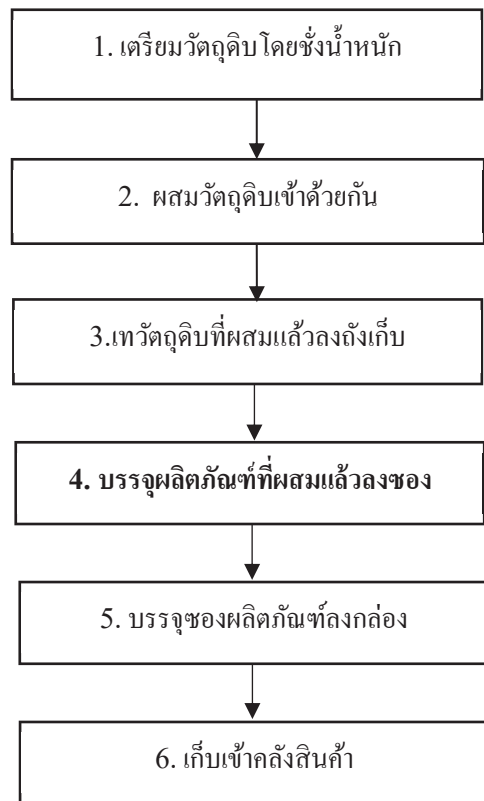
ตารางที่ 2 ขั้นตอนและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ขั้นที่	ขั้นตอน	เครื่องมือที่ใช้
1	สำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน	แผนภูมิพาเรโต
2	ประเมินกระบวนการปัจจุบัน	แผนภูมิการไหล
3	วิเคราะห์สาเหตุ	แผนภูมิกิ่งปลา
4	ปรับปรุงแก้ไข	SMED และ ECRS
5	ติดตามและสรุปผล	มาตรฐานขั้นตอนการทำงาน

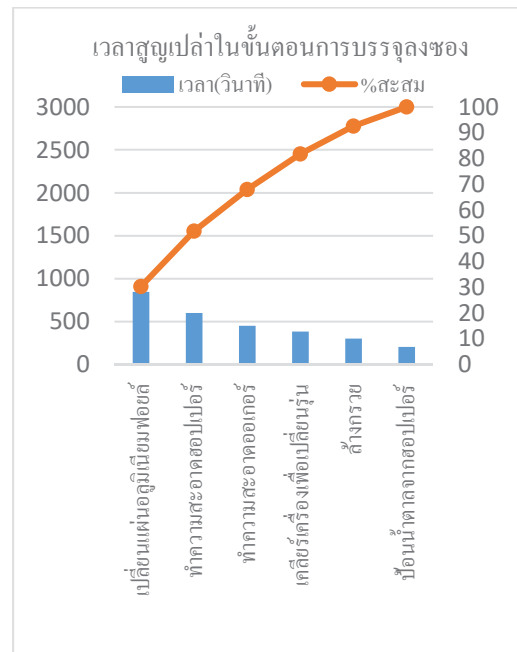
5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการสำรวจสภาพปัจจุบัน

จากการสำรวจสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดผงพบว่าในขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ผสมแล้วลงของ ในขั้นตอนที่ 4 ตามแผนภูมิแสดงขั้นตอนการผลิตรูปที่ 2 เป็นขั้นตอนผลิตที่สำคัญเนื่องจากเป็นคอขวดในสายการผลิตและมีเวลาสูญเสียไปจากการหยุดทำงานของเครื่องจักรทั้งหมด 2,785 วินาทีต่อกะ โดยมีสาเหตุหลักมาจากการเปลี่ยนม้วนกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ถึง 845 วินาที ซึ่งคิดเป็น 30% ของเวลาสูญเสียทั้งหมดดังแสดงในผังพาเรโต ในรูปที่ 3



รูปที่ 2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการผลิต



รูปที่ 3 ผังพาเรโตแสดงเวลาสูญเสียไปในการขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ผสมแล้วลงของ

