



การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

Machine Setup Time Reduction to Increase the Efficiency in Production

ธนารักษ์ หนีบแก้ว^{1*} และ อติศักดิ์ สมสุตร¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

*E-mail: thanarak.h012@gmail.com

Thanarak Heebgaew^{1*} and Adisak SomSud¹

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Siam University

*E-mail: thanarak.h012@gmail.com

บทคัดย่อ

เนื่องด้วยอุตสาหกรรมการผลิตในยุคปัจจุบันมีการแข่งขันกันสูงมาก และเป็นผลมาจากกลไกของตลาดที่มีการแข่งขันสูงเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่สูงขึ้นภายใต้ทรัพยากรที่มีจำกัด อาทิเช่น ต้นทุนและเวลาในการผลิต เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรลงจากเดิมคือใช้เวลาโดยเฉลี่ย 96 นาทีต่อครั้ง โดยมีเป้าหมายคือต่ำกว่า 50 นาทีต่อครั้ง จากการวิเคราะห์การทำงานโดยการใช้แผนภูมิกระบวนการไหล แล้วใช้เทคนิค SMED เพื่อเปลี่ยนกิจกรรมภายในให้เป็นกิจกรรมภายนอก จากนั้นจึงทำการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานด้วยเทคนิค ECRS นอกจากนี้ทีมวิจัยยังกำหนดวิธีการทำงานดังกล่าวให้เป็นมาตรฐานในการทำงาน (Work instruction) โดยผลของการปรับปรุงงานดังกล่าวทำให้เวลาในการทำงานลดลงโดยเฉลี่ยจาก 96 นาที เหลือเพียง 46 นาที ซึ่งทำได้ดีกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้คือ 50 นาที ผลการปรับปรุงดังกล่าวนี้ส่งผลให้ Machine utilization เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยก่อนปรับปรุงอยู่ที่ร้อยละ 84.76 และหลังปรับปรุงค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 92.70 อีกทั้งยังทำให้ค่า Manpower utilization ของพนักงานประจำเครื่องเพิ่มขึ้นเช่นกัน อันส่งผลให้ภาพรวมของผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิมคือ 37,380 ชิ้นต่อวัน เพิ่มขึ้นเป็น 40,880 ชิ้นต่อวัน ในการปรับปรุงดังกล่าวนี้มีการลงทุนซื้ออุปกรณ์ เพื่อลดเวลาการทำงาน จากการหาจุดคุ้มทุน (BE.) คืออยู่ที่ 814 ชิ้น การปรับปรุงนี้สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาอันสั้น

คำหลัก การเพิ่มประสิทธิภาพ จุดคุ้มทุน เทคนิคการลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักร มาตรฐานการทำงาน

Abstract

At present, situation of manufacturing industry has more competitive, and affected from supporting the customer requirements in the market with limited resources such as cost and production time. The objective of this research was decreased machine setup time by avg. from 96 min./time, so the target was 50 min./time. From operations analysis by using Flow process chart and using SMED technique to convert Internal setup to be External setup. Then, improved operations by using ECRS technique. Furthermore, the research team has created the standardization by Work instruction. The result after improve was decreased machine setup time by avg. from 96 min./time to be 46 min./time. It was better that the target as 50 min./time. Machine utilization was increased from 84.76% to be 92.70%. Manpower utilization was improved also. Finally, increased production rate from 37,380 pcs./day to be 40,880 pcs./day. They have some investment to order the equipment to support this work, and they calculated BE. was only 814 pcs.