5.2 ผลการประเมินกระบวนการปัจจุบัน

หลังจากการสำรวจสภาพปัจจุบัน ซึ่งพบว่า ในขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ผสมแล้วลงในซองมีเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนม้วนกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ สูงที่สุด แผนภูมิการไหลจึงถูกนำมาใช้วิเคราะห์การทำงาน

ในขั้นตอนนี้โดยผลการวิเคราะห์การไหลของขั้นตอนเปลี่ยนม้วนกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ได้นำมาแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินกระบวนการปัจจุบันด้วยแผนภูมิการไหล

ลำดับ	กิจกรรม	ระยะทาง (เมตร)	เครื่องหมาย					เวลา (วินาที)
			●	→	◐	■	▼	
1.	เดินไปเอาเทปติดฟอยล์	20						60
2.	เดินไปเอารถเข็นฟอยล์	20						60
3.	เข็นรถเข็นฟอยล์ไปเอาม้วนฟอยล์ที่สต็อก	40						120
4.	เข็นรถบรรทุกฟอยล์มาไว้หลังเครื่อง	50						150
5.	เดินไปเอาลิฟท์ยกฟอยล์	20						60
6.	หยุดเครื่อง		●					5
7.	ไปเอากุญแจตู้สวิตช์นิรภัย	10						15
	ถือกุญแจตู้สวิตช์นิรภัย							15
8.	กดลิฟท์ฟอยล์ให้ตรงกับแขนรถฟอยล์							45
9.	เข็นรถเข็นมาให้ตรงกับบล็อกแกนฟอยล์และปรับระดับให้สูง	2						30
10.	เอาฟอยล์ม้วนเก่าออกและนำม้วนใหม่ไปใส่และทำการต่อฟอยล์							90
11.	ปลดถือกุญแจตู้สวิตช์นิรภัย							15
12.	สตาร์ทเครื่องเคลียร์ฟอยล์ร่องจนได้น้ำตาลของแรก							30
	ตรวจสอบว่าฟอยล์ไม่ขาว							30
13.	เข็นรถเข็นฟอยล์ลิฟท์ฟอยล์ไปห้องเก็บ	40						60
	เก็บรถเข็น							60
รวม ระยะทาง (เมตร) และ เวลา (วินาที) ทั้งหมด		202						845

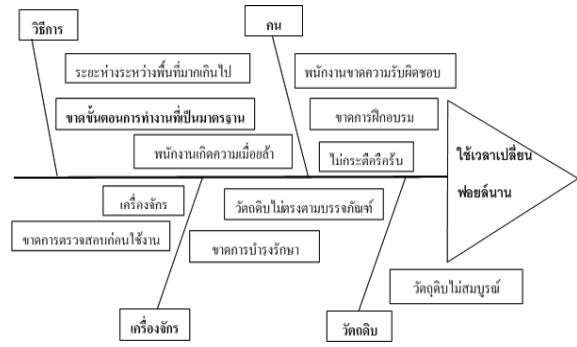
จากข้อมูลการวิเคราะห์การไหลของการทำงานในขั้นตอนการเปลี่ยนม้วนกระดาษอะลูมิเนียมพอยล์เวลาในการทำงานประเภทต่างๆได้ถูกนำมาจัดกลุ่มตามชนิดและสัญลักษณ์สากลได้ดังตารางที่ 6 โดยที่ จากข้อมูลในตารางที่ 6 พบว่ามีขั้นตอนการทำงานที่ถือว่าเป็นการสูญเปล่า เช่น การเคลื่อนย้าย การตรวจสอบ การเก็บพัก และการรอคอยอยู่ถึง 675 วินาที โดยคิดเป็น 80% ของเวลาทั้งหมด โดยเฉพาะการเคลื่อนย้ายที่เกิดขึ้นถึง 66% โดยมีการเดินทางที่ไม่จำเป็น เช่น การเดินไปนำอุปกรณ์จากห้องเก็บอุปกรณ์ เดินไปนำกุญแจจากที่เก็บ และเดินไปนำลิฟท์ยกพอยล์มาเพื่อใช้งาน เป็นต้น

ตารางที่ 6 สรุปผลการวิเคราะห์การไหลของการทำงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย	เวลา (วินาที)	เปอร์เซ็นต์
●	การปฏิบัติงาน	170	20.12%
◐	การรอคอย	30	3.55%
■	การตรวจสอบ	30	3.55%
▼	การเก็บพัก	60	7.1%
➔	การเคลื่อนย้าย	555	65.68%
เวลาทั้งหมด		845	100%

5.3 ผลการวิเคราะห์สาเหตุ

เนื่องจากผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันระบุได้ว่า ปัญหาที่ส่งผลต่อการทำงานที่เกิดเวลาสูญเปล่าเกิดขึ้นที่ขั้นตอนการเปลี่ยนม้วนกระดาษอะลูมิเนียมพอยล์ส่วนใหญ่แล้วมาจากการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม เช่นการ รอคอยและการเคลื่อนย้าย ดังนั้นเครื่องมือแผนภูมิ ก้างปลาจึงถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเวลาในการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มอยู่ในระดับที่สูง ดังแสดงผลในการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิ ก้างปลาในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนภูมิ ก้างปลา

จากผลการวิเคราะห์หาสาเหตุการใช้เวลาในการเปลี่ยนม้วนกระดาษอะลูมิเนียมพอยล์นานด้วยแผนภูมิ ก้างปลาพบว่าสาเหตุหลักมาจากการขาดขั้นตอนการทำงานมาตรฐานให้กับพนักงาน ได้ปฏิบัติตามเพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพสูงที่สุดโดยไม่ก่อให้เกิดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นและสูญเปล่าเช่นการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่างๆ ระหว่างการทำงาน

5.4 ผลการหาแนวทางปรับปรุงการทำงาน

จากผลการประเมินกระบวนการปัจจุบันด้วยแผนภูมิการไหลตามตารางที่ 5 พบว่ามีขั้นตอนหลายขั้นตอนที่สามารถเตรียมไว้ทำก่อนที่จะมีการหยุดเครื่องจักรเพื่อให้งานระหว่างที่เครื่องจักรหยุดใช้เวลาอันน้อยลงได้เช่น การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ ดังนั้นเทคนิคการปรับปรุงงานด้วยวิธี SMED จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการแยกงานออกเป็นงานในและงานนอกดังแสดงได้ในตารางที่ 7 จากนั้นแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดเวลาการทำงานด้วยเทคนิค ECRS จึงถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงงานที่เหลือที่เป็นงานในที่จำเป็นต้องทำเมื่อเครื่องจักรหยุดเท่านั้น โดยผลการทำการปรับปรุงด้วยเทคนิค ECRS ได้ถูกนำมาแสดงดังตารางที่ 8

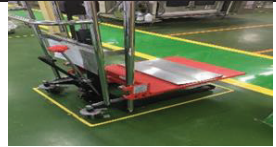
ตารางที่ 7 การแยกงานในและงานนอกด้วยเทคนิค SMED