Keywords: Increasing Efficiency, Break Even Point, Single Minute Exchange of Die, Work Instruction



1. บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตกระสอบพลาสติกในยุคนั้น มีการแข่งขันกันสูงมากอันเป็นผลมาจากกลไกของตลาดที่มีการแข่งขันสูงและเพื่อการตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่สูงขึ้น ซึ่งบริษัทผู้ผลิตจำเป็นต้องตอบสนองความต้องการดังกล่าวภายใต้ทรัพยากรที่มีจำกัด อาทิเช่น ต้นทุนและเวลาในการผลิตเป็นต้น บริษัทกรณศึกษาได้ทำการศึกษาวิธีในการลดต้นทุนในการผลิตต่อหน่วยสินค้าให้ต่ำลงโดยการเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นภายใต้เวลาการผลิตที่คงเดิม อีกทั้งมีการกำหนดมาตรฐานในการทำงานเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้มีทฤษฎีทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง 4 ทฤษฎีดังต่อไปนี้คือ

2.1 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) [1]

แผนภูมิกระบวนการไหลเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์การไหลตามลำดับก่อนหลังของกระบวนการผลิตแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. แผนภูมิกระบวนการผลิตประเภทคน
2. แผนภูมิกระบวนการผลิตประเภทวัสดุ
3. แผนภูมิการผลิตประเภทเครื่องจักร

ซึ่งแผนภูมิที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นแผนภูมิกระบวนการผลิตประเภทวัสดุ เป็นอีกหนึ่งแผนภูมิที่มีการใช้งานมากที่สุด แผนภูมินี้ใช้วิเคราะห์ขั้นตอนการไหลของวัตถุดิบหรือวัสดุและอุปกรณ์ ที่เคลื่อนที่ไปในกระบวนการพร้อมกับกิจกรรมต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 แผนภูมิกระบวนการไหลสามารถนำไปใช้งานได้ดังต่อไปนี้คือ

1. ใช้จำแนกกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่มแก่การปฏิบัติงาน และกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าแก่การปฏิบัติงาน
2. แยกกิจกรรมของพนักงานออกจากกิจกรรมที่ทำกับผลิตภัณฑ์ ทำให้สามารถมุ่งเน้นการวิเคราะห์ได้ชัดเจนขึ้น
3. ช่วยให้เห็นการรอคอยและระยะทางการเคลื่อนย้าย
4. สามารถใช้แผนภูมิเปรียบเทียบแสดงผลก่อนและหลังการปรับปรุงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1 แสดงตารางสัญลักษณ์ของแผนภูมิกระบวนการไหล

Symbol	Name	Description
○	Operation	การประกอบชิ้นส่วน หรือการถอดประกอบชิ้นส่วนออก
⇒	Transportation	การเคลื่อนย้ายวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง
□	Inspection	การตรวจสอบคุณลักษณะของวัตถุ
D	Delay	การคอยเพื่อให้งานขั้นต่อไปเริ่มต้น
▽	Storage	การเก็บชิ้นส่วนหรือเป็นเวลานาน

2.2 เทคนิคการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร

(Single Minute Exchange of Die ; SMED) [2]

SMED คือเทคนิคที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องจักรนั้นสามารถทำได้โดยง่ายภายในระยะเวลาอันสั้น โดยเทคนิคดังกล่าวได้ถูกคิดค้นขึ้นโดย Dr.Shingeo Shin go ร่วมกับ Taiichi Ohno โดยแบ่งเป็นงานภายในและงานภายนอก ซึ่งงานภายในหมายถึง กิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นขณะที่เครื่องจักรหยุด จนกระทั่งชิ้นงานดีชิ้นแรกได้ผลิตออกมา ส่วนงานภายนอก หมายถึง กิจกรรมใดที่ท่าขณะเครื่องจักรกำลังผลิตงานที่อยู่ ขั้นตอนการทำ SMED มี 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้คือ [3]

1. การแยกงานภายในและงานภายนอกออกจากกัน (Separating Internal and External Setup)

ในทางปฏิบัติแล้วงานในส่วนนี้จะมีการปนกันอยู่ให้ทำการแยกงานนอกและงานภายในออกจากกัน จากนั้นให้ทำกิจกรรมที่เป็นงานภายนอกมาก่อนที่เครื่องจักรจะหยุด

2. การเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก (Converting Internal to External Setup)