ลำดับ	กิจกรรม	งานใน	งานนอก
1.	เดินไปเอาเทปติดฟอยล์		X
2.	เดินไปเอารถเข็นฟอยล์		X
3.	เข็นรถเข็นฟอยล์ไปเอาม้วนฟอยล์ที่สต็อก	X	
4.	เข็นรถบรรทุกฟอยล์มาไว้หลังเครื่อง	X	
5.	เดินไปเอาลิฟท์ยกฟอยล์		X
6.	หยุดเครื่อง	X	
7.	ไปเอาถุงแฉะตัวนิรภัยทำการล็อกตู้สวิตช์นิรภัย	X	
8.	กดลิฟท์ฟอยล์ให้ตรงกับแขนรถฟอยล์	X	
9.	เข็นรถเข็นมาให้ตรงกับบล็อกแกนฟอยล์ปรับระดับให้สูง	X	
10.	เอาฟอยล์ม้วนเก่าออกเอาม้วนใหม่ไปสวมทำการต่อฟรอย	X	
11.	ปลดล็อกตู้สวิตช์นิรภัย	X	
12.	สตาร์ทเครื่องไล่ฟอยล์ร้อนจนได้น้ำตาลของแรกตรวจสอบดูว่าฟอยล์ไม่ขาว		X
13.	เข็นรถเข็นฟอยล์ลิฟท์ฟอยล์ไปห้องเก็บแล้วเก็บรถเข็น		X





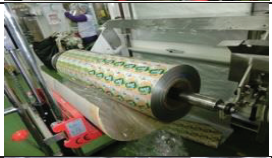


จากตารางที่ 7 การแยกงานในและงานนอกด้วยเทคนิค SMED พบว่าขั้นตอนที่สามารถเตรียมไว้ล่วงหน้าโดยไม่จำเป็นต้องทำตอนเครื่องหยุดแล้วคือขั้นตอนที่ 1, 2, 5, 12 และ 13 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นขั้นตอนการเดินทางไปเอาอุปกรณ์ เครื่องมือ และรถเข็นจากสถานที่เก็บ อีกทั้งยังต้องนำอุปกรณ์ เครื่องมือและรถเข็นดังกล่าวไปเก็บยังที่เก็บซึ่งอยู่ห่างจากที่ปฏิบัติงาน โดยขั้นตอนที่จำเป็นต้องทำ

เมื่อเครื่องจักรหยุดทำงานเท่านั้นมีดังนี้คือ ขั้นตอนที่ 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, และ 11 โดยส่วนใหญ่ขั้นตอนการทำงานเหล่านี้จะเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม เช่น การกดสวิตช์หยุดเครื่อง และการกดลิฟท์ฟอยล์ให้ตรงกับแขนรถฟอยล์ซึ่งจากเหตุผลนี้ขั้นตอนงานในที่เหลืออยู่จึงถูกนำไปพิจารณาหาแนวทางปรับปรุงด้วยเทคนิค ECRS ตามตารางที่ 8 ในลำดับต่อไป

ตารางที่ 8 การลดเวลาสูญเสียด้วยเทคนิค ECRS

ลำดับ	วิธีปัจจุบัน		วิธีการปรับปรุง	
	วิธีการ	รูปภาพ	วิธีการ	รูปภาพ
E-1.	เดินไปเอาเทปติดฟอยล์		เตรียมอุปกรณ์ไว้ล่วงหน้า	
E-2.	เดินไปเอารถเข็นฟอยล์		ทำจุดเก็บรถใหม่หลังเครื่องที่มีระยะห่างน้อยลง	

ตารางที่ 8 (ต่อ) การลดเวลาสูญเปล่าด้วยเทคนิค ECRS

ลำดับ	วิธีปัจจุบัน		วิธีการปรับปรุง	
	วิธีการ	รูปภาพ	วิธีการ	รูปภาพ
R-3.	เข็นรถเข็นฟอยล์ไป เอาม้วนฟอยล์ที่ สต็อก		นำรถเข็นไปเอาม้วน ฟอยล์จากจุดเก็บรถเข็น ใหม่ที่ใกล้ขึ้น	
R-4.	เข็นรถเข็นฟอยล์ กลับมาไว้หลังเครื่อง		เข็นมาไว้ตรงจุดเก็บ รถเข็นฟอยล์ที่ทำมาใหม่ พร้อมกับแกนฟอยล์ สำรอง	
R-5.	ไปเอากุญแจตู้สวิตซ์ นิรภัย		ทำจุดเก็บกุญแจใหม่ที่ ใกล้ที่ใช้งานมากขึ้น	
S-6.	กดลิฟท์ฟอยล์ให้ตรง กับแกนรถฟอยล์โดย ไม่มีระดับที่แน่นอน		ทำเซนเซอร์ลดระดับ ความสูง	
S-7.	เข็นรถเข็นมาให้ตรง กับบล็อคแกนฟอยล์ ปรับระดับให้สูง		ทำเซนเซอร์ให้อยู่ใน ระดับพอดี	
S-8.	เอาฟอยล์ม้วนเก่า ออก เอาม้วนใหม่ไป สวมทำการต่อฟอยล์		มีแกนฟอยล์สำรอง (การต่อฟอยล์ก่อนหมด ม้วน)	
R-10.	เข็นรถเข็นฟอยล์และ ลิฟท์ฟอยล์ไปห้อง เก็บ		เก็บที่จุดเก็บรถเข็นใหม่ หลังเครื่อง	