ในการเปลี่ยนงานภายใน ให้เป็นงานภายนอกนั้นมีขั้นตอนการดำเนินงานอยู่ 2 ขั้นตอน [4] ดังนี้คือ

1. การพิจารณาปฏิบัติงานใหม่อีกครั้งเพื่อดูว่ามีขั้นตอนใดที่ถูกพิจารณาว่ามีขั้นตอนใดเข้าใจผิดว่าเป็นการตั้งเครื่องภายในหรือไม่
2. การหาทางแปลงขั้นตอนต่างๆที่อยู่ในส่วนของการตั้งเครื่องภายในให้เป็นการตั้งเครื่องภายนอก
3. การเปลี่ยนทุกกิจกรรมให้ง่ายต่อการปรับตั้ง (Streamlining All Aspects of the Setup Operation)

เป็นการทำทุกกิจกรรมให้ง่ายและรวดเร็ว โดยให้อยู่



ในรูปแบบ Visual control เช่น การเปลี่ยนจากการขันด้วย Bolt เปลี่ยนเป็น Quick clamp เป็นต้น ซึ่งการทำ SMED ที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพนั้นจะต้องวัดอัตราการลดลงจากเวลารวม

2.3 ECRS

เป็นอีกเครื่องมือที่สำคัญของวิศวกรรมอุตสาหกรรมที่นิยมใช้ในการปรับปรุงการทำงาน [5] เพื่อปรับปรุงการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยตัวอักษรในแต่ละตัวของเทคนิคดังกล่าวมีความหมายดังต่อไปนี้คือ

- E (Eliminate)* คือ การขจัดกิจกรรมที่ไม่จำเป็นออกไป
- C (Combine)* คือ การรวมกิจกรรมการทำงานเข้าด้วยกัน
- R (Rearrange)* คือ การจัดเรียงลำดับของกิจกรรมใหม่
- S (Simplify)* คือ การทำกิจกรรมของการทำงานให้ง่ายขึ้น

2.4 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Breakeven Analysis) [6]

เป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณ รายได้ ต้นทุนและกำไร เพื่อคำนวณหาว่าต้องผลิตหรือขายสินค้าเท่าใดจึงจะคุ้มทุนพอดี แนวทางในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนนั้น จำเป็นจะต้องทราบถึงข้อมูล 2 ข้อ ดังต่อไปนี้คือ 1.ปัจจัยในการหาจุดคุ้มทุน 2.วิธีการหาจุดคุ้มทุน

ปัจจัยในการหาจุดคุ้มทุน ได้แก่ ราคาขายต่อหน่วย ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย ต้นทุนคงที่รวม ดังนั้นต้องเข้าใจและสามารถกำหนดปัจจัยในการหาจุดคุ้มทุน โดยต้นทุนนั้นแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภทดังนี้คือ

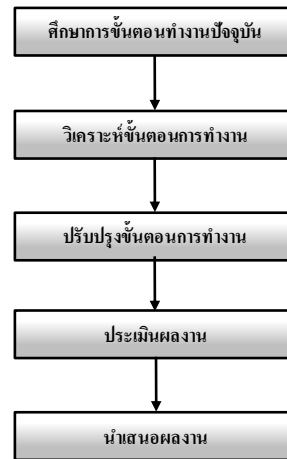
1. **ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost)** เป็นกลุ่มต้นทุนที่มีพฤติกรรมไม่เปลี่ยนแปลงไปตามระดับกิจกรรมการขายหรือการผลิตที่เกิดขึ้น โดยปกติจะไม่เปลี่ยนแปลงภายในช่วงระยะเวลาดำเนินงานหนึ่ง ตัวอย่างต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเช่าอาคาร เงินเดือน ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร เป็นต้น