จากข้อมูลการลดเวลาสูญเปล่าด้วยเทคนิค ECRS ในตารางที่ 8 พบว่ามีขั้นตอนทั้งหมด 10 ขั้นตอนที่สามารถทำการปรับปรุงเพื่อลดเวลาด้วยเทคนิค ECRS ดังนี้ ลดเวลาด้วยการกำจัด (Eliminate) ตามขั้นตอนลำดับที่ E-1, E-2 และ E-10 โดยการกำจัดขั้นตอนดังกล่าวและนำไปทำเป็นงานนอกก่อนที่เครื่องจักรจะหยุด

ทำงานด้วยการเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือดังกล่าวไว้ล่วงหน้า ลดเวลาด้วยการจัดเรียงใหม่ (Re-arrange) ตามขั้นตอนลำดับที่ R-3, R-4 และ R-5 โดยการจัดผังการทำงานให้สถานที่จัดเก็บอุปกรณ์เปลี่ยนที่มาอยู่ใกล้กับจุดปฏิบัติงานมากขึ้นและสุดท้าย ลดเวลาด้วยการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) ตามขั้นตอนลำดับที่ S-6, S-7 และ S-8

โดยการสร้างอุปกรณ์ช่วยให้ทำงานง่ายขึ้นเช่นสร้าง เซนเซอร์ไลค์ช่วยปรับระดับ และการเตรียมฟอยล์สำรองไว้เพื่อใช้ต่อก่อนการหดรัดเป็นต้น หลังจากการทำ การปรับปรุงตามแนวทาง SMED และ ECRS ตามที่ระบุไว้

ในตารางที่ 7 และ 8 ขั้นตอนการทำงานหลังการปรับปรุง จึงถูกนำมาประเมินอีกครั้งด้วยแผนภูมิการไหลเพื่อ ตรวจสอบประสิทธิผลของแนวทางการปรับปรุงดังกล่าว โดยแสดงไว้ในตารางที่ 9 และ 10

ตารางที่ 9 ผลการประเมินกระบวนการหลังการปรับปรุงด้วยแผนภูมิการไหล

ลำดับ	กิจกรรม	ระยะทาง (เมตร)	เครื่องหมาย					เวลา (วินาที)
			●	➔	◐	■	▼	
1.	เข็นรถไปเอาฟอยล์ (ทำจุดเก็บรถเข็นไว้หลังเครื่อง)	20						60
2.	เข็นรถบรรทุกฟอยล์พร้อมแกนสำรองกลับมา	20						60
3.	หยุดเครื่อง							5
4.	ไปเอากุญแจที่จุดเก็บที่ทำขึ้นใหม่	6						15
	ล็อคตู้นิรภัย							5
5.	ถอดถลึงฟอยล์ให้ตรงกับเซนเซอร์ไลน์ที่ทำไว้							20
6.	เข็นรถเตรียมให้ตรงกับแกนฟอยล์ที่ทำเซนเซอร์ไลน์ไว้	2						15
7.	ยกแกนม้วนเก่าออกเอาม้วนใหม่ใส่ (มีฟอยล์สำรอง) เปลี่ยนฟอยล์ก่อนหดรัดม้วน							25
8.	ปลดล็อคตู้นิรภัย							15
9.	สตาร์ทเครื่องไล่ฟอยล์ร่องจนได้น้ำตาลของแรก							30
	ตรวจสอบว่าฟอยล์ไม่ขาว							30
รวม ระยะทาง (เมตร) และ เวลา (วินาที) ทั้งหมด		48						280