2. **ต้นทุนผันแปร (Variable Cost)** เป็นกลุ่มที่มีพฤติกรรมผันแปรไปตามระดับกิจกรรมการขายหรือการผลิตที่เกิดขึ้น กล่าวคือถ้าขายหรือผลิตสินค้ามากขึ้นต้นทุนผันแปรเหล่านี้จะสูงขึ้นตาม แต่ถ้าขายสินค้าหรือผลิตสินค้าน้อยลง ต้นทุนผันแปรรวมเหล่านี้ก็จะลดลงตาม ตัวอย่างต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าวัตถุดิบ ค่าแรงงาน ค่านายหน้า ค่าขนส่งสินค้า เป็นต้น สูตรจุดคุ้มทุนดังแสดงในสมการที่ 1

$$\text{จำนวนผลิตภัณฑ์คุ้มทุน} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่ทั้งหมด}}{\text{ราคาขายต่อหน่วย} - \text{ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย}} \quad (1)$$

3. การดำเนินงาน

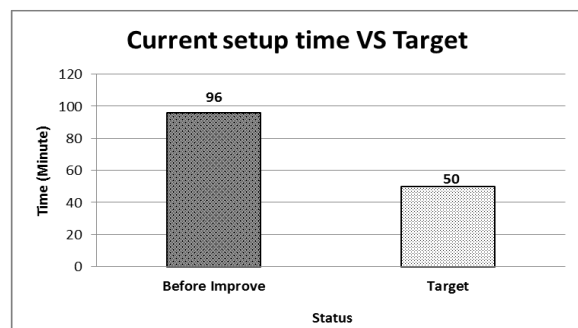
งานวิจัยนี้มีวิธีการดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินงาน 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาขั้นตอนการทำงานในปัจจุบัน

จากการศึกษาการทำงานในปัจจุบันโดยการใช้แผนภูมิกระบวนการไหลโดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการแรกคือการไหลตักชิ้นเครื่องจักรจนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือการตรวจสอบชิ้นงานนั้น พบว่ามีกระบวนการทำงานทั้งสิ้น 59 ขั้นตอน โดยมีเวลาในการทำงานโดยเฉลี่ยคือ 96 นาที และเป้าหมายในการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรคือน้อยกว่า 50 นาที ดังแสดงกราฟข้อมูลเวลาการทำงานในรูปที่ 2

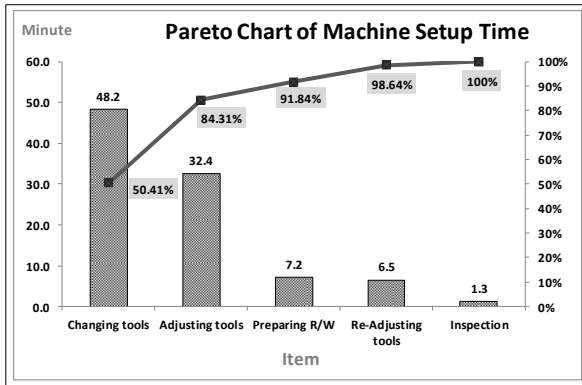


รูปที่ 2 กราฟแสดงเวลาการทำงานปัจจุบันและเป้าหมาย

จากการวิเคราะห์กิจกรรมการทำงานด้วยการจำแนกตามประเภทของกิจกรรมกับเวลาที่ใช้โดยการใช้พาเรโต ดังแสดง



ในรูปที่ 3 พบสองอันดับแรกที่ใช้เวลาทำงานมากที่สุดคือ การเปลี่ยนอุปกรณ์ (Changing tools) ใช้เวลาในการทำงานสะสมร้อยละ 50.41 และการปรับตั้งอุปกรณ์ (Adjusting tools) ใช้เวลาในการทำงานสะสมร้อยละ 84.31 ตามลำดับ



รูปที่ 3 แสดงพาราเรโตของเวลาที่ใช้ตั้งเครื่องจักร

3.2 การวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงาน

จากแผนภูมิกระบวนการไหลในข้อ 3.1 ข้างต้นนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์การทำงานร่วมกับทีมงานเพื่อทำการแยกกิจกรรมการทำงานออกเป็นกิจกรรมภายในและภายนอก [7] เพื่อให้ง่ายต่อการปรับปรุงในขั้นตอนต่อไปดังแสดงในรูปที่ 4

3.3 การปรับปรุงงาน

จากการวิเคราะห์การทำงานด้วย Flow process chart แล้วนั้นได้ทำการประยุกต์เทคนิค ECRS [8] เข้ามาในการปรับปรุงการทำงาน ดังแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์การทำงานของพนักงานคนที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 4 อีกทั้งทีมวิจัยยังมีการประยุกต์ใช้ Spaghetti chart เพื่อวิเคราะห์ดูการไหลของการทำงานของพนักงาน และสุดท้ายหลังจากการวิเคราะห์รวมทั้งปรับปรุงแล้วนั้น ทีมวิจัยได้มีการจัดทำมาตรฐานในการปฏิบัติงาน (Work instruction) เพื่อช่วยให้พนักงานทำงานสะดวกและเป็นระบบมากยิ่งขึ้น รวมไปถึงการมีวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานที่ดีในการปฏิบัติงาน

No.	Activities	Time (Min.)	Symbol	Muda	Internal	External	Improvement Method			
							E	C	R	S
1	ว่าง	3.20	D	●			x			
2	ปรับตั้ง Sensor จับตำแหน่งผ้า	1.33	○		●			x		
3	ปรับตั้งแกน Unwinder 5150	0.35	○		●			x		
4	ว่าง	0.16	D	●			x			
5	ถอด Pre-heating press	2.09	○		●			x		
6	ปรับตั้งรางพันปากถุง-กันลุด Os	7	○		●				x	
7	ปรับตั้งรางพันปากถุง-กันลุด Ds	3.13	○		●				x	
8	ปรับตั้งหน้าจอบวม	3.38	○		●				x	
9	เปลี่ยน Wing ที่ M/C size 11	3	○		●				x	
10	ปรับตั้ง Wing ที่ M/C size 27	0.51	○		●				x	

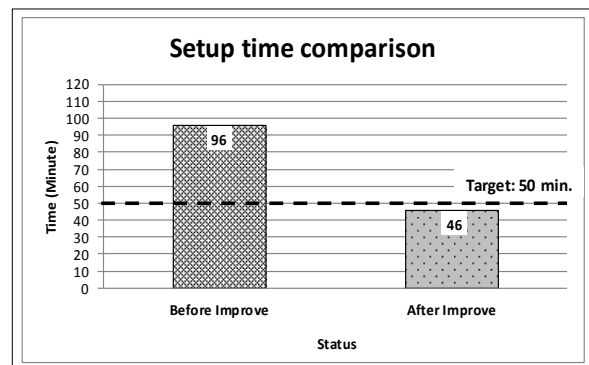
รูปที่ 4 แสดงการปรับปรุงการทำงานด้วยการใช้ Flow process chart

4. ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการปรับปรุงในข้อ 3 ทีมวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้เป็นข้อๆดังต่อไปนี้คือ

4.1 เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร

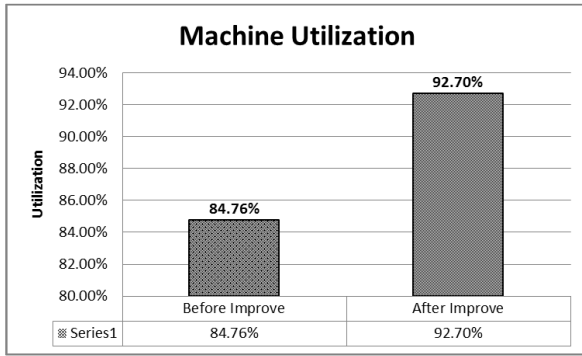
เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรลดลงจากเดิมโดยเฉลี่ยคือประมาณ 96 นาทีต่อครั้ง หลังการปรับปรุงใช้เวลาปรับตั้งโดยเฉลี่ยประมาณ 46 นาทีต่อครั้ง หรือเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรลดลงร้อยละ 52 ของเวลาเดิม ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร

4.2 Machine Utilization

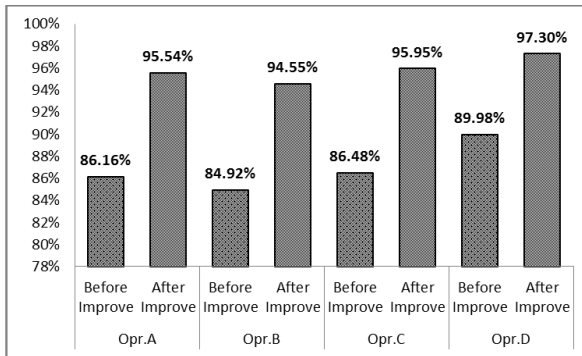
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเดินเครื่องจักรซึ่งก่อนการปรับปรุงค่าเฉลี่ยคือร้อยละ 84.76 และหลังปรับปรุงค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 92.70 หรือมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ยร้อยละ 9.37 ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบ Machine Utilization

4.3 Manpower Utilization

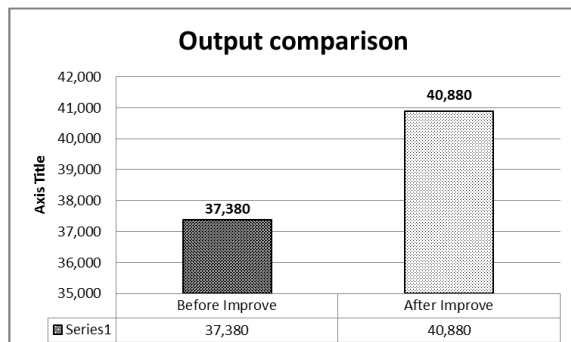
จากการปรับปรุงการทำงานสามารถวัดประสิทธิภาพของพนักงานประจำเครื่องทั้ง 4 คนดังในรูปที่ 7



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบ Manpower Utilization

4.4 ผลผลิต

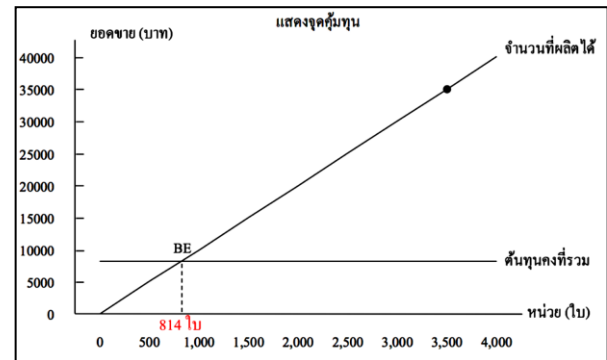
จากการปรับปรุงการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรให้น้อยลงนั้นส่งผลโดยตรงกับผลผลิต กล่าวคือสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้นจากเดิมผลิตได้เพียงวันละ 37,380 ชิ้นต่อวัน เพิ่มขึ้นเป็น 40,880 ชิ้นต่อวัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.36 ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบ Output

4.5 จุดคุ้มทุน

ในการดำเนินการปรับปรุงงานนั้นมีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้ออุปกรณ์มาเป็นอะไหล่สำหรับปรับตั้งเครื่องจักรโดยที่ไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่องซึ่งมีค่าใช้จ่ายประมาณ 8,132 บาท และมีราคาขายต่อหน่วยอยู่ที่ 10 บาท ในการปรับปรุงงานนี้ไม่มีค่าใช้จ่ายของต้นทุนผันแปร ดังนั้นเมื่อแทนลงในสมการ (1) แล้วคำนวณหาจุดคุ้มทุนคือ 814 ชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 การหาจุดคุ้มทุน