ตารางที่ 10 สรุปผลการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิการไหลของการทำงานเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

สัญลักษณ์	ความหมาย	เวลา (วินาที)		เวลาที่ลดลง	
		ก่อน	หลัง	เวลา (วินาที)	เปอร์เซ็นต์
●	การปฏิบัติงาน	170	70	100	59%
◐	การรอคอย	30	30	0	0%
■	การตรวจสอบ	30	30	0	0%
▼	การเก็บพัก	60	0	60	100%
➔	การเคลื่อนย้าย	555	150	405	73%
เวลาทั้งหมด		845	280	565	67%

จากผลการปรับปรุงวิธีการทำงานในขั้นตอนการเปลี่ยนม้วนกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ตามแนวทาง SMED และ ECRS ตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 7 และ 8 พบว่าเวลาโดยรวมลดลง 565 วินาที จาก 845 วินาที เป็น 280 วินาที โดยคิดเป็น 67% ของเวลาการทำงานก่อนการปรับปรุง โดยเกิดจากการลดลงของเวลาสูญเสีย เช่น การรอคอย การตรวจสอบ การเก็บพัก และการเคลื่อนย้าย ซึ่งเวลาที่ลดลงมากที่สุดอยู่ในหมวดการเคลื่อนย้าย โดยลดลงจาก 555 วินาทีเหลือ 150 วินาที คิดเป็นเวลาที่ลดลง 73% จากเวลาก่อนการปรับปรุง ทั้งนี้เนื่องจากการปรับปรุงด้วยแนวทางการเปลี่ยนงานในเป็นงานนอก โดยการเตรียมอุปกรณ์ไว้ก่อนทำการหยุดเครื่องจักรเพื่อลดเวลาการเดินและเคลื่อนย้าย ตามเทคนิค SMED นอกจากนี้การปรับปรุงด้วยเทคนิค ECRS เช่นการจัดเตรียมแกนฟอยล์สำรอง เพื่อการต่อฟอยล์ก่อนการใช้งานหมดม้วน และการทำเซนเซอร์ไลน์ให้การปรับระดับความสูงของลิฟท์ยกฟอยล์ง่ายและรวดเร็วขึ้นก็เป็นส่วนที่ทำให้เวลาโดยรวมที่เหลือจากการทำการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนงานในเป็นงานนอกตาม เทคนิค SMED ลดลง นอกจากนี้เวลาสูญเสียที่ลดลงจากการปรับปรุงดังกล่าวแล้วกำลังการผลิตยังสามารถเพิ่มขึ้นได้จากการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรถึง 16,143 ซองต่อวันดังแสดงในตารางที่ 11 โดยขั้นตอนการทำงานหลังการปรับปรุงทั้งหมดถูกนำไปจัดทำเป็นคู่มือการทำงานที่เป็นมาตรฐานให้พนักงานใช้เป็นมาตรฐานในการทำงานต่อไป อย่างไรก็ตามกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้น 16,143 ซองต่อวันยังเป็นผลที่เกิดจากการคำนวณเท่านั้นซึ่งต้องนำไปทดลองปฏิบัติเพื่อทราบผลที่เกิดขึ้นจริงกับกระบวนการผลิต

ตารางที่ 11 กำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการปรับปรุงการทำงาน

รายการ	หน่วย	ค่า	สัญลักษณ์
เวลาดมาตรฐานในการผลิต	วินาที/ซอง	0.21	A
เวลาสูญเสียที่ลดลง	วินาที/ครั้ง	565	B
จำนวนครั้งในการเปลี่ยนฟอยล์ต่อวัน	ครั้ง/วัน	6	C
กำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการปรับปรุงการทำงาน	ซอง/วัน	16,143	(BxC)/A

6. สรุปผลการวิจัย

การนำเทคนิค การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (SMED) และ ECRS มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์หัวเชื้อเครื่องดื่มชนิดผง พบว่ากระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ผสมแล้วลงซอง มีเวลาการทำงานที่สูญเสียจากขั้นตอนการเปลี่ยนม้วนกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์สูงที่สุดและมีสาเหตุหลักมาจากการขาดขั้นตอนการทำงานมาตรฐานให้กับพนักงานได้ปฏิบัติตามเพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นหลังจากที่งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงด้วยการเปลี่ยนงานในเป็นงานนอกตามเทคนิค SMED และการจัดเรียงงานใหม่ กำจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และทำให้งานที่มีทำได้ง่ายขึ้นโดยการใช้อุปกรณ์ตามหลักการ ECRS สามารถทำให้เวลาสูญเสียในขั้นตอนการเปลี่ยนม้วนกระดาษอะลูมิเนียมฟอยล์ลดลง 565 วินาทีต่อครั้ง หรือคิดเป็น 67% จากเวลาเดิมก่อนการปรับปรุงโดยสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ 16,143 ซองต่อวัน

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ โรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นผู้ผลิต
ผลิตภัณฑ์หัวเชื้อเครื่องคั้นชนิดผง ในการให้ความร่วมมือ

และสนับสนุนข้อมูลระหว่างการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไป
ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] พรเทพ เหลือทรัพย์สุข และ ยูพา กลอนกลาง. การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว. สำนักพิมพ์ อี.ไอ.สแควร์, 2550.
- [2] วันชัย ริจิรวนิช. หลักการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- [3] โกสินทร์ เจริญวรกิจ และจิตรา รุ่งกิจการพานิช. การลดเวลาในการปรับตั้งลูกอัดสำหรับการผลิตไม้ฝาสังเคราะห์. *วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา*, 2554; 22(2): 48-55.
- [4] ธนะรัตน์ รัตนกุล, กลางเดือน โปชนา และ กันต์ธมน สุขกระจ่าง. การลดเวลาปรับตั้งเครื่องพิมพ์หมึกสีในโรงงานผลิตกล่องกระดาษ. การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม, 17-19 ตุลาคม, ชะอำ, เพชรบุรี, 2555.
- [5] ชานิดา พิทยานนท์ และปริญญา พัฒนวัตน์ (2560). การลดเวลาการเปลี่ยนลูกกลิ้งและปรับตั้งเครื่องรีดพลาสติกแผ่นด้วยเทคนิค SMED, การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร, 19 พฤษภาคม, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ, 2560.
- [6] ฤทธิชัย สังฆทิพย์, วัชรุตม์ ชีววิริยะนนท์, เฉลิมศักดิ์ ถาวรวัตร์, วิฑูรย์ อบรม และประยูร สุรินทร์. การลดเวลาการผลิตกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนยานยนต์ด้วยเทคนิค ECRS. การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี, 16-18 ตุลาคม 2556 ณ โรงแรมเอวัน เดอะ รอยัล กรุ๊ป พัทยา จังหวัดชลบุรี, 2556.
- [7] มงคล กิตติญาณขจร. การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ในการคัดเลือกโครงการปรับปรุงคุณภาพเพื่อลดของเสีย: กรณีศึกษากระบวนการผลิตถังบรรจุอากาศ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชวมงคลชัยบุรี*, 2561; 16(2): 71-85.
- [8] ปฐมพงษ์ หอมศรี และจักรพรรณ คงธนะ. การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฉีดพลาสติกสำหรับชิ้นส่วนยานยนต์โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, 2556; 3(2): 73-95.