5. สรุป

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นถึงการลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรจากเดิมใช้เวลาปรับตั้งเฉลี่ย 96 นาที โดยสามารถลดเวลาการปรับตั้งโดยเฉลี่ยเหลือเพียง 46 นาที ซึ่งทำได้ดีกว่าเป้าหมายที่กำหนดคือ 50 นาที หลังการปรับปรุงพบว่าค่า Utilization เครื่องจักรและคน เพิ่มสูงขึ้นอีกทั้งยังสามารถผลิตชิ้นงานได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.36 ของปริมาณการผลิตเดิม สำหรับการลงทุนซื้ออุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกในการปรับตั้งเครื่องจักรนั้นเมื่อคำนวณจุดคุ้มทุนแล้วเท่ากับ 814 ชิ้น ซึ่งนับว่าต้นทุนได้ในระยะเวลาอันสั้น

6. ข้อเสนอแนะ

ทีมผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะกับบริษัทกรณีศึกษาสำหรับการขยายผลการปรับปรุงนี้ไปยังเครื่องจักรอื่นโดยแบ่งออกเป็น 2 เฟส ดังนี้คือ

เฟสที่ 1 ใช้หลักการปรับปรุงดังกล่าวขยายผลไปยังเครื่องจักรที่หลักการการทำงานเหมือนกันจนครบทั้ง 3 เครื่อง

เฟสที่ 2 ใช้หลักการปรับปรุงดังกล่าวขยายผลไปยังเครื่องจักรที่หลักการการทำงานใกล้เคียงกันโดยมีเครื่องจักรทั้งหมด 4 เครื่อง ซึ่งจำเป็นจะต้องศึกษาขั้นตอนการทำงาน



โดยละเอียดอีกครั้ง เนื่องจากหลักการทำงานของเครื่องจักร
กลุ่มนี้แตกต่างจากเครื่องจักรของกรณีศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์เป้าหมายได้ด้วย
ได้รับคำแนะนำจากครูอาจารย์ บิดามารดาของผู้วิจัย เพื่อน
ร่วมงาน บริษัทกรณีศึกษา โครงการสหกิจศึกษา
มหาวิทยาลัยสยาม และคุณอรพรรณ แสนสุขเจริญผล ที่ได้
ให้คำแนะนำและให้กำลังใจที่ดีในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วันชัย ริจิรวณิช, การศึกษาการทำงานหลักการและ
กรณีศึกษา, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555
- [2] Tawatchai suwanabutvipa, เจาะลึก ระบบการผลิต
แบบลีน, Lean Manufacturing, ข้อมูลจาก
<http://leanmanufacturing-tawatchai.blogspot.com/2009/12/single-minute-exchange-of-dies-smed.html> (วันที่สืบค้นข้อมูล 18
เมษายน 2561)
- [3] ขวัญใจ โชคไพบุลย์ และคณะ, การลดเวลาปรับตั้ง
เครื่องจักรของกระบวนการพิมพ์โดยใช้เทคนิคการผลิต
แบบลีน, การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรม
อุตสาหกรรมประจำปี, 2555
- [4] อรรถพล เสนาะเสียง, การลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร
ในสายการผลิตท่อส่งข้าว,วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรม
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2559
- [5] Chompoonoot Kasemset, Application of ECRS
and Simulation Techniques in Bottleneck
Identification and Improvement : A Paper
Package Factory, Proceedings of the Asia Pacific
Industrial Engineering & Management Systems
Conference, 2014
- [6] จุฑามาศ จรรย์ญาพร, การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน เพื่อพัฒนา
ธุรกิจ SMEs, วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้า
ไทย ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 ม.ค.-เม.ย., 2547

- [7] Arun Abraham, Setup Time Reduction through
SMED Technique in a Stamping Production Line,
SASTECH Journal, Volume 11, Issue 2, Sep, 2012
- [8] คณิศร ภูนิคม, การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการ
ผลิตด้วยเทคนิคการปรับปรุงงาน กรณีศึกษา: โรงงานน้ำ
ดื่มไป๋ไผ่เขียว, การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรม
อุตสาหกรรม ประจำปี, 2560